

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه-ای

اثر باقی مانده روی و کادمیوم بر کیفیت دانه گندم در تناوب با برنج در یک خاک آهکی

جهانبخش میرزاوند^{۱*}^۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران.

چکیده

به منظور بررسی اثر باقی مانده روی و کادمیوم در کشت برنج بر کیفیت دانه گندم، پژوهشی مزرعه‌ای در دو سال زراعی به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در منطقه کوشک فارس اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح روی (صفر، ۱۵ و ۲۵ میلی-گرم سولفات روی بر کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم شامل چهار سطح کادمیوم (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک) بودند. بیشترین تجمع کادمیوم دانه گندم (۵/۵۶ppm) در شرایط اثر باقی مانده ۱۰۰ میلی‌گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک و عدم کاربرد سولفات روی در کشت برنج حاصل شد. به طور مشابه، نتایج نشان داد غلظت عناصر دانه گندم در شرایط اثر باقی مانده ۱۰۰ میلی‌گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک ۱۱ درصد کاهش یافت. در حالی که، با کاربرد ۲۵ میلی‌گرم سولفات روی بر کیلوگرم خاک غلظت عناصر دانه گندم ۱۲ درصد افزایش داشت. هم‌چنین، میان غلظت کادمیوم با غلظت عناصر در دانه گندم یک ارتباط منفی مشاهده شد و بیشترین میزان این همبستگی میان کادمیوم و مس ($r^2 = -0.51^{**}$) بود. به‌طور کلی در تناوب گندم-برنج و در شرایط آلودگی خاک با کادمیوم، کاربرد ۲۵ میلی‌گرم سولفات روی بر کیلوگرم خاک در کشت برنج جهت بهبود کیفیت دانه گندم و کاهش اثرات منفی تجمع کادمیوم در یک خاک آهکی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی خاک، باقی مانده کود، عناصر ریز مغذی، سولفات روی.

مقدمه

یکی از مسائل زیست محیطی، آلوده شدن خاک در کشت گیاهان مختلف به فلزات سنگین می‌باشد. متأسفانه به دلیل ورود انواع پسماندهای صنعتی و ضایعات کارخانه‌های مختلف، میزان ورود این فلزات به خاک رو به افزایش است. آلوده شدن خاک‌های کشاورزی به فلزات سنگین یک تهدید جدی می‌باشد زیرا رشد و کیفیت محصولات کشاورزی را کاهش داده و سلامتی مصرف‌کننده‌ها را به خطر می‌اندازد. در بین عناصر سنگین غیر ضروری، کادمیوم (Cd) به دلیل تحرک و زیست‌فراهمی زیاد آن در خاک و سمیت آن در غلظت‌های کم، اهمیت بیشتری دارد. سمیت کادمیوم در گیاهان سبب ایجاد اختلال در متابولیسم عناصر کم مصرف، اختلال در تثبیت دی‌اکسید کربن، کاهش تعرق و جلوگیری از فتوسنتز می‌شود. لیکن، از عوامل تأثیرگذار بر جذب کادمیوم و ظهور علائم سمیت آن در گیاه، وضعیت تغذیه‌ای گیاه به‌ویژه در رابطه با عناصر کم مصرف می‌باشد. به عبارتی جذب و تحرک کادمیوم در گیاه به گونه گیاه، مرحله رشد، غلظت عناصر غذایی، شرایط رشدی گیاه و ترکیب سایر عناصر فلزی بستگی دارد (Cheng و Huang, ۲۰۰۶). در برنج‌زارهای استان فارس گندم (*Triticum aestivum* L.) کشت دوم بعد از برنج (*Oryza sativa* L.) است. از آنجایی که در شرایط غرقاب قابلیت استفاده عناصر ضروری تغییر می‌یابد و با توجه به آهکی و قلیایی بودن خاک‌های کشور، کمی مواد آلی و بی‌کربنانه بودن آب‌های آبیاری کمبود روی (Zn) یک معضل تغذیه‌ای به‌ویژه در غلات در حال رشد می‌باشد. هم‌چنین، روی یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان، دام و گیاه است و در بسیاری از سامانه‌های آزریمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال‌کننده و یا ساختمانی دارد. بنابراین، کمبود روی موجب افت ارزش تغذیه‌ای محصولات تولیدی شده و غلظت کم روی در گندم و نان سبب بروز کمبود روی در انسان می‌شود (Prasad و Sebastian, ۲۰۱۴).

به دلیل شباهت رفتار شیمیایی روی و کادمیوم، اثر متقابل این دو فلز مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است. این تشابه در ویژگی‌های کادمیوم و روی نشان دهنده اهمیت برهمکنش آن‌ها در جذب و انتقال از ریشه به اندام هوایی و تجمع در بافت‌های خوراکی و در نهایت ورود به زنجیره غذایی می‌باشد (Zhao و همکاران، ۲۰۰۵). برخی محققین گزارش دادند که با مصرف روی، غلظت عنصر کادمیوم در محصول دانه گندم دوروم کاهش یافت و میزان کاهش همبستگی بالایی با اسیدیته، قدرت اکسیداسیون و احیا و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک داشت (Sohrabi-Yourtchi و Bayat, ۲۰۱۳؛ Slamet-Loedin و همکاران، ۲۰۱۵). به نقل از Payandeh و همکاران (۲۰۱۸)، در تناوب گندم-برنج کاربرد کادمیوم نه تنها غلظت روی را به‌طور

* ایمیل نویسنده مسئول: j.mirzavand@areeo.ac.ir

معنی‌داری در همه اندام‌های گندم کاهش داد، از انتقال روی از ریشه به اندام هوایی نیز جلوگیری کرد که با نتایج Valizadehfard و همکاران (۲۰۱۲a) مطابقت داشت. پابنده و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که سامانه کشت گندم-برنج مقدار بالاتری از کادمیوم در ساقه و ریشه گندم (۰/۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در مقایسه با سامانه کشت گندم پس از آیش (۰/۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. از سوی دیگر جذب، انتقال و مصرف سایر عناصر کم مصرف نیز می‌تواند تحت تاثیر برهمکنش کادمیوم و روی قرار گیرد. براساس نتایج Valizadehfard و همکاران (۲۰۱۲b)، در سطح ۵ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک غلظت آهن اندام هوایی برنج با کاربرد ۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک افزایش و با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک کاهش یافت. در مقابل، با افزایش غلظت کادمیوم به ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک افزایش غلظت روی منجر به افزایش غلظت آهن در اندام هوایی گیاه گردید. صادقی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که در تمامی سطوح مصرفی کادمیوم، کاربرد روی باعث کاهش معنی‌دار غلظت منگنز و مس اندام هوایی ذرت شد. لذا با توجه به ضرورت کاربرد عنصر روی در تولید محصولات کشاورزی و آلوده شدن خاک‌های کشاورزی به فلزات سنگین از جمله کادمیوم به‌ویژه در خاک‌های آهکی این پژوهش با هدف بررسی اثر باقی‌مانده سطوح روی و کادمیوم در شرایط غرقاب و پس از کشت برنج بر کیفیت دانه گندم به عنوان کشت دوم اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر باقی‌مانده روی و کادمیوم در کشت برنج بر کیفیت دانه گندم، پژوهشی مزرعه‌ای در دو سال زراعی در تناوب گندم (رقم دوروم)-برنج (رقم قصرالدشتی) در مرکز تحقیقات کشاورزی کوشک، استان فارس با متوسط بارندگی سالانه درازمدت ۲۳۵ میلی‌متر (طول جغرافیایی ۳۵°۵۲' شرقی و عرض جغرافیایی ۴۲°۲۷' شمالی و ارتفاع ۱۵۹۶ متر از سطح دریا) و خاکی با مشخصات (Fine, Carbonatic, Thermic,) به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در هر سال قبل از کشت یک نمونه خاک مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۱). تیمارها شامل سه سطح روی (صفر، ۱۵ و ۲۵ میلی‌گرم سولفات روی بر کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم شامل چهار سطح کادمیوم (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک) بودند. سطوح سولفات روی و کلرور کادمیوم به صورت خاک مصرف و قبل از نشاء کاری در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۴ متر مصرف شدند. گندم در اواسط آبان ماه در هر سال زراعی و پس برداشت برنج کشت گردید. جهت تعیین عملکرد دانه گندم با رطوبت ۱۴ درصد پس از رسیدن فیزیولوژیک (زرد شدن میانگره آخر یا پدانکل)، بوته‌های گندم از مساحت ۲ متر مربع به صورت تصادفی و با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای با دست بریده و برداشت شدند. دانه‌های گندم و نمونه‌های خاک جهت تعیین غلظت روی و کادمیوم به آزمایشگاه ارسال شدند تا بر اساس روش Soltanpour (۱۹۸۵) غلظت آن‌ها تعیین گردد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح ۵ درصد و جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کشت برنج

کادمیوم	کادمیوم	اسیدیته	آهک	کربن آلی (OC)	روی (Zn)	منگنز (Mn)	مس (Cu)	آهن (Fe)	پتاسیم (K)	فسفر (P)	هدایت الکتریکی (EC)	سال
قبل از گندم (Cd)	قبل از برنج (Cd)	(pH)										
۶/۸۹	۰/۹۸	۷/۷	۴۹	۱/۱۶	۰/۸۱	۲۹/۴۳	۱/۸	۴۲/۶۰	۲۸۴	۸/۶	۱/۲۸	اول
۷/۰۵	۱/۱۲	۷/۲	۴۸	۱/۱۲	۰/۷۶	۳۰/۶۰	۲	۳۹/۹۰	۲۶۹	۹/۸	۱/۳۸	دوم
Silty Clay Loam											بافت خاک	

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد کیفیت دانه گندم به طور معنی داری تحت تاثیر اثر باقی مانده روی و کادمیوم در تناوب با برنج قرار گرفت. غلظت عناصر روی، منگنز، آهن و کادمیوم در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) و عنصر مس در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) به ترتیب تحت تاثیر اثرات اصلی کاربرد سولفات روی و کلرور کادمیوم معنی دار بود (جدول ۲).

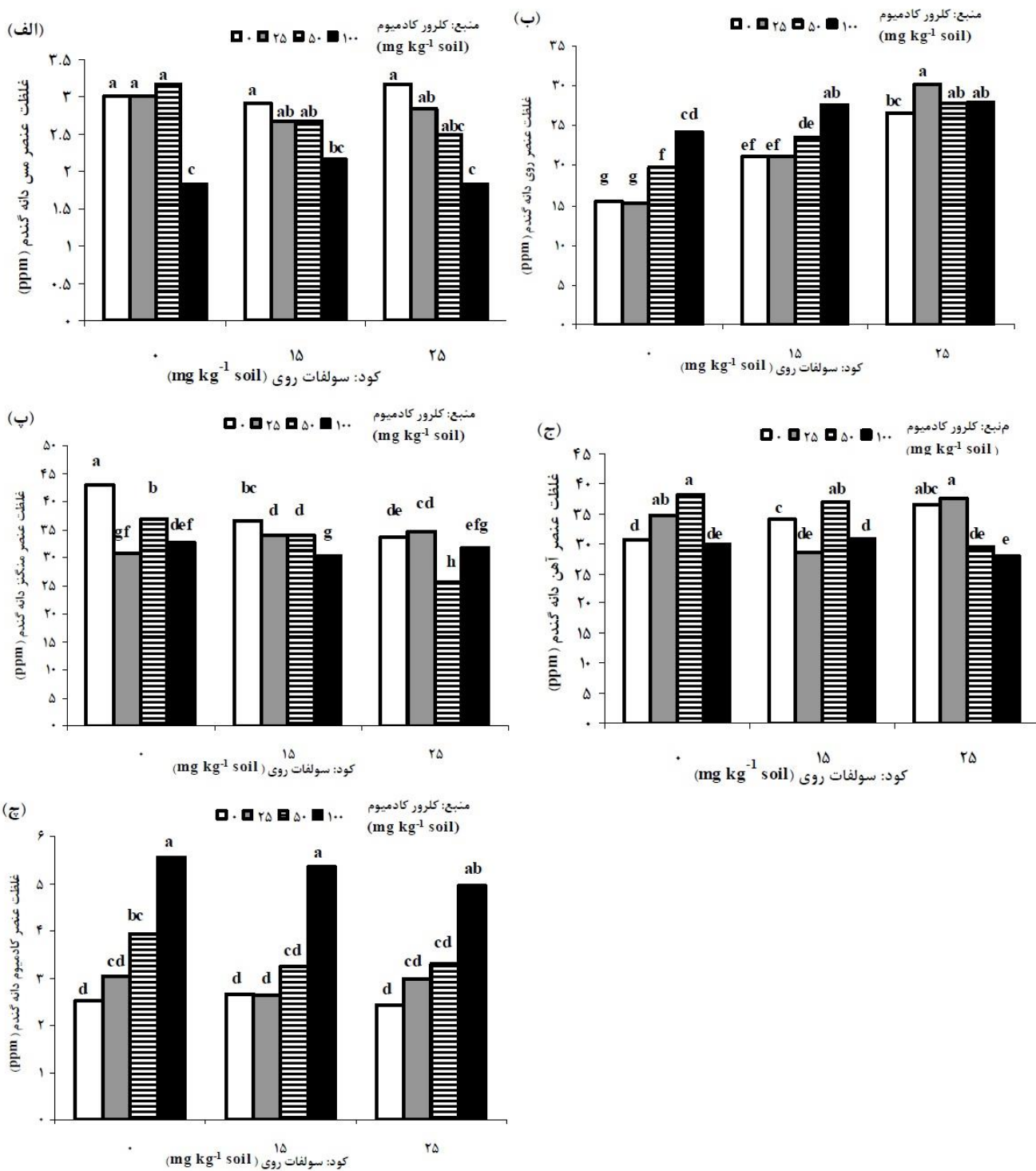
جدول ۲. تجزیه واریانس اثر باقی مانده کود روی، کادمیوم و برهمکنش آن‌ها بر کیفیت دانه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	روی (ppm)	مس (ppm)	منگنز (ppm)	آهن (ppm)	کادمیوم (ppm)
اثر سال	۲	۱۰/۰۱ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۳۷/۷۲ ^{ns}	۳۶/۸۸ ^{ns}	۰/۸۰ ^{ns}
اثر سولفات روی (Z)	۳	۵۴۱/۵۱ ^{**}	۲/۵۳ [*]	۱۱۷/۰۵ ^{**}	۱۰۷/۸۱ ^{**}	۲۴/۱۱ ^{**}
اثر کلرور کادمیوم (C)	۳	۱۰۲/۰۵ ^{**}	۴/۱۴ [*]	۱۴۴/۹۰ ^{**}	۹۹۶/۶۱ ^{**}	۲۷/۰۸ ^{**}
C×Z	۹	۳۵/۹۳ [*]	۲/۳۳ [*]	۸۵/۰۷ ^{**}	۱۰۶/۳۱ ^{**}	۵/۳۳ [*]
خطا	۳۰	۴/۵۹	۰/۳۷	۵/۴۱	۴/۴۴	۰/۵۳
ضریب تغییرات		۹/۱۶	۱۳/۰۳	۶/۹۱	۶/۴۰	۱۰/۴۷

^{ns}، ^{**} و ^{*} به ترتیب بیانگر نداشتن اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد می باشند (LSD=5%).

نتایج نشان داد بیشترین غلظت عنصر مس (Cu) در دانه گندم (۳/۱۶ppm) در شرایط اثر باقی مانده ۲۵ میلی گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک و عدم مصرف کلرور کادمیوم حاصل شد که با افزایش غلظت کلرور کادمیوم به ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک بیش از ۷۰ درصد کاهش یافت (شکل ۱ الف). بیشترین غلظت عنصر روی دانه گندم نیز در شرایط کاربرد ۲۵ میلی گرم سولفات روی و کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک به دست آمد که نسبت به عدم مصرف کلرور کادمیوم ۱۳ درصد افزایش نشان داد. در حالی که افزایش غلظت کلرور کادمیوم به ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، غلظت روی دانه گندم را ۷ درصد کاهش داد (شکل ۱ ب). نتایج نشان داد بیشترین غلظت عنصر منگنز (Mn) در دانه گندم (۴۳ppm) در شرایط عدم مصرف سولفات روی و کلرور کادمیوم حاصل شد و با افزایش غلظت کلرور کادمیوم به ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک غلظت منگنز ۲۴ درصد (۳۲/۶۷ppm) در مقابل (۴۳ppm) کاهش یافت (شکل ۱ پ). بیشترین غلظت آهن (Fe) دانه گندم (۳۸/۲ppm) در شرایط اثر باقی مانده ۵۰ میلی گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک و عدم کاربرد سولفات روی گزارش شد و با افزایش غلظت سولفات روی به ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک بیشترین غلظت آهن (۳۷/۴۳ppm) در شرایط اثر باقی مانده ۲۵ میلی گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک به دست آمد و افزایش غلظت کلرور کادمیوم به ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک غلظت آهن دانه گندم را ۲۶ درصد کاهش داد (شکل ۱ ج). نتایج نشان داد بیشترین غلظت کادمیوم در دانه گندم در شرایط اثر باقی مانده ۱۰۰ میلی گرم کلرور کادمیوم بر کیلوگرم خاک حاصل شد و با افزایش غلظت سولفات روی به ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، غلظت کادمیوم دانه گندم ۱۱ درصد کاهش یافت (شکل ۱ چ).

نتایج ما نشان داد کاربرد مقادیر بیشتر سولفات روی و یا افزایش آلودگی خاک با کادمیوم در کشت برنج می تواند، دسترسی گیاه زراعی گندم را به باقی مانده روی و یا کادمیوم در تناوب با برنج افزایش دهد. براساس نتایج Rashid (۲۰۰۵)، کاربرد خاکی عناصر ضروری کم مصرف می تواند نقش موثری در قابلیت دسترسی باقی مانده آن عناصر برای گیاه زراعی در کشت دوم و در تناوب با سایر گیاهان زراعی بازی نماید. در شرایط خاک های رسی، آهنی و دارای اسیدیته بالا کاربرد کود روی منجر به تثبیت این عنصر می شود، اما با گذشت زمان دسترسی گیاه زراعی در کشت دوم به اثر باقی مانده روی افزایش می یابد (Abid و همکاران، ۲۰۱۳). به نقل از Khan و همکاران (۲۰۰۹)، کاربرد مقادیر بیشتر کود روی در کشت برنج می تواند مقادیر بیشتری از روی را به صورت باقی مانده در اختیار گیاه زراعی گندم قرار دهد، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. در پژوهشی دیگر مشخص شد که کاربرد کود روی در کشت برنج توانست باعث بهبود کیفیت دانه گندم به ویژه در سال دوم تناوب گردد (Hussain و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، کاربرد کودهای حاوی عنصر روی می تواند نقش مثبتی در بهبود عملکرد محصولات زراعی و سلامت تغذیه ای انسان به خصوص در شرایط خاک های آلوده به کادمیوم داشته باشد (Srivastva و Dwivedi، ۲۰۱۴).



شکل ۱. اثر برهمکنش باقی مانده روی و کود بر غلظت عناصر مس (الف)، روی (ب)، منگنز (ب)، آهن (ج) و کادمیوم (چ) دانه گندم (میله‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند) (LSD=5%).

در مقابل، تجمع عناصر سنگین به‌ویژه کادمیوم در خاک و گیاه خطرات زیادی را برای سلامت محیط زیست و انسان به دنبال دارد. آلودگی خاک با کادمیوم توسط کودهای شیمیایی فسفاتی به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع افزایش آن در کشاورزی مدرن به شمار می‌رود. با توجه به اینکه اغلب خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک آهکی بوده، لذا این شرایط موجبات تثبیت فسفر را در خاک فراهم می‌کند. بنابراین در چنین شرایطی به‌منظور تامین فسفر مورد نیاز گیاه، کاربرد کود فسفر ضروری خواهد بود. کاربرد کودهای فسفاتی موجب افزایش هر چند اندک غلظت کادمیوم در کلیه خاک-های مورد استفاده در کشاورزی می‌گردد، لیکن با افزایش سطح کادمیوم خاک مقدار آن در محصولات برداشت شده و هم‌چنین شستشوی آن در لایه شخم افزایش می‌یابد (Payandeh و همکاران، ۲۰۱۸). برخی محققین گزارش دادند که با مصرف روی، غلظت عنصر کادمیوم در محصول دانه گندم دوروم کاهش یافت و میزان کاهش، همبستگی بالایی با اسیدیته، قدرت اکسیداسیون-احیا و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک داشت (Sohrabi-Yourtchi و Bayat، ۲۰۱۳؛ Slamet-Loedin و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد غلظت عناصر دانه گندم با افزایش غلظت کادمیوم تغییر یافت. میان غلظت کادمیوم دانه با غلظت مس، منگنز و آهن دانه گندم یک ارتباط منفی و معنی‌دار وجود داشت و بیشترین میزان این همبستگی منفی در سطح یک درصد میان کادمیوم و مس ($r^2 = -0/51^{**}$) مشاهده شد. در حالی که میان غلظت روی با محتوای آهن و کادمیوم دانه یک ارتباط مثبت و معنی‌دار به ترتیب با $r^2 = 0/39^*$ و $r^2 = 0/29^*$ گزارش شد (جدول ۳) که احتمالاً به دلیل شباهت رفتار شیمیایی روی و کادمیوم در دانه گیاه می‌باشد (Zhao و همکاران، ۲۰۰۵). هم‌چنین، جذب و انتقال سایر عناصر کم مصرف نیز می‌تواند تحت تاثیر برهمکنش کادمیوم و روی قرار گیرد. براساس نتایج Valizadehfard و همکاران (۲۰۱۲b)، در سطح ۵ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک غلظت آهن اندام هوایی برنج با کاربرد ۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک افزایش و با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک کاهش یافت. در مقابل، با افزایش غلظت کادمیوم به ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک افزایش غلظت روی منجر به افزایش غلظت آهن در اندام هوایی گیاه گردید.

جدول ۳. ضرایب همبستگی میان غلظت عناصر دانه گندم

کادمیوم	آهن	منگنز	روی	مس	
				۱/۰۰	مس
			۱/۰۰	۰/۳۵*	روی
		۱/۰۰	-۰/۵۱**	۰/۳۹*	منگنز
	۱/۰۰	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۳۹*	۰/۵۸**	آهن
۱/۰۰	-۰/۳۰*	-۰/۳۳*	۰/۲۹*	-۰/۵۱**	کادمیوم

^{ns}، ^{**} و ^{*} به ترتیب بیانگر نداشتن اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

امروزه، در راستای بهبود کارایی استفاده از منابع در سامانه‌های تناوبی کشت، می‌توان از قابلیت استفاده مجدد باقی‌مانده کود در کشت بعدی استفاده نمود. در برنج‌زارهای استان فارس، گندم در تناوب با کشت برنج قرار می‌گیرد. از آنجایی که در شرایط غرقاب قابلیت استفاده و دسترسی به عناصر غذایی تغییر می‌یابد و از سوی دیگر آلوده شدن برنج‌زارهای استان به فلزات سنگین یک تهدید جدی می‌باشد، لذا مدیریت بهینه عناصر غذایی به‌ویژه در جهت توسعه کشاورزی پایدار و تولید محصولات سالم امری ضروری است. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، اثر باقی‌مانده سولفات روی و کلرور کادمیوم بر غلظت عناصر دانه گندم معنی‌داری بود. نتایج نشان داد در شرایط اثر باقی‌مانده ۲۵ میلی‌گرم سولفات روی بر کیلوگرم خاک در کشت برنج غلظت عناصر مفید دانه گندم مانند مس، آهن، روی و منگنز ۸ درصد افزایش یافت. در حالی که، تجمع کادمیوم دانه گندم ۱۱ درصد با کاهش مواجه شد. به‌طورکلی در تناوب گندم-برنج و در شرایط آلودگی خاک با عناصر سنگین از جمله کادمیوم کاربرد ۲۵ میلی‌گرم سولفات روی بر کیلوگرم خاک در کشت برنج جهت بهبود کیفیت دانه گندم و کاهش اثرات منفی تجمع کادمیوم در یک خاک آهکی قابل توصیه است.



تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی زرقان فارس برای تامین وسایل و امکانات لازم برای انجام این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌گردد و هم‌چنین از همکاری صمیمانه جناب دکتر رضا مرادی طالب بیگی در تجزیه و تحلیل و تهیه این مقاله تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

- پاینده، خ.، جعفرنژاد، ع.، غلامی، ع.، شکوه‌فر، ع.ر. و پناه‌پور، الف. ۱۳۹۶. ارزیابی سیستم‌های مختلف کشت بر میزان غلظت کادمیوم در مراحل رشدی گندم. نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۱ (۳): ۶۵۳-۶۶۶.
- صادقی، س.، اوستان، ش.، نجفی، ن.الف.، ولیزاده، م. و منیری‌فر، ح. ۱۳۹۶. اثر متقابل کادمیوم و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. نشریه آب و خاک، ۳۱ (۲): ۴۶۰-۴۷۷.
- Abid, M., Ahmed, N., Qayyum, M. F., Shaaban, M., Rashid, A. 2013. Residual and cumulative effect of fertilizer zinc applied in wheat-cotton production system in an irrigated aridisol. *Plant, Soil and Environment*, 59 (11): 505-510.
- Cheng, S. F. and Huang, C. Y. 2006. Influence of cadmium on growth of root vegetables and accumulation of cadmium in the edible root. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 43: 243-252.
- Dwivedi, R., Srivastva, P. Ch. 2014. Effect of zinc sulphate application and the cyclic incorporation of cereal straw on yields, the tissue concentration and uptake of Zn by crops and availability of Zn in soil under rice-wheat rotation. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, 3 (53): 1-12.
- Hussain, I., Shah, H., Khan, M. A., Akhtar, W., Majid, A., Mujahid, M. Y. 2012. Productivity in rice-wheat crop rotation of Punjab: an application of typical farm methodology. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 25: 1-11.
- Khan, R., Gurmani, A. R., Gurmani, A. H., Sharifzia, M. 2007. Effect of phosphorus application on wheat and rice yield under wheat-rice system. *Sarhad Journal of Agriculture*, 2 (4): 851-856.
- Payandeh, K., Jafarnejadi, A., Gholami, A., Shokohfar, A. and Panahpor, E. 2018. Evaluation of Cd Concentration in Wheat Crop Affected by Cropping System. *Jundishapur Journal of Health Science*, 1-10.
- Rashid, A. 2005. Establishment and management of micronutrients deficiencies in soils of Pakistan: a review. *Soil and Environment*, 24: 1-22.
- Sebastian, A. and Prasad, M. N. V. 2014. Cadmium minimization in rice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34:155-173.
- Slamet-Loedin, I. H., Johnson-Beebout, S. E., Impa, S. and Tsakirpaloglou, N. 2015. Enriching rice with Zn and Fe while minimizing Cd risk. *Frontiers in Plant Science*. 6: 1-9.
- Sohrabi-Yourtchi, M., and Bayat, H. R. 2013. Effect of cadmium toxicity on growth, cadmium accumulation and macronutrient content of durum wheat. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6(15): 1099-1103.
- Soltanpour, PN. 1985. Use of AB-DTPA to evaluate elements availability and toxicity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 16: 323-338.
- Valizadehfard, F., Reyhanitabar, A., Najafi, N. and Oustan, Sh. 2012a. Interactive Effects of Cadmium and Zinc Application on Their Uptake by Rice Under Waterlogged and Non-waterlogged Conditions. *Journal of Plant Physiology and Breeding*. 2 (2): 1-12.
- Valizadehfard, F., Rihani-Tabar, A., Najafi, N. and Oustan, S. 2012b. The combined effect of cadmium and zinc in a calcareous soil on the uptake of phosphorus, copper, iron and manganese by two varieties of rice in flooded and non-waterlogged conditions. *Journal of Soil and Water Research*, 1 (43): 207-219.
- Zhao, Z. Q., Zhu, Y. G., Kneer, R. and Smith, S. E. 2005. Effect of zinc on cadmium toxicity-induced oxidative stress in winter wheat seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 28: 1947-1959.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Residual zinc and cadmium impact on quality of wheat grain under rice rotation in a Calcareous soil

Mirzavand^{*1}, J.

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zarghan, Iran.

Abstract

In order to determine the effects of residual zinc (Zn) and cadmium (Cd) impact on quality of wheat grain under rice rotation, 2-year field experiment was arranged as a factorial based on randomized complete block design with three replications at Zarghan, Fars province. Treatments were zinc at three rates (0, 15 and 25 mg zinc-sulfate Kg⁻¹ soil) and cadmium at four rates (0, 25, 50 and 100 mg cadmium chloride kg⁻¹ soil). The highest Cd concentration in grain of wheat (5.56 ppm) was obtained when 100 mg cadmium chloride kg⁻¹ soil applied under rice cultivation. Similarly, results showed that concentration elements into wheat grain decreased by 11%, when 100 mg cadmium chloride kg⁻¹ soil applied. However, applying 25 mg zinc-sulfate kg⁻¹ soil increased concentration elements into wheat grain 12%. Likewise, a negative relation was observed between Cd concentration and copper (Cu), magnesium (Mn), Iron (Fe) and Zn elements, while a strong relation was recorded between Cd and Cu, $r^2=-0.51^{**}$. In general, applying 25 mg zinc-sulfate kg⁻¹ soil improved quality of wheat grain and decreased the negative effects of Cd under rice rotation in a Calcareous soil.

Keywords: Micro-elements nutrition; Residual fertilizer; Soil contamination; Zinc-sulfate.

* Corresponding author, Email: j.mirzavand@areeo.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گندم در شمال دزفول

سید حسین محمودی نژاد دزفولی *

عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود دامی ورمی کمپوست و سپراتور (کود دامی که شیرابه آن خارج شده است) بر عملکرد گندم، آزمایشی به صورت T-test در ۶ تیمار و به مدت یک سال (۱۳۹۲-۱۳۹۳) در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول اجرا گردید (ایستگاه تحقیقات کشاورزی فدک) اجرا گردید. تیمارها شامل ۱- کاربرد پنج تن در هکتار کود سپراتور + کود شیمیایی ۲- کاربرد هشت تن در هکتار کود ورمی کمپوست ۳- کاربرد سه تن در هکتار کود ورمی کمپوست + کود شیمیایی ۴- کاربرد هفت تن در هکتار کود ورمی کمپوست + کود شیمیایی ۵- کاربرد سه و نیم تن در هکتار کود ورمی کمپوست + سه و نیم تن در هکتار کود سپراتور + کود شیمیایی ۶- شاهد (کود شیمیایی) بود. با توجه به نتایج پروژه می توان دریافت که تیمار ۳ از نظر عملکرد در سطح ۱ درصد با شاهد اختلاف معنی دار داشته و می توان آن را به عنوان تیمار برتر (۱۹/۸ درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد) انتخاب و به کشاورزان توصیه نمود.

کلمات کلیدی: ورمی کمپوست، گندم، عملکرد

مقدمه

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی موجب معضلات زیست محیطی زیادی از جمله آلودگی منابع آب، خاک و کاهش میزان حاصلخیزی خاک گردیده است. امروزه توجه به کودهای ورمی کمپوست به دلیل توسعه جمعیت، توجه به محصولات سالم و سیستم کشاورزی پایدار افزایش یافته است. شیرابه حاصل از کود دامی بر اثر آبپاشی تی کمپوست^۱ نامیده می شود که در مزارع به عنوان کود مصرف می شود و بخش جامد باقیمانده سپراتور نامیده می شود که ارزش تغذیه ای فراوانی دارد. در تحقیق انجام شده توسط Joshi و همکاران در سال ۲۰۱۳ کاربرد مقادیر کم ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار) بر عملکرد و کیفیت محصول گندم موثرتر از مقادیر زیاد آن (۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) بود و به طور کلی استفاده از ورمی کمپوست را مقرون به صرفه دانسته اند. Gopinath و همکاران در تحقیق خود در سال ۲۰۰۸ اعلام کردند تیمارهای دارای ورمی کمپوست + کود شیمیایی نسبت به شاهد (فاقد ورمی کمپوست) از عملکرد دانه گندم بیشتری برخوردار بودند. با توجه به تولید زیاد کودهای ورمی کمپوست در منطقه، نظرات بسیار متفاوت و گاهاً ضد و نقیض کشاورزان در مورد تأثیر کود ورمی کمپوست بر عملکرد گندم در منطقه همچنین مشکل کمبود ماده آلی در خاک های خوزستان نتایج این تحقیق می تواند برای منطقه راه گشا باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر کود ورمی کمپوست و سپراتور (کود دامی شستشو شده) بر عملکرد گندم آبی و مقایسه آن با کودهای شیمیایی، آزمایشی به صورت T-test در ۶ تیمار و به مدت یک سال (۱۳۹۲-۱۳۹۳) اجرا گردید. این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی فدک دزفول با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۴۸/۳۰ شرقی و ۳۲/۲۴ درجه شمالی انجام گردید. تیمارها شامل ۱- کاربرد پنج تن در هکتار کود سپراتور + کود شیمیایی ۲- کاربرد هشت تن در هکتار کود ورمی کمپوست ۳- کاربرد سه تن در هکتار کود ورمی کمپوست + کود شیمیایی ۴- کاربرد هفت تن در هکتار کود ورمی کمپوست + کود شیمیایی ۵- کاربرد سه و نیم تن در هکتار کود ورمی کمپوست + سه و نیم تن در هکتار کود سپراتور + کود

* نویسنده مسئول: shmn178@yahoo.com

شیمیایی ۶- شاهد (کود شیمیایی) بود. پس از عملیات تهیه زمین از عمق ۰-۳۰ سانتی متر نمونه مرکب خاک تهیه و به همراه نمونه‌ای از کود ورمی کمپوست و سپراتور جهت آنالیز N، P، K، درصد رطوبت، EC، pH، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس به آزمایشگاه ارسال گردیدند.

نمونه	عمق	EC _e	pH	O.C	N	P	K	Cu	Fe	Zn	Mn	بافت
	cm	dS.m ⁻¹		%	(tot)	mg.kg ⁻¹						
خاک (ایستگاه تحقیقاتی فدک)	۳۰-۰	۱/۴۵	۷/۳	۰/۵۷	۰/۵۷	۱۲/۰	۱۱۲	۰/۵۰	۰/۸	۱/۷	۱/۰	لوم

جدول ۱. نتایج تجزیه نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر محل انجام آزمایش

نمونه	EC _e	pH	O.M	N(tot)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd
	dS.m ⁻¹		%	%	%	%	mg.kg ⁻¹				
ورمی کمپوست	۱/۳	۷/۹۳	۳۲/۱	۲/۰	۲/۲	۱/۱	۴۲	۶۰۰	۳۷۰	۱۵۰	۱/۰
سپراتور	۲/۴	۸/۱۵	۵۰/۵	۱/۶	۰/۸	۰/۵	۲۰	۹۷۰	۲۰۰	۴۰	۱/۰

جدول ۲. نتایج تجزیه کود ورمی کمپوست و سپراتور

کود اوره به صورت ۱/۳ قبل از کاشت، ۱/۳ زمان پنجه دهی و ۱/۳ مرحله ساقه رفتن توزیع گردید در حالی که بقیه کودهای شیمیایی قبل از کاشت در کرت‌ها اعمال گردید. در ایستگاه تحقیقات فدک دزفول از رقم چمران، دستگاه گاسپاردو^۲ جهت کاشت استفاده گردید. در این تحقیق ابعاد هر کرت ۶ × ۵ متر (۳۰۰ مترمربع)، فاصله کرت‌ها یک متر و تراکم کاشت ۴۵۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ پس از حذف حاشیه‌ها در هر کرت یادداشت برداری از صفاتی همچون وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب نمونه خاک قبل از اجرای آزمایش و برخی خصوصیات شیمیایی کود ورمی کمپوست و سپراتور به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آمده است. نتایج تجزیه کودها (جدول ۲) نشان می‌دهد کود ورمی کمپوست نسبت به سپراتور از نظر میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در وضعیت بهتری قرار گرفته و ارزش تغذیه‌ای بالاتری دارد. جدول ۲ نشان می‌دهد درصد ماده آلی کود سپراتور (OM%) بیشتر از ورمی کمپوست است که علت آن استفاده از فضولات حیوانی (کود دامی) به عنوان منبع تهیه کود سپراتور است. درصد نیتروژن در کود ورمی کمپوست بیشتر از سپراتور است که در توجیه علت آن می‌توان گفت سپراتور در واقع کود آلی است که شیرابه آن خارج شده است و بدلیل خروج شیرابه میزان نیترات کود آلی کاهش یافته است. از دلایل دیگر افزایش درصد نیتروژن در کود ورمی کمپوست نسبت به سپراتور ترشحات کرم خاکی در بستر تولید کود ورمی کمپوست است. مایع نیتروژنی ترشح شده توسط کرم‌ها، تجزیه لاشه این جانداران پس از مرگ همچنین افزایش فعالیت باکتری‌های تولید



کننده نیترات در فضولات کرم باعث افزایش نیتروژن قابل جذب گیاه می‌شود (سماوات، ۱۳۸۲ و Ranva، ۲۰۰۶). بر اساس جدول ۲ می‌توان دریافت هدایت الکتریکی کود ورمی کمپوست به نحو چشمگیری بیشتر از سپراتور می‌باشد که این امر می‌تواند موجب کاهش عملکرد در گیاه گردد. Sanchez- Monedero و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقات خود نشان دادند کاربرد کمپوست بدلیل غلظت کلسیم، منیزیم و کلر موجود در آن می‌تواند موجب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی (EC) خاک و کاهش عملکرد در گیاه گردد. با توجه به مطالب فوق می‌توان دریافت که سپراتور نسبت به کود ورمی کمپوست با وجودی که میزان عناصر غذایی آن کمتر است ولی از نظر تاثیر بر شوری خاک از وضعیت مناسب تری برخوردار است. نتایج آزمون ۴ استیوندنت در جدول ۳ نشان می‌دهد که در اغلب موارد نتیجه آزمون فرضیه نول در مورد یکنواختی واریانس‌ها معنی دار نبوده که این امر بیانگر یکنواختی تفاوت بین نمونه‌های برداشت شده است. در تمام تیمارهای دارای کود شیمیایی (تیمارهای ۱، ۳، ۴، ۵ و ۶) جهت محاسبه کود کاربردی ابتدا مقادیر عناصر غذایی موجود در خاک، ورمی کمپوست و سپراتور بر اساس آنالیز آن‌ها (جداول ۱ و ۲) محاسبه سپس بر اساس توصیه کودی گندم در منطقه، مابالتفاوت نیاز کودی به صورت کود شیمیایی به خاک افزوده شده است. در پروژه اجرا شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی فدک، وزن هزار دانه تمامی تیمارها بیشتر از شاهد بود و با شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۳). در این پروژه تعداد دانه در سنبله تمامی تیمارها کمتر از شاهد بود (جدول ۳). همان جدول نشان می‌دهد که عملکرد دانه در تیمار ۱ و ۲ کمتر از شاهد و در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ بیشتر از شاهد است هر چند که عملکرد تیمارهای ۱، ۲، ۴ و ۵ فاقد اختلاف معنی‌دار با شاهد است. جدول ۳ نشان می‌دهد که تیمار ۳ (۴/۳۹ تن در هکتار) بیشترین عملکرد را داشته و در سطح ۱ درصد با شاهد اختلاف معنی‌دار داشته است. در مورد علت عملکرد حداکثر در تیمار ۳ می‌توان گفت که این تیمار از نظر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در سطح متعادل و بهتری نسبت به سایر تیمارها قرار داشته (جدول ۳) و احتمالاً از تعداد سنبله در متر مربع بیشتری برخوردار بوده است. با در نظر گرفتن یکنواختی تفاوت بین نمونه‌های برداشت شده (پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها) در جدول ۳ می‌توان دریافت که کاربرد ۸ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث تولید حداقل عملکرد گردیده که با توجه به عدم آزاد سازی کامل عناصر غذایی در سال اول توسط کودهای کمپوست دور از انتظار نمی‌باشد (مرجوی، ۱۳۸۲). مطلب اخیر نشان می‌دهد که جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه در گندم کاربرد توام کود ورمی کمپوست و شیمیایی ضروری است. یوسفی و صادقی (۲۰۱۴) گزارش کردند کاربرد توام ورمی کمپوست کود حیوانی + کود شیمیایی اثر معنی‌داری بر عملکرد و وزن هزار دانه در گندم داشته است.

جدول ۳. مقایسه آماری تیمارهای مختلف به صورت دو به دو با استفاده از آزمون t استیودنت

صفت	مقایسه تیمارها	نتیجه آزمون فرضیه نول برای یکنواختی واریانس‌ها	میانگین تیمار	میانگین شاهد	احتمال
عملکرد دانه $t.ha^{-1}$	مقایسه تیمار شماره ۱ با شاهد	رد فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳/۱	۳/۵۲	۰/۱۰ ns
	مقایسه تیمار شماره ۲ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳/۴۷	۳/۵۲	۰/۸۵ ns
	مقایسه تیمار شماره ۳ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۴/۳۹	۳/۵۲	۰/۰۰۸**
	مقایسه تیمار شماره ۴ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳/۹۴	۳/۵۲	۰/۱۶ ns
	مقایسه تیمار شماره ۵ با شاهد	رد فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳/۷۲	۳/۵۲	۰/۳۹ ns
تعداد دانه در سنبله	مقایسه تیمار شماره ۱ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳۸/۰	۴۶/۰	۰/۰۰**
	مقایسه تیمار شماره ۲ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳۷/۹	۴۶/۰	۰/۰۰**
	مقایسه تیمار شماره ۳ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۴۱/۰	۴۶/۰	۰/۰۰۴**
	مقایسه تیمار شماره ۴ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۴۱/۰	۴۶/۰	۰/۰۰۱**
	مقایسه تیمار شماره ۵ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۴۴/۰	۴۶/۰	۰/۳۱ ns
وزن هزار دانه g	مقایسه تیمار شماره ۱ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۴۱/۰	۳۰/۰	۰/۰۰**
	مقایسه تیمار شماره ۲ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳۵/۰	۳۰/۰	۰/۰۰**
	مقایسه تیمار شماره ۳ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۴۰/۰	۳۰/۰	۰/۰۰**
	مقایسه تیمار شماره ۴ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳۹/۰	۳۰/۰	۰/۰۰**
	مقایسه تیمار شماره ۵ با شاهد	پذیرش فرضیه تساوی واریانس‌ها	۳۹/۰	۳۰/۰	۰/۰۰**

نتیجه‌گیری

با توجه به بحث کشاورزی پایدار، نتایج پروژه نشان داد تیمار کاربرد سه تن در هکتار ورمی کمپوست + کود شیمیایی منجر به افزایش ۱۹/۸ درصد در عملکرد نسبت به شاهد گردید که می‌توان آن را به عنوان تیمار برتر انتخاب نمود. البته باید متذکر گردید که مدیریت استفاده از کود های دامی و ورمی کمپوست در مزارع اهمیت زیادی داشته و ممکن است موجب آلودگی منابع آب زیر زمینی گردد به همین منظور لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام گردد.



منابع:

- آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. اطلاعات محصولات کشاورزی بر اساس سال زراعی و محصول به تفکیک نام استان. ۱۳۸۹-۱۳۹۰.
- سماوات، س.، ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۲. ضرورت تولید صنعتی ورمی کمپوست با استفاده از ضایعات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۳۱۷ موسسه تحقیقات خاک و آب.
- مرجوی، ع. ۱۳۸۲. بررسی اثرات کمپوست شهری بر عملکرد چغندر قند و گندم و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۷، شماره ۱: ۲۷-۱۹.
- Gopinath, K. A., Supradip, S., Haritpande, M. S., and Gupta, H. S. 2008. Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 82, 51-60.
- Joshi, R., Adarsh, P. V., and Singh, J. 2013. Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: a field study. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(16), 1-7.
- Ranva, R. S., and Singh, K. P. 2006. Effect of integrated nutrient management with vermicompost on productivity of wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agronomy*, 26 (2), 34-37.
- Sanchez- Monedero, M. A., Roig. A., Paredes, C., and Bernal, M. P. 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bio. Tech*, 78: 301-308.
- Yousefi, A. A., and Sadeghi, M. 2014. Effect of vermicompost and urea chemical fertilizers on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*) in the field condition. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7(12), 1227-1230.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Effect of Combined Application of Organic and Chemical Fertilizers on wheat yield in North of Khuzestan

Mahmoodi Nezhad Dezfully. S. H*

¹ Faculty member of Soil & Water Research Department, Safiabad Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, Dezful, AREEO, Iran

Abstract

In order to study effect of vermicompost and separator fertilizer on yield of wheat, an experiment was conducted at Safiabad Agricultural Research Center (Fadak Agricultural Research Station) with T-Test design and 6 treatments during 2013- 2014. The treatments included:

- 1- 5 ton. ha⁻¹ separator + chemical fertilizer.
- 2- 8 ton. ha⁻¹ vermicompost.
- 3- 3 ton. ha⁻¹ vermicompost + chemical fertilizer.
- 4- 7 ton. ha⁻¹ vermicompost + chemical fertilizer.
- 5- 3.5 ton. ha⁻¹ vermicompost + 3.5 ton. ha⁻¹ separator+ chemical fertilizer.
- 6- Control (chemical fertilizer).

The results of project showed that third treatment had significant difference at 1% probability level from yield aspect with control and so it can be selected as the best treatment (19.8% increase of yield than control) and recommended to farmers.

Keywords: vermicompost, wheat, yield

* Corresponding author, Email: SHMN178@YAHOO.COM

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تاثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر رشد، تولیدپياز و محتوی عناصر غذایی در گل مریم در منطقه خوزستان

سید حسین محمودی نژاد دزفولی*

عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران

چکیده

به منظور بررسی سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گل مریم رقم دابل، آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۱۲ تیمار و ۳ تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول اجرا گردید. فاکتورها شامل چهار سطح نیتروژن شامل ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره و سه سطح پتاسیم شامل ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم بود. نتایج نشان داد که پتاسیم فقط بر طول خوشه در سطح ۱٪ و بر تعداد پیاز و پیازچه در کرت در سطح ۵٪ معنی دار بوده و بر بقیه پارامترهای مورد بررسی موثر نمی باشد. نیتروژن بر طول ساقه، طول خوشه، تعداد گلچه در خوشه، نیتروژن برگ، تعداد پیاز و پیازچه در کرت در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. اثرات متقابل نیتروژن در پتاسیم فقط بر تعداد گلچه در خوشه و تعداد پیاز و پیازچه در کرت در سطح ۱٪ معنی دار بوده و بر بقیه پارامترهای مورد نظر اثر معنی داری نداشت. بهترین تیمار نیتروژن و K_2O جهت دستیابی به رشد بهینه به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار معرفی می گردد.

کلمات کلیدی: نیتروژن، پتاسیم، خصوصیات کمی و کیفی، گل مریم

مقدمه

ایران کشوری وسیع با تنوع آب و هوایی است. تنوع آب و هوایی ایران، این اجازه را می دهد که در پرورش گل و گیاهان زینتی نه تنها تقاضای بازار داخلی بلکه بخشی از تقاضای بازار چهار میلیارد دلاری انواع گل و گیاهان زینتی را تامین کند. بر اساس آمار رسمی، سطح زیر کشت گل مریم در کشور حدود ۲۰۰ هکتار می باشد، که استان خوزستان با داشتن ۱۲۲ هکتار در مقام اول می باشد و بعد از آن استان های تهران با سطح ۴۴ هکتار، مرکزی با ۱۵ هکتار و خراسان با سطح ۲ هکتار در مقام های دوم تا چهارم قرار می گیرند. همین آمار نشان می دهد که تعداد گل شاخه بریده مریم برابر با ۴۷۵۷۵۲۰۰ شاخه می باشد که استان تهران با تولید ۲۶۷۰۵۷۰۰ شاخه، مرکزی با ۳۷۵۰۰۰۰ شاخه و استان خراسان با ۱۰۰۰۰۰۰ شاخه در مقام های دوم تا چهارم قرار می گیرند (بی نام، ۱۳۸۹).

گل مریم نیاز به مواد غذایی زیادی دارد محققین نشان دادند که حداکثر ارتفاع گیاه، طول خوشه و تعداد گل آذین در هر مترمربع در اثر استفاده از نیتروژن به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست می آید. اما مصرف نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب گردید تا بیشترین تعداد گلچه در هر گل آذین ظاهر شود (Singh, ۲۰۰۰). Sharma در سال ۲۰۰۷ اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و فاصله کشت را در گل مریم بررسی و اعلام کرد که ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن با فاصله کشت ۲۰ × ۳۰ سانتی متر بهترین رشد و عملکرد را باعث می گردد.

مواد و روشها

این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر رشد، گلدهی و تولید پیاز در گل مریم بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول بمدت دو سال (۱۳۹۳-۱۳۹۴) اجرا شد. سطوح مختلف نیتروژن شامل ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (در سه تقسیط: هنگام کاشت - ۴۵ روز پس از کاشت - ۶۰ روز پس از کاشت) و سطوح مختلف پتاسیم شامل ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم می باشد. برای انجام پروژه ابتدا از زمین مورد نظر از عمق ۰-۳۰ سانتی متر نمونه مرکب خاک تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. کرت های آزمایش به عرض و طول ۱/۵ متر و فاصله بین کرت ها ۵۰ سانتی متر ایجاد گردید. کود سوپر فسفات تربیل بر اساس آزمون خاک و کود دامی گوسفندی به میزان ۱۵ تن در هکتار در تمام کرت ها بطور یکنواخت توزیع گردید. در اوایل مردادماه پیازهای گل مریم با محلول ضد عفونی کننده کار بندازیم دو در هزار به مدت ۱۰ دقیقه ضد عفونی و با تراکم ۳۶ پیاز در هر کرت با فاصله ۲۵ سانتی متر کاشته شد. در آبان و آذرماه یادداشت برداری از صفات مورد نظر همچون طول ساقه، طول خوشه، تعداد گلچه، نیتروژن برگ و تعداد پیاز و پیازچه در کرت انجام گردید. صفات اندازه گیری شده برای سال اول و دوم

* ایمیل نویسنده مسئول: shmn178@yahoo.com

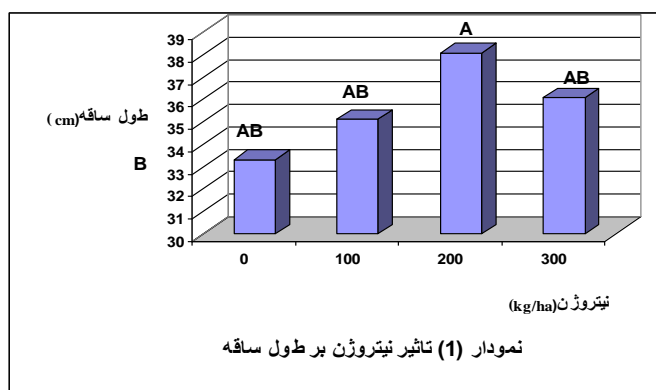
بصورت مجزا و بصورت تجزیه مرکب دو سال توسط نرم افزار آماری MSTATC تجزیه تحلیل شده و تیمارهای برتر از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان می دهد که سطوح مختلف نیتروژن، پتاسیم بر روی برخی خصوصیات کمی و کیفی گل مریم تاثیر داشته اند. در این تحقیق وارپته (اطلاعات ژنتیکی) یکسان بوده ولی شرایط تغذیه (فراهمی عناصر غذایی) و فاکتورهای محیطی متفاوت بوده است. معنی دار شدن اثر سال بر پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق نشان می دهد که فاکتورهای محیطی در دو سال با همدیگر اختلاف داشته است. وجود سرمای شدید در سال دوم انجام آزمایش و اختلاف در آنالیز خاک که غیر قابل اجتناب می باشد منجر به معنی دار شدن اثر سال گردیده است.

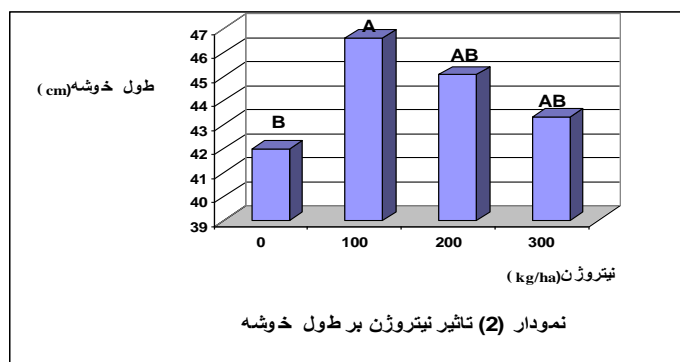
تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن و پتاسیم بر طول ساقه در گل مریم

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها با توجه به جدول (۱) نشان داد که تاثیر نیتروژن و همچنین اثر سال بر طول ساقه در سطح ۱٪ معنی دار بوده ولی اثرات موجود دیگر معنی دار نگردیده است. با توجه به نمودار (۱) می توان دریافت با افزایش نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلو گرم درهکتار، طول ساقه افزایش و پس از آن کاهش یافته است. همان نمودار نشان می دهد بیشترین طول ساقه مربوط به تیمار N_2 می باشد که طول ساقه آن ۳۸/۰۷ سانتی متر می باشد.



تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن و پتاسیم بر طول خوشه در گل مریم

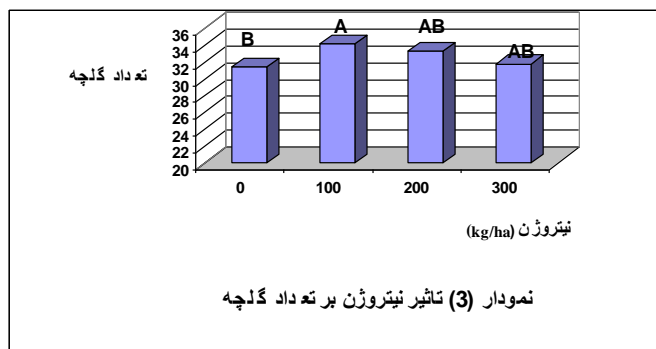
جدول (۱) نشان می دهد تاثیر نیتروژن، پتاسیم و همچنین اثر سال بر طول خوشه در سطح ۱٪ معنی دار بوده ولی اثرات موجود دیگر معنی دار نگردیده است. با توجه به نمودار (۲) می توان دریافت با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلو گرم درهکتار طول خوشه افزایش و در مقادیر بیشتر نیتروژن، پارامتر فوق کاهش می یابد البته این کاهش از نظر آماری معنی دار نمی باشد. همان نمودار نشان می دهد بهترین تیمار مصرف نیتروژن N_2 می باشد که طول خوشه آن ۴۶/۶۲ سانتی متر بوده است.



تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن و پتاسیم بر تعداد گلچه در خوشه

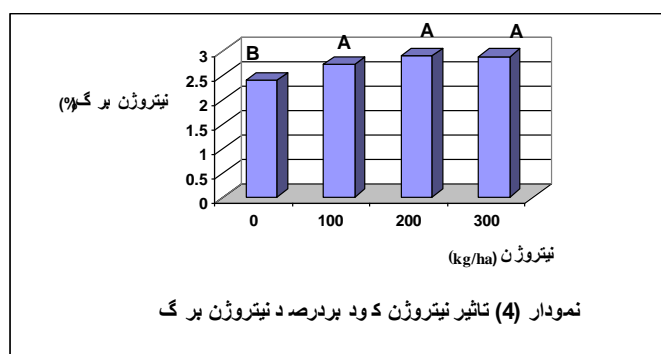
با توجه به جدول (۱) می توان دریافت تاثیر نیتروژن، سال، اثرات متقابل سال در تکرار و پتاسیم در نیتروژن بر تعداد گلچه در سطح ۱٪ معنی دار بوده و اثرات دیگر بر پارامتر فوق معنی دار نگردیده است. با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۰۰ کیلو گرم درهکتار، تعداد گلچه افزایش و در مقادیر

بیشتر نیتروژن، پارامتر فوق کاهش می یابد. با توجه به مطالب فوق بهترین تیمار مصرف نیتروژن N_2 بوده که تعداد گلچه مربوط به آن ۳۴/۱۵ می باشد (نمودار ۳). با توجه به معنی دار بودن اثرات متقابل نیتروژن در پتاسیم بر تعداد گلچه، بهترین تیمار مربوط به N_2K_1 (۳۶/۴۴) گلچه در خوشه می باشد.



-تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن و پتاسیم بر درصد نیتروژن برگ قبل از گلدهی

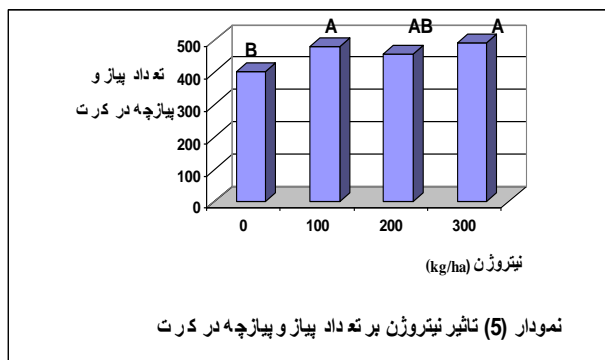
با توجه به جدول (۱) تاثیر نیتروژن و همچنین اثر سال بر نیتروژن برگ قبل از گلدهی در سطح ۱٪ معنی دار بوده ولی اثرات موجود دیگر معنی دار نگردیده است. افزایش نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار، نیتروژن برگ قبل از گلدهی را افزایش و پس از آن کاهش داده است البته اختلاف بین سطوح ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار معنی دار نبوده و همه در سطح آماری A قرار گرفته اند. بهترین تیمار مصرف نیتروژن N_2 می باشد که نیتروژن برگ آن ۲/۷۳ درصد می باشد (نمودار ۴).



-تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن و پتاسیم بر مجموع تعداد پیاز و پیازچه در کرت در گل مریم

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها با توجه به جدول (۱) نشان داد که اثرسال، نیتروژن و اثر متقابل نیتروژن در پتاسیم در سطح ۱٪ و اثر پتاسیم در سطح ۵٪ معنی دار بوده ولی اثرات موجود دیگر معنی دار نگردیده است. با افزایش نیتروژن بیشترین تعداد پیاز و پیازچه مربوط به تیمار ۳۰۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار بوده که بدلیل عدم اختلاف معنی دار تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار، بهترین تیمار نیتروژن N_2 می باشد که ۱۹/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان می دهد (نمودار ۵). با توجه به معنی دار بودن اثر پتاسیم، مصرف ۱۵۰ کیلو گرم K_2O منجر به تولید حداکثر تعداد پیاز و پیازچه گردیده است. با توجه به معنی دار بودن اثرات متقابل نیتروژن در پتاسیم بیشترین تعداد پیاز و پیازچه مربوط به N_2K_1 (۵۳۵/۶۶) و N_4K_2 (۵۵۰/۶۶) می باشد که با توجه به یکسان بودن سطوح آماری آنها بهترین تیمار N_2K_1 معرفی می گردد.

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



در نهایت با توجه به نتایج تحقیق می توان دریافت در اکثر پارامتر های فوق بهترین تیمار مصرف نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. همچنین Parmer (۲۰۰۷) گزارش کرد که علت افزایش تعداد گلچه در خوشه بر اثر کاربرد نیتروژن بدلیل سنتز اسید های آمینه، تشکیل کلروفیل و انتقال بهتر کربوهیدراتها بوده که نهایتا رشد بهتر طول ساقه و افزایش تعداد گلچه را موجب می شود. در اکثر صفات فوق الذکر کاربرد نیتروژن در مقادیر زیاد باعث اثر منفی و کاهش پارامتر مربوطه شده که علت آن اثرات متقابل نیتروژن در سطوح زیاد با تعدادی از عناصر غذایی می باشد. (Loue، ۱۹۷۳). یافته های این تحقیق نشان می دهد پتاسیم اثر معنی داری بر اکثر پارامتر های مورد بررسی نداشته که این یافته با تحقیقات Kishore (۲۰۰۶) در گل مریم تطابق دارد. یافته های تحقیق در نمودار (۱) نشان می دهد حداکثر طول ساقه توسط ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست می آید که ۱۴/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان می دهد. Sultana و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کرد حداکثر پارامتر های کمی در گل مریم توسط کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمده در حالیکه ارتفاع گیاه بوسیله کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن به حداکثر می رسد که دلالت بر تاثیر بیشتر نیتروژن در افزایش طول ساقه نسبت به سایر پارامتر های کمی می باشد. Hilman (۱۹۶۱)، علت افزایش رشد گل مریم توسط کاربرد نیتروژن را نقش کلیدی نیتروژن در تشکیل مولکولهای مهمی مثل نوکلئوتیدها، نوکلئیک اسیدها و کوانزیم های ویژه که نقش مهمی در متابولیسم گیاه دارند می داند. همچنین این تحقیق کمبود نیتروژن را موجب کاهش مقدار اکسین و نهایتا رشد می داند.

جدول (۱) تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کیفی گل مریم تحت تاثیر تیمار های مختلف

منبع تغییرات	df	طول ساقه	طول خوشه	تعداد گلچه در خوشه	نیتروژن برگ	تعداد پیاز و پیازچه در کرت
سال	۱	۷۲۵۳/۴ **	۴۳۹۹/۲ **	۵۳/۱۳ **	۱۳/۷۲ **	۱۰۶۰۲۰/۲ **
تکرار*سال	۴	۱/۸۷ ns	۱۹/۷۴ ns	۱۳/۷۶ **	۰/۳۵ ns	۱۷۴۶/۹ ns
نیتروژن	۳	۷۰/۳۷ **	۷۳/۷۸ **	۳۰/۰۷ **	۰/۹۸ **	۲۷۴۸۶/۵ **
سال*نیتروژن	۳	۱۵/۰۹ ns	۲۴/۴۶ ns	۷/۳۶ ns	۰/۰۸ ns	۳۵۳۵/۶ ns
پتاسیم	۲	۱۱/۲۸ ns	۶۳/۳۰ **	۰/۱۶ ns	۰/۰۱ ns	۲۶۲۳۴/۸ *
سال*پتاسیم	۲	۰/۵۳۵ ns	۷/۵۵ ns	۳/۷۵ ns	۰/۰۴ ns	۱۷۳۸/۵ ns
پتاسیم*نیتروژن	۶	۴/۰۹۳ ns	۱۰/۴۲ ns	۱۴/۴۳ **	۰/۰۸ ns	۱۹۰۵۸/۵ **
سال*پتاسیم*نیتروژن	۶	۴/۱۷ ns	۱۸/۸۱ ns	۲/۸۷ ns	۰/۰۲ ns	۱۰۱۲۰/۳ ns
خطا	۴۴	۶/۳۶	۱۰/۳۴	۳/۳۰	۰/۰۴	۵۸۶۵/۱
% CV	-	۷/۰۸	۷/۲۷	۵/۵۷	۷/۷۴	۱۶/۷۸

ns یعنی اختلاف معنی دار نیست

* و ** بترتیب یعنی اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.



نتیجه گیری

بر اساس نتایج دو ساله و با در نظر گرفتن تیمارهای برتر در هر کدام از صفات مورد اندازه گیری می توان دریافت که تیمار N_2K_2 (مصرف ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن و ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار K_2O) تیمار مناسب بدست آمده از نتایج این تحقیق می باشد که میتوان با توجه به آزمون خاک و تکرار طرح در نقاط دیگر به گلکاران توصیه نمود. این کار در مرحله نخست بسود گلکار بوده زیرا می تواند کمیت و کیفیت گل مریم را بالا برده همچنین از مصرف بی رویه کود که متاسفانه در منطقه بسیار معمول می باشد جلوگیری کرده و از آلودگی محیط زیست بکاهد.

منابع:

- بی نام. ۱۳۸۹. آمار سطح زیر کشت گل و گیاهان زینتی خوزستان. انتشارات جهاد کشاورزی استان خوزستان، شماره ۳۴، صفحه ۱۲.
- Hilman, W. S, and Galston, A.W. 1961. The effect of external factors on the flowering quality in forcing of tulips. *Bloombollen Culture*, 89 (34), 906.
- Kishore, G. R, and Singh, P. V. 2006. Effect of N.P.K fertilization on vegetative growth of tuberose (*Polianthes tuberose L*) cv. Single. *Plant Archives*, 6(1), 377-378.
- Loue, A. 1973. The interaction of potassium with other growth factors. *Proc. Int-Workshop. Role of K in Crop-production Cairo*, 20-22 Nov.
- Parmer, Y. S. 2007. Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizer application on plant growth and bulb production in tuberose. *Haryana J. Hort. Sci*, 36 (1&2), 82-85.
- Sharma, R. K, and Yadav, S. K. 2007. Effect of different levels of nitrogen and spacing on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberose L.*) cv. Double. *International Journal of Agricultural and Statistical Science*, 3(1), 61-63.
- Singh, K. P. 2000. Response of graded levels of nitrogen in tuberose (*Polianthes tuberosa L*) cultivar Single. *Advances in Plant Science*, 13, 283-285.
- Sultana, S., Khan, F. N., Haque, M. A., Akhter, S, and Noor, S. 2006. Effect of N.P.K on growth and flowering in tuberose. *Journal of Subtropical Agricultural Research and Development*, 4(2), 111-113



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of different organic matters on wheat yield in North of Khuzestan

Mahmoodi nezhad dezfully. S. H^{*}

¹ Faculty member of Soil & Water Research Department, Safiabad Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, Dezful, AREEO, Iran

Abstract

In order to study the different levels of chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of tuberose cv Double, an experiment was conducted at Safiabad Agricultural Research Center during 2011-2012. The design was factorial based on complete randomized block design with 12 treatments and 3 replications. The factors included 4 levels of nitrogen: 0, 100, 200 and 300 kg N ha⁻¹ (using urea) and 3 levels of potassium : 0, 150 and 300 kg K₂O ha⁻¹ (as potassium sulfate). The results showed that potassium was significant only on the length of the spike ($p < 0.01$) and number of bulb and bulbet ($p < 0.05$), but there was not a significant effect on other studied treatments. Nitrogen was significant on stem length, spike length, number of florets per spike, leaf nitrogen, number of bulb and bulbet and at 1% level. The N×K was only significant effect on number of floret per spike, number of bulb and bulbet ($p < 0.01$) and it was not a significant effect on other parameters. Using 100 kg ha⁻¹ N and 150 kg ha⁻¹ K₂O was the best treatment in order to obtain optimum growth.

Keywords: Nitrogen, Potassium, Quantitative and qualitative characteristics, Tuberose

* Corresponding author, Email: SHMN178@YAHOO.COM

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر انواع اسید هیومیک (خارجی و داخلی) بر عملکرد و اجزای عملکرد درخت پسته در مزرعه

ثمانه آریابد^۱، اعظم رضوی نسب^{۲*}، حسن باشی^۳، فرهاد نداف^۴

^۱ دکتری رشته علوم خاک و کارشناس مهندسی زراعی جهاد کشاورزی مه ولات
^{۲*} استادیار رشته علوم خاک و عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور (نویسنده مسئول)
^۳ کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی و کارشناس مهندسی زراعی جهاد کشاورزی مه ولات
^۴ کارشناس ارشد زراعت و اصلاح نباتات، مدیر عامل شرکت دانش بنیان شیمی گل فیض خراسان

چکیده

با توجه به تاثیر مثبت مواد هیومیکی و با هدف افزایش تولید پسته سالم و بررسی اسیدهای هیومیک ساخت داخل کشور، مطالعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده که کرت اصلی شامل چهار نوع اسید هیومیک (جامد معمولی شیمی گل، جامد فرتی پلاس شیمی گل، مایع شیمی گل و هیوماکس مایع آمریکایی) و کرت فرعی سطوح مصرف کودهای فوق (صفر، سطح اول برای کودهای جامد ۶۰۰ کیلو و کودهای مایع ۴۰ لیتر در هکتار و سطح دوم برای کودهای جامد ۸۰۰ کیلو و کودهای مایع ۶۰ لیتر در هکتار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ای در روستای شمس آباد، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان مه ولات واقع در استان خراسان رضوی بر روی درختان پسته ده ساله رقم بادامی صورت پذیرفت و میزان عملکرد، درصد پسته‌های دهن باز و دهن بست، وزن صدگرم دانه، انس و پوکی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان عملکرد به تیمار ۶۰ لیتر در هکتار هیوماکس تعلق گرفت ولی در مورد دیگر اجزای عملکرد، نوع اسید هیومیک مصرفی در مقدار بدست آمده معنی‌دار نبوده و در همه آنها بهترین حالت، از بیشترین مصرف اسید هیومیک بدست آمد.

کلمات کلیدی: اسید هیومیک، پسته، شیمی گل، عملکرد، انس

مقدمه

مواد هیومیکی ترکیبات پیچیده‌ای از اسیدهای آلی و گروه‌های مختلف شامل کربوکسیل، فنل و غنی از تنظیم کننده‌های طبیعی رشد و سرشار از کربن و فسفر هستند که دارای ظرفیت جایگزینی بسیار بالایی بوده و کاتیون‌ها را برای جذب گیاه قابل دسترس نگه می‌دارند. 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 می‌دارد. این مواد حلالیت عناصر غذایی را در خاک با ساختن کمپلکس و کلات بین ماده آلی و کاتیون‌های فلزی پرمصرف و کم مصرف افزایش می‌دهند (Asik, et. al., 2009). پسته (*Pistacia vera* L) گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه (*Anacardiaceae*) و ایران یکی از مهم‌ترین صادرکنندگان پسته است به طوری که سطح زیرکشت باغ‌های پسته ایران بیش از ۳۱۶۰۰۰ هکتار (تولید سالانه حدود ۲۴۰ هزار تن پسته خشک) می‌باشد و از این مقدار، ۱۳٪ آن متعلق به استان خراسان رضوی بوده و ۶/۷ درصد متعلق به شهرستان مه‌ولات می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۴). در مناطق پسته‌کاری به علت محدودیت‌های خاک از قبیل شوری و سدیمی بودن 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 جذب عناصر غذایی و افزایش رشد و عملکرد و تولید پایدار، بسیار کمک کننده باشد که اگر این اثرات توسط اسیدهای هیومیک ساخت داخل کشور فراهم شود، علاوه بر حمایت از تولید ملی از خروج بی‌رویه ارز هم جلوگیری به عمل می‌آید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در باغ پسته آقای حسن خسروی واقع در چاه دهنو در روستای شمس آباد، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان مه ولات واقع در استان خراسان رضوی انجام شد. کرت اصلی شامل چهار نوع اسید هیومیک (اسید هیومیک جامد معمولی، اسید هیومیک جامد فرتی پلاس، اسید هیومیک مایع ایرانی (شرکت شیمی گل فیض خراسان) و اسید هیومیک مایع آمریکایی (HUMAX)) و کرت فرعی شامل سطوح مختلف کاربرد (صفر، سطح اول برای کودهای جامد ۶۰۰ کیلو و کودهای مایع ۴۰ لیتر در هکتار و سطح دوم برای کودهای جامد ۸۰۰ کیلو و کودهای مایع ۶۰ لیتر در هکتار) این کودها بود. قطعه مورد مطالعه قطعه‌ای به مساحت ۷۵۶ متر مربع که در آن درختان پسته ده ساله رقم بادامی در ۳ ردیف ۱۲ تایی با فاصله روی ردیف ۴ متر و بین ردیف ۶ متر قرار داشتند، انجام شد. کود جامد اسید هیومیک در دو نوع معمولی و فرتی پلاس از شرکت شیمی گل فیض خراسان و کود مایع اسید هیومیک از دو منبع یکی کود اسید هیومیک مایع شرکت شیمی گل فیض خراسان و کود اسید هیومیک مایع هیوماکس (HUMAX) آمریکا طبق تیمار و نقشه طرح با توجه به دستور مقدار مصرف محاسبه شده و با ۳۰ سانتیمتری خاک رویی اطراف گودال کشت (خاک کرت)، مخلوط شد. کود جامد در یک نوبت (اسفند ماه) و کود مایع در دو نوبت (اسفند ماه و اردیبهشت ماه) به خاک داده شد. آبیاری به صورت قطره‌ای (بابلر) بوده و در مهرماه میزان عملکرد، درصد پسته های دهن باز، درصد پسته‌های دهن بست، وزن صد دانه، انس و درصد پوکی هر درخت به صورت وزنی اندازه‌گیری شد (اسماعیل پور، ۱۳۷۸). نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با یکدیگر با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و سپس نمودارها توسط برنامه Excel رسم و نتایج تفسیر شد.



جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Some soil physical and chemical properties

ویژگی	هدایت الکتریکی	واکنش	درصد آهک	درصد رس	درصد شن	درصد سیلت	بافت خاک	درصد کربن
مقدار	۷	۷/۷	۲۱/۳	۱۰/۱	۴۹/۴	۴۱/۴	لوم	۲۸/۲

جدول ۲- ویژگی‌های اسید هیومیک‌های مورد استفاده

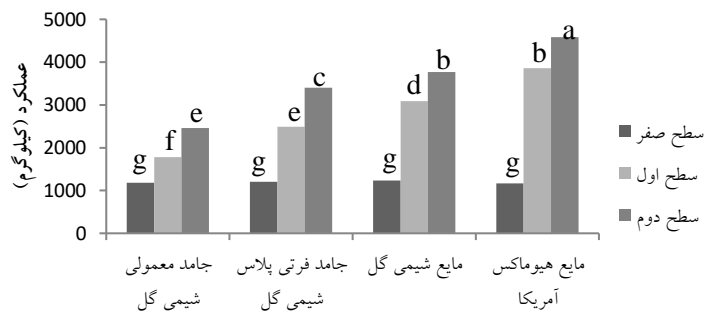
Table2- Properties of the humic acids

ویژگی	نوع اسید هیومیک
اسید هیومیک ۸٪، اسید فولویک ۳٪، اکسید پتاسیم ۱٪	جامد معمولی شیمی گل
اسید هیومیک ۸٪، اسید فولویک ۳٪، اکسید پتاسیم ۱٪، آهن ۰/۳٪	جامد فرتی پلاس شیمی گل
اسید هیومیک ۷٪، نیتروژن ۱٪، اکسید پتاسیم ۲٪	مایع شیمی گل
اسید هیومیک ۱۲٪، اسید فولویک ۳٪، اکسید پتاسیم ۳٪	مایع هیوماکس آمریکایی

نتایج و بحث

اثر تیمارها بر میزان عملکرد

همان‌گونه که بعد از بدست آوردن غلظت عناصر در برگ انتظار می‌رفت (نتایج در مقالات دیگر آمده است)، علی‌رغم افزایش عملکرد در کاربرد کود جامد فرتی پلاس و مایع شیمی گل نسبت به کود جامد معمولی، بیشترین عملکرد با اختلاف معنی‌دار با بقیه میانگین‌ها از کاربرد هیوماکس آمریکایی بدست آمد. کود هیوماکس بالاترین درصد اسید هیومیک را در مقایسه با کودهای دیگر مورد آزمایش داراست (جدول ۲). بنابراین از نظر ماده آلی غنی‌تر می‌باشد. همچنین دارای بالاترین درصد اکسید پتاسیم نیز می‌باشد (جدول ۲). از آنجا که اکسید پتاسیم فرم قابل جذب پتاسیم برای گیاه است مصرف کود هیوماکس علاوه بر تامین پتاسیم گیاه از اثرات سوء سدیم خاک مورد مطالعه نیز جلوگیری می‌کند و از این طریق نیز باعث افزایش عملکرد پسته می‌شود. کود مایع شیمی گل نیز به دلیل دارا بودن یک درصد نیتروژن (جدول ۲) به عنوان ماده غذایی ضروری گیاه عملکرد بالاتری نسبت به کودهای جامد نشان داده است (شکل ۳). اثر متقابل نوع کود و سطح استفاده اسید هیومیک بر میزان عملکرد معنی‌دار بوده و بیشترین عملکرد از کاربرد ۶۰ لیتر در هکتار کود مایع هیوماکس بدست آمد (شکل ۳).



شکل ۳. اثر متقابل انواع اسید هیومیک در سطوح مختلف بر میزان عملکرد پسته

اثر غیر مستقیم اسید هیومیک به اثر آن بر افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات‌کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء (Chen & Aviad, 1990) برمی‌گردد. این مطالعات نشان می‌دهند که مواد هیومیکی از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند عامل افزایش جذب

عناصر توسط گیاهان می‌شوند (Dursun, et. al., 2002). همچنین اسید هیومیک با کلات کردن فسفر و تشکیل کمپلکس با یون آهن، آن را از رسوب نجات داده و به گیاه می‌رساند (Eyheraguibel, et. al., 2008). محققان (Khaled and Fawy, 2011) همچنین نشان دادند که اسیدهای آلی موجود در اسید هیومیک، کلات کردن بسیاری از عناصر غذایی و قابلیت دسترسی آنها را برای گیاه افزایش می‌دهد. با کاربرد این مواد و اثرات مثبت و تحریک کننده آن بر رشد گیاه (Eyheraguibel, et. al., 2008) و افزایش رشد ریشه و قدرت جذب آن جذب عناصر غذایی و در نتیجه عملکرد به طور معنی‌داری افزایش نشان داده است. در مورد ویژگی‌های درصد پسته‌های دهن باز، دهن بست، وزن صد دانه، انس و درصد پوکی تنها مقدار کود مصرفی اثر معنی‌دار داشت و نوع کود مصرفی (ایرانی یا خارجی) بر ویژگی‌های فوق معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۳- اثر مقدار اسید هیومیک مصرفی بر برخی اجزای عملکرد درختان پسته

مقدار اسید هیومیک	پسته دهن باز	پسته دهن بست	وزن صد دانه	انس	درصد پوکی
مقدار صفر	۴۵/۶۵ ^b	۳۴/۳۸ ^a	۵۸/۶۷ ^c	۳۹/۳۴ ^c	۸۷/۳۵ ^a
مقدار اول	۵۶/۹۷ ^a	۲۶/۹۶ ^b	۶۷/۶۷ ^b	۴۵/۳۷ ^b	۸۰/۴۲ ^b
مقدار دوم	۵۹/۶۰ ^a	۱۸/۹۹ ^c	۷۴/۹۲ ^a	۵۰/۱۴ ^a	۶۹/۶۷ ^c

در هر ستون بین اعداد دارای حروف مشابه، طبق آزمون دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

طبق نتایج جدول فوق، هر دو مقدار اسید هیومیک مصرفی جدا از نوع آن، باعث افزایش پسته‌های دهن باز شده و خندانی را افزایش داده است. با مصرف اسید هیومیک دهن بست بودن پسته‌ها کاهش یافته و کمترین مقدار پسته دهن بست از بیشترین مقدار اسید هیومیک مصرفی بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که وزن صد دانه و انس با افزایش میزان اسید هیومیک افزایش و با افزایش مقدار اسید هیومیک درصد پوکی کاهش یافت. در واقع نتایج نشان داد اجزای عملکرد در همه انواع اسید هیومیک بدون توجه به خارجی و داخلی بودن آن تحت تاثیر مقدار اسید هیومیک مصرفی قرار گرفت. نظری دلجو و اله و بردی زاده (۱۳۹۳) از محلول پاشی اسید هیومیک با غلظت‌های ۰، ۰۲۵۰، ۰۵۰۰، ۰۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر گل همیشه بهار رقم کریسانتا، نتیجه گرفتند که غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک باعث افزایش عملکرد و دوام عمر گل همیشه بهار گردید. حیدری و خلیلی (۱۳۹۳) نیز در تحقیقی مشابه با غلظت‌های ۰، ۷۵۰، ۱۵۰۰ و ۲۲۵۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب، به محلول پاشی گیاه چای ترش پرداخته و مشاهده کردند همه سطوح اسید هیومیک با بهبود اجزای عملکرد دانه سبب افزایش عملکرد گل و دانه چای ترش گردید. در پژوهشی دیگر (دولت آبادی و همکاران، ۱۳۹۳) نتیجه گرفتند که محلول پاشی اسید هیومیک با غلظت یک هزارم لیتر باعث افزایش عملکرد دانه گندم و برخی صفات زراعی مرتبط با عملکرد دانه نسبت به عدم محلول پاشی گردید. در تحقیق تقدسی و همکاران (۱۳۹۱) نتایج نشان داد که محلول پاشی اسید هیومیک با غلظت ۲/۵ لیتر در هکتار باعث کاهش آنزیم‌های آنتی اکسیدان و پرولین در سورگوم علوفه ایی در شرایط تنش گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند که کودهای شرکت شیمی گل فیض خراسان بویژه نوع جامد فرتی پلاس و مایع آن در برخی موارد به اندازه هیوماکس آمریکایی باعث افزایش عملکرد شدند. هرچند نوع اسید هیومیک مصرفی در افزایش اجزای عملکرد موثر نبود که البته جای خوشوقتی است که کودهای داخلی پا به پای کودهای خارجی پیش رفته‌اند و تنها مقدار اسید هیومیک مصرفی اثر معنی‌دار بر میزان اجزای عملکرد داشت. در واقع با مصرف و حمایت از کودهای تولید داخل هم می‌توان باعث بهبود تغذیه و افزایش عملکرد گیاه استراتژیکی مثل پسته گردید و هم از خروج بی رویه ارز جلوگیری به عمل آورد.



منابع:

- اسماعیل پور، ع. ۱۳۷۸. بررسی و مقایسه ۲۸ رقم پسته در شرایط اقلیمی رفسنجان. طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات پسته کشور. ص. ۵۸-۷۴.
- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۴. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد سوم. محصولات باغی. ص. ۲۵-۲۴.
- تقدسی، م. حسنی، ن. و مسعود سینکی، ج. 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. ص. ۱-۱۲.
- حیدری، م. و خلیلی، س. ۱۳۹۳. تاثیر اسید هیومیک و کود فسفر بر عملکرد دانه و گل، رنگدانه های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش (*Hisbiscus sabdariffa L.*). نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۵، شماره ۲. ص. ۱۹۹-۱۹۱.
- دولت آبادی، ا.، مسعود سینکی، ج.، عباسپور، ح. و عبادی، ع. ۱۳۹۳. تاثیر کود دامی و محلول پاشی اسید هیومیک بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گندم. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. سال ششم. شماره هفدهم. ص. ۳۸-۲۸.
- نظری دلجو، م. ج. و اله ویردی زاده، ن. ۱۳۹۳. بهبود خصوصیات رشد و نمو، عملکرد و کیفیت پس از برداشت گل همیشه بهار (*Calendula officinalis cv. Crysantha*) تحت تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۸، شماره ۲. ص. ۲۶۸-۲۶۰.

Chen, Y. and Aviad, T. 1990. 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. 161- 186. SSSA and ASA, Madison, WI. 37: 343-350.

Dursun, A., Guvenc, I. and Turan, M. 2002. Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. ACTA Agrobotanica, 56: 81-88.

Eyheraguibel, B., Silvestre, J. and Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology, 99: 4206-4212.

Khaled, H., and Fawy, H. A. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth and soil properties under conditions of salinity. Soil and Water Research, 6: 21-29



Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of different types of humic acid (Foreign and domestic) on yield Performance components of pistachio on field condition

Samaneh Aryabod¹, Azam RazaviNasab², Hassan Bashi³, Farhad Nadaf⁴

¹PhD of soil science and Agriculture management of Mahvelat water and soil office.

²Assistant Professor of agriculture (soil science), Payam-noor University (corresponding author)

³MSC of Irrigation and Drainage and Agriculture management of Mahvelat water and soil office.

⁴MSC of Agriculture and Plant Breeding and manager of knowledge foundation of “Shimi Gol Feiz Khorasan” company

Abstract

Pistachio is an important economic product of the country, and the soil of pistachio orchards has low organic matters and nutrient imbalances. Hence, due to the positive effects of humic substances to increase pistachios health and investigate the effect of some Iranian humic acids, a field experiment in randomized complete block design (split plot) with three replications was conducted in Shams Abad, 30 km south of the city of Mahvolat on the ten-year-old pistachio trees. Treatments were blank and four type of humic acid (liquid Humax, solid FertiPlus ShimiGol and liquid ShimiGol and ordinary solid type) as main plot factor and level of humic acid (600/800 kg/ha and 40/60 L/ha), as subplot. The results showed that the highest yield belonged to the 60 L/ha Humax. But for other performance components, the type of humic acid used was not significant and in all of them the best results were obtained of the highest consumption of humic acid.

Keywords: Humic acid, Ounce, Pistachio, ShimiGol, Yield.

^۲* Corresponding author, Email: azamrazavinasab@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر کاربرد سطوح سرکه چوب و کمپوست کود گاوی بر زیست‌فراهمی برخی عناصر کم‌مصرف در یک خاک آهکی پس از کشت ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

حمیدرضا بوستانی^{۱*}، مهدی نجفی قیری^۲، علیرضا محمودی^۳

^۱ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

^۲ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

^۳ مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده

اطلاعات بسیار اندکی در ارتباط با تاثیر کاربرد سرکه چوب و برهمکنش آن با کمپوست بر خصوصیات خاک‌های آهکی در دسترس است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر کاربرد سطوح کمپوست، سرکه چوب و برهمکنش آن‌ها بر قابلیت زیست‌فراهمی آهن، منگنز، مس و روی در یک خاک آهکی پس از کشت ریحان بود. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. فاکتور اول شامل سرکه چوب در چهار سطح (بدون کاربرد سرکه چوب، ۱۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک، ۲۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک، و ۴۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم شامل کمپوست کود گاوی در سه سطح (صفر، دو و چهار درصد وزنی) بود. افزایش سطوح سرکه چوب از ۰ به ۴۰ میلی‌لیتر در کیلوگرم خاک سبب افزایش معنی‌دار زیست‌فراهمی آهن، منگنز، و مس به ترتیب به میزان ۳۹۰، ۷۰ و ۲۴ درصد شد. همچنین افزایش سطوح کمپوست از صفر به چهار درصد وزنی سبب افزایش معنی‌دار زیست‌فراهمی آهن، منگنز، مس و روی به ترتیب به میزان ۳۱، ۱۴/۶، ۷ و ۱۵۰ درصد شد. با توجه به نتایج اثر متقابل تیمارها به نظر می‌رسد که بهترین تیمار در افزایش قابلیت زیست‌فراهمی این عناصر در خاک آهکی تیمار کاربرد توأم چهار درصد وزنی کمپوست و ۲۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم سرکه چوب باشد.

کلمات کلیدی: آهن، منگنز، مس، روی

مقدمه

استفاده گسترده از کودهای شیمیایی جهت افزایش تولید در کشاورزی موجب آلودگی‌های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی شده که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد. برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای گیاه، پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت را نیز به دنبال داشته باشد (رضایی مودب و همکاران، ۱۳۹۰).

بیش از ۸۰ درصد زمینهای کشاورزی ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک واقع شده‌است. در این مناطق به دلیل پوشش گیاهی کمتر بقایای گیاهی کمی به خاک بازگردانده شده و از نظر مواد آلی فقیر هستند. یکی از بهترین راه‌ها برای بهبود حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک افزودن کودهای آلی به آن‌ها است. استفاده از مواد آلی مثل کمپوست یک روش مناسب برای نگهداری ماده آلی خاک، بهسازی خاک فرسوده و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است (میرعرب و همکاران، ۱۳۹۵). الله دادی و همکاران (۱۳۹۰) با کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله شهری بیان کردند که غلظت عناصر کلسیم، پتاسیم، منیزیم و فسفر خاک و همچنین درصد ماده آلی خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین حسین پور و همکاران (۱۳۹۴) با کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) افزایش زیست‌فراهمی عناصر آهن و روی را در خاک گزارش کردند.

سرکه چوب (Wood vinegar) یک مایع قهوه‌ای متمایل به قرمز اسیدی است که از سوختن چوب تازه در شرایط بی‌هوازی بدست می‌آید (Nurhayati و همکاران ۲۰۰۵). سرکه چوب یک ترکیب آلی بوده و دارای اسیدهای ارگانیک، گروه فنل، گروه کربونیل، الکل، مواد طبیعی، آمونیا، متیل آمید و دی متیل آمید می‌باشد (Pangnakorn، ۲۰۰۸). این ماده برای محیط زیست سالم و مصرف کود شیمیایی را کاهش داده و مواد مغذی خاک، سرعت رشد ریشه، ساقه، غده، برگ، گل و میوه را افزایش می‌دهد (Anonymous، ۲۰۰۹).

* ایمیل نویسنده مسئول: hr.boostani@shirazu.ac.ir



ریحان یکی از گیاهان مهم خانواده نعناع است و به عنوان یک گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به صورت سبزی تازه مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد. با توجه به گرایش جهانی جهت تولید و تکثیر گیاهان دارویی در سیستم کشاورزی پایدار، انجام پژوهش‌هایی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی ضروری می‌باشد. بنابراین، استفاده بیشتر از کودهای آلی در تولید این گیاهان ضروری است.

اطلاعات بسیار کمی در مورد اثر کاربرد سرکه چوب و برهمکنش آن با کمپوست بر خصوصیات خاک‌های آهکی در دسترس است. از این رو هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر کاربرد سطوح کمپوست، سرکه چوب و برهمکنش آن‌ها بر قابلیت زیست‌فراهمی آهن، منگنز، مس و روی در یک خاک آهکی پس از کشت ریحان بود.

مواد و روش‌ها

تهیه کمپوست کود گاوی و سرکه چوب

کمپوست کود گاوی از منطقه زرقان و سرکه چوب از کارخانه تهیه زغال از چوب مرکبات در منطقه داراب تهیه گردید. نمونه کمپوست پس از هواخشک کردن، آسیاب و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. برخی از خصوصیات سرکه چوب و کمپوست کود گاوی به روش‌های معمول اندازه‌گیری شد.

نمونه برداری خاک و آزمایش گلخانه‌ای

جهت انجام این پژوهش مقدار مناسبی خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری از مزارع دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب واقع در ۲۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز واقع در استان فارس برداشته شد. پس از هواخشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک با روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. فاکتور اول شامل سرکه چوب در چهار سطح (بدون کاربرد سرکه چوب، ۱۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک، ۲۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک، و ۴۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم شامل کمپوست کود گاوی در سه سطح (صفر، دو و چهار درصد وزنی) بود. در آغاز طبق طرح آزمایشی، تیمارهای آلی به دو کیلوگرم خاک افزوده شده و به مدت ۱۵ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در حدود رطوبت مزرعه توسط آب مقطر نگهداری شده و سپس به گلدان‌های پلاستیکی انتقال داده شدند. پس از اعمال تیمارها، کشت گیاه به تعداد شش بذر ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در عمق حدود یک سانتی‌متری انجام شد. در هفته دوم رشد گیاه در هر گلدان فقط سه بوته نگهداری شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها روزانه بصورت وزنی با استفاده از آب مقطر در حدود ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداشته شدند. پس از ۱۰ هفته، گیاهان برداشت شده و ریشه گیاه از خاک گلدان‌ها جدا شد. پس از هوا خشک شدن خاک و عبور از الک دو میلی‌متری، مقداری از آن جهت تعیین مقدار آهن، منگنز، مس و روی قابل عصاره‌گیری توسط محلول DTPA به آزمایشگاه منتقل شد. تجزیه‌های آماری داده‌ها، به وسیله نرم افزار MSTATC انجام و میانگین‌های مربوط به اثرهای اصلی هر یک از عامل-ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک، کمپوست کود گاوی و سرکه چوب

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است بافت خاک لومی، پهاش خاک قلیایی، شوری خاک پایین، خاک آهکی و مقدار ماده آلی خاک پایین است. ظرفیت تبادل کاتیونی ۹/۵۰ میلی‌اکی‌والان در صد گرم خاک و غلظت روی، مس، منگنز و آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA به ترتیب، ۰/۷۰۰، ۱/۳۰، ۹/۲۰ و ۵/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
شن (%)	۳۴/۲	قابلیت هدایت الکتریکی (dS m^{-1})	۱/۶۰
سیلت (%)	۵۰/۳	ظرفیت تبادل کاتیونی ($\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$)	۹/۵۰
رس (%)	۱۵/۵	آهن عصاره‌گیری شده با DTPA (mg kg^{-1})	۵/۳۰
کربنات کلسیم معادل (%)	۴۸/۳	روی عصاره‌گیری شده با DTPA (mg kg^{-1})	۰/۷۰۰
پهاش	۷/۸۰	مس عصاره‌گیری شده با DTPA (mg kg^{-1})	۱/۳۰
ماده آلی (%)	۱/۵۰	منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA (mg kg^{-1})	۹/۲۰



مقدار پهاش سوسپانسیون ۱ به ۵ کمپوست به آب مقطر ۷/۳۰ و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی کمپوست در عصاره حاصل ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود. نسبت کربن به نیتروژن کمپوست مورد استفاده در این پژوهش ۲۴ به ۱ بود. همچنین غلظت عناصر آهن، منگنز، مس و روی در کمپوست به ترتیب ۳۶۰۶، ۶۵۹، ۸۲ و ۳۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

برخی خصوصیات شیمیایی سرکه چوب نیز در جدول شماره ۲ آورده شده است. پهاش سرکه چوب شدیداً اسیدی است و دارای مقدار قابل توجهی کربن آلی (۱۰/۰ درصد) و اسیدفولویک (۸/۲۰ درصد) است که می‌تواند قابلیت زیست‌فراهمی عناصر کم مصرف را در خاک آهکی تحت تاثیر قرار دهد. غلظت منگنز و مس در این ترکیب آلی ناچیز بود در حالی که غلظت روی و به‌ویژه آهن در سرکه چوب بالاست.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی سرکه چوب

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
کربن آلی (%)	۱۰/۰	مواد آلی (%)	۱۷/۳
نیتروژن کل (%)	۰/۹۵۰	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۴۰۴
پهاش	۳/۵۰	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵۴/۸
اسید فولویک (%)	۸/۲۰	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	nd
اسید هومیک (%)	۰/۵۵۰	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	nd

nd: خارج از حد کشف دستگاه جذب اتمی

تاثیر کاربرد سرکه چوب و کمپوست کود گاوی بر زیست‌فراهمی برخی عناصر کم‌مصرف

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی کاربرد سرکه چوب، کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها بر زیست‌فراهمی آهن، منگنز، مس و روی در خاک پس از برداشت ریحان در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد سرکه چوب نشان داد که با افزایش سطوح سرکه چوب از ۰ به ۴۰ میلی‌لیتر در کیلوگرم خاک غلظت آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA از ۶/۰۴ به ۲۳/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد کمپوست در خاک نشان داد که با افزایش سطوح کمپوست از ۰ به ۴ درصد وزنی غلظت آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA حدود ۳۱ درصد افزایش یافت. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین غلظت آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA در تیمار مرکب ۴۰ میلی‌لیتر سرکه چوب در کیلوگرم خاک و ۲ درصد وزنی کمپوست (۲۸/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) حاصل شد در حالی که کمترین میزان غلظت آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA در تیمار بدون کاربرد سرکه چوب و کمپوست (۵/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بدست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد کمپوست در خاک نشان داد که غلظت منگنز عصاره‌گیری شده توسط DTPA در تیمار بدون کاربرد کمپوست از ۱۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به ۱۳/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در تیمار کاربرد ۴ درصد وزنی کمپوست به طور معنی‌داری افزایش یافت.

همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد سطوح سرکه چوب نشان داد که غلظت منگنز عصاره‌گیری شده توسط DTPA در تیمار ۴۰ میلی‌لیتر سرکه چوب در کیلوگرم خاک حدود ۷۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد سرکه چوب) افزایش یافت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین غلظت منگنز عصاره‌گیری شده توسط DTPA در تیمار مرکب ۲۰ میلی‌لیتر سرکه چوب در کیلوگرم خاک و دو درصد وزنی کمپوست (۱۹/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) حاصل شد در حالی که کمترین میزان غلظت منگنز عصاره‌گیری شده توسط DTPA در تیمار بدون کاربرد سرکه چوب و چهار درصد وزنی کمپوست (۸/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بدست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- تاثیر کاربرد سطوح سرکه چوب و کمپوست کود گاوی بر زیست فراهمی برخی عناصر کم مصرف در یک خاک آهکی پس از کشت ریحان

سطوح کمپوست (درصد وزنی)	سطوح سرکه چوب (میلی لیتر بر کیلوگرم خاک)				
	۰	۱۰	۲۰	۴۰	
آهن عصاره گیری شده توسط DTPA (میلی گرم بر کیلوگرم)					
۰	۵/۳۴ k	۱۰/۰ i	۱۵/۲ f	۱۸/۵ d	۱۲/۳ C
۲	۵/۵۲ k	۱۰/۵ h	۱۷/۵ e	۲۸/۵ a	۱۵/۵ B
۴	۷/۲۵ j	۱۳/۰ g	۱۹/۶ c	۲۴/۳ b	۱۶/۱ A
	۶/۰۴ D	۱۱/۲ C	۱۷/۵ B	۲۳/۸ A	
منگنز عصاره گیری شده توسط DTPA (میلی گرم بر کیلوگرم)					
۰	۹/۵۲ k	۹/۷۰ j	۱۲/۲ h	۱۴/۹ d	۱۱/۶ C
۲	۹/۸۸ i	۱۴/۶ e	۱۹/۲ a	۱۶/۴ b	۱۵/۰ A
۴	۸/۸۶ l	۱۳/۵ g	۱۳/۹ f	۱۵/۸ c	۱۳/۰ B
	۹/۲۴ D	۱۲/۶ C	۱۵/۱ B	۱۵/۷ A	
مس عصاره گیری شده توسط DTPA (میلی گرم بر کیلوگرم)					
۰	۱/۳۸ c	۱/۳۹ c	۱/۳۹ c	۱/۴۹ c	۱/۴۲ B
۲	۱/۲۸ d	۱/۴۹ c	۱/۴۰ c	۱/۵۸ b	۱/۴۴ B
۴	۱/۳۶ c	۱/۳۸ c	۱/۴۴ c	۱/۸۹ a	۱/۵۲ A
	۱/۳۴ C	۱/۴۲ B	۱/۴۱ B	۱/۶۶ A	
روی عصاره گیری شده توسط DTPA (میلی گرم بر کیلوگرم)					
۰	۰/۷۵۰ e	۰/۹۲۰ d	۰/۹۴۰ d	۰/۷۲۰ e	۰/۸۳۰ C
۲	۱/۵۲ c	۱/۵۷ c	۲/۰۸ ab	۱/۶۰ c	۱/۶۹ B
۴	۲/۰۱ b	۲/۱۶ a	۲/۱۶ a	۱/۹۷ a	۲/۰۸ A
	۱/۴۲ C	۱/۵۵ B	۱/۷۳ A	۱/۴۳ C	

در هر ردیف و ستون اعداد دارای حروف کوچک و بزرگ مشترک مشترک از نظر آماری در سطح یک درصد تفاوت معنی داری ندارند.

با افزایش سطوح سرکه چوب از ۰ به ۴۰ میلی لیتر در کیلوگرم خاک، غلظت مس عصاره گیری شده توسط DTPA از ۱/۳۴ میلی گرم در کیلوگرم خاک به ۱/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم خاک به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۳). غلظت مس عصاره گیری شده توسط DTPA از ۱/۴۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک در تیمار ۰ درصد وزنی کمپوست به ۱/۵۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک در تیمار ۴ درصد وزنی کمپوست به طور معنی داری افزایش یافت. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین غلظت مس عصاره گیری شده توسط DTPA در تیمار مرکب ۴۰ میلی لیتر سرکه چوب در کیلوگرم خاک و ۴ درصد وزنی کمپوست (۱/۸۹ میلی گرم در کیلوگرم خاک) حاصل شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد کمپوست در خاک نشان داد که غلظت روی عصاره گیری شده توسط DTPA به طور معنی داری با افزایش سطوح کاربرد کمپوست افزایش یافت به طوری که از ۰/۸۳ میلی گرم در کیلوگرم خاک در تیمار بدون کاربرد کمپوست به ۲/۰۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک در تیمار ۴ درصد وزنی کمپوست افزایش یافت (جدول ۳). با افزایش سطوح کاربرد سرکه چوب تا ۲۰ میلی لیتر در کیلوگرم خاک، غلظت روی عصاره گیری



شده توسط DTPA به طور معنی داری افزایش یافت در حالی که غلظت روی در تیمار ۴۰ میلی لیتر در کیلوگرم خاک تفاوت معنی داری با تیمار بدون کاربرد سرکه چوب نداشت (جدول ۳).

همانطور که از نتایج بالا حاصل شد کاربرد سرکه چوب سبب افزایش زیست‌فراهمی عناصر آهن، منگنز، مس و روی در خاک شد. تاثیر کاربرد سرکه چوب در افزایش زیست‌فراهمی عناصر آهن و روی نسبت به منگنز و مس بیشتر بود که به دلیل غلظت بیشتر آهن و روی در سرکه چوب کاربردی است. به نظر می‌رسد که سرکه چوب به دلیل داشتن پهاش اسیدی و اسیدهای آلی با وزن مولکولی پایین (اسید فولویک) (جدول ۲) از طریق کاهش پهاش خاک و کمپلکس کردن عناصر کم مصرف در خاک سبب افزایش زیست‌فراهمی عناصر کم مصرف در خاک شده است. افزودن کمپوست به خاک نیز به سبب داشتن مقدار قابل توجهی از عناصر کم مصرف سبب افزایش زیست‌فراهمی عناصر آهن، منگنز، مس و روی شده است. حسین پور و همکاران (۱۳۹۴) با کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) افزایش زیست‌فراهمی عناصر آهن و روی را در خاک گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد سرکه چوب و کمپوست در خاک آهکی می‌تواند سبب افزایش زیست‌فراهمی عناصر آهن، منگنز، مس و روی در خاک شده و به دنبال آن وضعیت تغذیه‌ای گیاه را بهبود بخشد. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که بهترین تیمار در افزایش قابلیت زیست‌فراهمی این عناصر در خاک آهکی تیمار کاربرد توام ۴ درصد وزنی کمپوست و ۲۰ میلی لیتر بر کیلوگرم سرکه چوب باشد.

منابع:

- حسین پور، ر.، قاجار سپانلو، م. و گیالنی، س. ۱۳۹۴. اثر کاربرد ورمیکمپوست بر غلظت عناصر ریزمغذی در خاک و گیاه کاهو. به‌زراعی کشاورزی، ۱۷(۳): ۸۱۵-۸۲۶.
- الله‌دادی، ا.، معماری، ع.، اکبری، غ.ع و لطفی‌فر، ا. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر خصوصیات و غلظت عناصر غذایی خاک و رشد و عملکرد ذرت علوفه ای. فنآوری تولیدات گیاهی، ۱۱(۱): ۸۳-۹۷.
- میرعرب، ت.، پیری، ع.، توسل، ا. و بابائیان، م. ۱۳۹۵. اثر استفاده از کودهای آلی بر ویژگیهای کمی و کیفی ریحان در منطقه سیستان. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۰(۲): ۳۲۷-۳۳۸.
- رضایی مودب، ع.، نبوی کلات، م. و صدرآبادی حقیقی، ص. ۱۳۹۰. اثر ورمی کمپوست و کودهای زیستی بر عملکرد رویشی و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۵(۴): ۳۵۰-۳۶۲.
- Pangnakorn, U. 2008. Utilization of wood vinegar by product from Iwate kiln for organic agricultural system. Technology and Innovation for Sustainable Development Conf. (TISD2008), Faculty of Engineering, Khon Kaen Univ., Thailand, 28-29 January 2008. 17-19.
- Nurhayati, T., Roliadi, H. and Bermawie, N. 2005. Production of Mangium (*Acacia mangium*) Wood vinegar and its utilization. Journal of Forestry Research, 2(1), 13 – 25.
- Anonymous. 2009. Wood vinegar. Focus on form: Retrieved 2009, from <http://cukayu.blogspot.com>.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of wood vinegar and cow manure compost application on bioavailability of some micronutrients in a calcareous soil after basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivation

Boostani¹, H.R., Najafi-Ghiri², M., Mahmoodi, A³.

¹ College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

² College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

³ College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

Abstract

There is very little information about the application of wood vinegar and its interaction with compost on the properties of calcareous soils. The goal of the present study was to evaluate the effect of compost and wood vinegar application levels and their interaction on the bioavailability of Iron, Manganese, Copper and Zinc in a calcareous soil after basil cultivation. An experiment as a completely randomized design was performed under greenhouse conditions. The first factor consisted of wood vinegar at four levels (0 ml kg⁻¹ soil (no application), 10 ml kg⁻¹ soil, 20 ml kg⁻¹ soil and 40 ml kg⁻¹ soil) and the second factor was cow manure compost at three levels (0, 2 and 4 % (w/w)). The increase of wood vinegar levels from 0 to 40 ml kg⁻¹ soil caused a significant enhancement in concentrations of iron, manganese and copper by 390, 70 and 24 %, respectively. Also, the increase of compost levels from 0 to 4% (w/w) led to a significant rise in concentrations of iron, manganese, copper and zinc by 31, 14.6, 7 and 150%, respectively. According to the results of interaction effects of treatments seems that the best combined treatment was 4% (w/w) compost + 20 ml kg⁻¹ wood vinegar for increasing the bioavailability of micronutrients in the calcareous soil.

Keywords: Iron, manganese, copper, zinc.

* Corresponding author, Email: hr.boostani@shirazu.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر کاربرد دو نوع کود آلی، بیوچار آن‌ها و سطوح زئولیت بر جذب برخی عناصر غذایی کم‌مصرف توسط گیاه کاسنی در یک خاک آهکی

حمیدرضا بوستانی^{۱*}، مهدی نجفی قیری^۲، علیرضا محمودی^۳^۱ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز^۲ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز^۳ مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز

چکیده

استفاده از کودهای آلی و بیوچار آن‌ها در جهت کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار رو به گسترش است. هدف از این پژوهش بررسی اثر کاربرد دو نوع کود آلی، بیوچار آن‌ها و سطوح زئولیت بر جذب برخی عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی در یک خاک آهکی بود. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. فاکتور اول شامل کود آلی در پنج سطح (بدون کاربرد کود آلی (C1)، کود گاوی (GM)، کود مرغی (CM)، بیوچار کود گاوی (GMB) و بیوچار کود مرغی (CMB) هر کدام ۲/۵ درصد وزنی) و فاکتور دوم شامل زئولیت در سه سطح (عدم کاربرد (Z0)، ۲/۵ درصد وزنی (Z1) و ۵ درصد وزنی (Z2) بود. افزایش سطوح زئولیت از Z0 به Z2 سبب افزایش معنی‌دار جذب آهن، مس و منگنز به ترتیب به میزان ۱۱/۶، ۱۹ و ۱۶/۱ درصد شد. در بین تیمارهای آلی بیشترین تاثیر در افزایش جذب آهن، منگنز، مس و روی به ترتیب به میزان ۱/۲، ۱/۹، ۱/۱۳ و ۲ برابر مربوط به کاربرد کود مرغی (CM) بود. اثر متقابل تیمارها نشان داد که بهترین تیمار مرکب در بهبود جذب عناصر غذایی کم‌مصرف توسط گیاه کاسنی کاربرد همزمان کود مرغی با ۲/۵ درصد وزنی زئولیت (CM+Z1) بود. به طور کلی بیوچارهای تهیه شده نسبت به کودهای آلی اولیه تاثیر به مراتب کمتری در بهبود جذب عناصر غذایی کم‌مصرف داشتند.

کلمات کلیدی: زئولیت، بیوچار، عناصر غذایی، کاسنی

مقدمه

عملکرد اغلب گیاهان در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل آهکی بودن، پهاش قلیایی و مقدار ماده آلی پایین، به واسطه کمبود عناصر غذایی دارای محدودیت است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). استفاده مداوم از کودهای شیمیایی جهت افزایش عملکرد گیاهان علاوه بر دارا بودن هزینه زیاد و صرف انرژی، سبب آلودگی محیط زیست و تخریب خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک می‌شود، درحالی‌که افزودن کودهای آلی مانند کود حیوانی، کمپوست و غیره علاوه بر اینکه نسبتاً ارزان قیمت، در دسترس و دوستدار محیط زیست هستند، سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک و در نتیجه سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند (Schnug و همکاران ۱۹۹۶).

سرعت تجزیه مواد آلی افزوده شده به خاک در مناطق خشک و نیمه خشک زیاد بوده، بنابراین کشاورز هر ساله ناگزیر به استفاده مقدار قابل توجهی از کودهای آلی بخصوص انواع کودهای حیوانی است. اخیراً، تبدیل کودهای آلی به بیوچار جهت کاربرد در زمین‌های کشاورزی، به عنوان یک کود آلی جایگزین و با پایداری زیاد، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. بیوچار با زغال زیستی در واقع یک ترکیب آلی سیاه غنی از کربن است که در شرایط اکسیژن محدود از گرماکافت ضایعات آلی گیاهی یا حیوانی تولید و به عنوان کود مورد استفاده قرار می‌گیرد (Lehmann, ۲۰۰۹). بوستانی و همکاران (۱۳۹۶) با کاربرد کود گوسفندی، کود مرغی، بیوچار کود گوسفندی و بیوچار کود مرغی هر کدام ۲ درصد وزنی در یک خاک آهکی تحت کشت ذرت به این نتیجه رسیدند که استفاده از بیوچارهای کود گوسفندی و مرغی، در مقایسه با استفاده از ماده اولیه آن‌ها، در افزایش عملکرد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه ذرت موثرتر بودند.

کانی زئولیت دارای عناصری نظیر پتاسیم، کلسیم، سدیم، سیلیسیم، آلومینیوم، منیزیم، آهن و فسفر است که می‌تواند به عنوان بهترین مکمل غذایی و کود کشاورزی محسوب شده و در بهره برداری و تولید بیشتر محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا نماید (شیرانیراد و همکاران، ۱۳۹۰).

* ایمیل نویسنده مسئول: hr.boostani@shirazu.ac.ir

جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذایی از زئولیت سبب افزایش فراهمی طولانی مدت عناصر غذایی در خاک و بهبود رشد گیاه شوند (Polat و همکاران، ۲۰۰۴). صالحی و همکاران (۱۳۹۵) با کاربرد ۹ تن در هکتار زئولیت افزایش عملکرد زیستی، تعداد گل در بوته و ارتفاع گیاه دارویی بابونه آلمانی را گزارش کردند.

گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) متعلق به خانواده Asteraceae است، این گیاه علفی و پایا با ریشه‌های مخروطی و دراز به رنگ قهوه‌ای و ساقه‌های راست و شاخه‌دار و برگ‌های زمینی می‌باشد. برگ‌ها روی ساقه به صورت متناوب و گل‌های آن آبی رنگ بوده که در کنار برگ‌ها می‌رویند (بزدانی و همکاران، ۱۳۸۳). ترکیب اصلی مواد مؤثره گیاه کاسنی فلاونوئید کامفرول می‌باشد. فلاونوئیدها دارای خواص دارویی متفاوتی هستند و برای مقابله با ویروس‌ها و سلول‌های سرطانی به کار می‌روند. با توجه به مطالب بالا، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر کاربرد دو نوع کود آلی، بیوچار آن‌ها و سطوح زئولیت بر جذب برخی عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی در یک خاک آهکی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه کودهای آلی و تولید بیوچار

کود مرغی و کود گاوی از دامداری‌ها و مرغداری‌های فعال در شهر زرقان (استان فارس) جمع‌آوری گردید. بیوچارهای کودهای آلی از طریق روش گرمکافت آهسته در شرایط اکسیژن محدود تهیه شد. روش کار به این صورت بود که کودهای آلی مورد نظر پس از هواخشک شدن آسیاب شده و در یک کوره الکتریکی در شرایط اکسیژن محدود (قرار دادن مواد اولیه به صورت کاملاً فشرده در بشر شیشه‌ای و محبوس کردن آن توسط فویل آلومینیومی دو لایه) در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت (۵ درجه سلسیوس افزایش دما در هر دقیقه) حرارت داده شدند. پس از آن، بیوچارهای تولیدی در دمای اتاق به تدریج سرد شدند و قبل از استفاده از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند (Mendez و همکاران ۲۰۱۲). برخی از خصوصیات شیمیایی و تجزیه عنصری کودهای آلی و بیوچار آن‌ها توسط روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد.

نمونه برداری خاک و آزمایش گلخانه‌ای

جهت انجام این پژوهش مقدار مناسبی خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به صورت مرکب از مزارع دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب واقع در ۲۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز واقع در استان فارس برداشته شد. پس از هواخشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک با روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. کلاس بافت خاک لومی، پهاش گل اشباع ۷/۸، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره اشباع ۱/۶ دسی‌زیمنس بر متر، کربنات کلسیم معادل ۴۸/۳ درصد، مقدار ماده آلی ۱/۵ درصد، ظرفیت تبادل کاتیونی ۹/۵ میلی‌اکی‌والان در صد گرم خاک، روی، مس، منگنز و آهن عصاره‌گیری شده توسط DTPA به ترتیب، ۰/۷، ۱/۳، ۹/۲ و ۵/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. فاکتور اول شامل کود آلی در پنج سطح (بدون کاربرد کود آلی (CI)، کود گاوی (GM)، کود مرغی (CM)، بیوچار کود گاوی (GMB) و بیوچار کود مرغی (CMB) هر کدام ۲/۵ درصد وزنی (معادل ۴۰ تن در هکتار) و فاکتور دوم شامل زئولیت (تهیه شده از معادن سمنان) (جدول ۱) در سه سطح (عدم کاربرد (Z₀), ۲/۵ درصد وزنی (Z₁) و ۵ درصد وزنی (Z₂) بود. در آغاز طبق طرح آزمایشی تیمارهای آلی به ۲ کیلوگرم خاک افزوده شده و به مدت ۱۵ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در حدود رطوبت مزرعه (۱۷ درصد وزنی تعیین شده توسط دستگاه صفحه فشاری) توسط آب مقطر نگهداری شده و سپس به گلدان‌های پلاستیکی انتقال داده شدند. پس از آن، کشت گیاه به تعداد ۵ بذر کاسنی (*Cichorium intybus* L.) در عمق حدود ۲ سانتی‌متری انجام شد. در هفته دوم رشد گیاه در هر گلدان فقط دو بوته نگهداری شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها روزانه بصورت وزنی با استفاده از آب مقطر در حدود ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه نگهداشته شدند. پس از ۱۰ هفته، گیاهان برداشت شدند. جهت سنجش وزن ماده خشک اندام‌هوایی، پس از قطع اندام‌هوایی از محل طوقه، و شستشو با آب مقطر، به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در آن نگهداری شد تا خشک شود و آنگاه توزین گردید. ماده خشک اندام‌هوایی، توسط آسیاب برقی پودر شده و سپس ۱ گرم از آن در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس، خاکستر و بعد از حل در اسید کلریدریک ۲ نرمال از کاغذ صافی عبور داده شد و سپس توسط

آب مقطر به حجم رسانده شد. در عصاره حاصل، غلظت عناصر آهن، منگنز، مس و روی به وسیله دستگاه جذب اتمی (AAS; PG 990 PG Instruments Ltd. UK) اندازه گیری شد. میزان جذب عناصر غذایی در اندام هوایی از حاصلضرب وزن خشک در غلظت آن‌ها محاسبه شد.

جدول ۱- ترکیب عنصری ژئولیت مورد استفاده (%).

Cl	TiO ₂	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
0.77	0.13	0.41	0.27	2.13	3.56	0.59	8.47	70.56

پردازش اطلاعات

تجزیه‌های آماری داده‌ها، به وسیله نرم افزار MSTATC انجام و میانگین‌های مربوط به اثرهای اصلی هر یک از عامل‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

خصوصیات کودهای آلی و بیوچار آن‌ها

در اثر تبدیل کودهای آلی به بیوچار مقدار پهاش و قابلیت هدایت الکتریکی به مقدار قابل توجهی افزایش یافت (جدول ۲). افزایش پهاش و قابلیت هدایت الکتریکی در اثر تبدیل کود آلی به زغال‌زیستی می‌تواند در اثر افزایش غلظت اکسیدهای فلزی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم)، افزایش مقدار خاکستر و همچنین جدا شدن مواد معدنی از بخش آلی در اثر گرماکافت باشد (Guo و Song، ۲۰۱۲) (جدول ۲). در بین مواد آلی مورد استفاده بیشترین پهاش مربوط به بیوچار کود مرغی (۹/۳) و بیشترین قابلیت هدایت الکتریکی مربوط به بیوچار کود گاوی (۱۲/۶) دسی‌زیمنس بر متر) بود. به طور کلی مقدار عناصر غذایی کم مصرف در کود مرغی و بیوچار آن بیشتر از کود گاوی و بیوچار آن بود (جدول ۲). همچنین با تبدیل کودهای آلی به بیوچار غلظت عناصر غذایی کم‌مصرف به‌طور قابل توجهی افزایش نشان داد (جدول ۲)، که احتمالاً در نتیجه کاهش وزن بیوچار و وقوع پدیده غلظت می‌باشد. همچنین مقدار کربن در بیوچارهای تولیدی بالای ۵۰ درصد و نسبت مولی هیدروژن به کربن در آن‌ها از ۰/۷ کمتر بود که مطابق با تعریف استانداردهای گواهی بیوچار اروپا (European Biochar Certificate, 2012) است (جدول ۱).

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کودهای آلی و بیوچار حاصل از آن‌ها

بیوچار کود مرغی (CMB)	کود مرغی (CM)	بیوچار کود گاوی (GMB)	کود گاوی (GM)	
۹/۳	۶/۸	۸/۷	۷/۶	پهاش (۱:۱۰)
۵/۰۴	۳/۱۹	۱۲/۶۰	۸/۴۰	قابلیت هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹) (۱:۱۰)
۱۷۱۳	۱۰۷۸	۱۲۱۱	۸۳۱	آهن (mg kg ⁻¹)
۱۵۴	۹۶	۱۱۲	۳۵	منگنز (mg kg ⁻¹)
۲۳	۱۴	۱۳/۵	۱۱	مس (mg kg ⁻¹)
۱۴۳	۱۱۶	۵۶	۴۳	روی (mg kg ⁻¹)
۵۰	۴۳	۶۲	۴۰	کربن (%)
۲/۱	----	۱/۲	---	هیدروژن (%)
۱/۶	۲/۲	۱/۳	۱/۵	نیتروژن (%)
۳۱/۲	۱۹/۵	۴۷/۶	۲۶/۶	نسبت کربن به نیتروژن
۰/۵۰	-----	۰/۲۳	----	نسبت مولی هیدروژن به کربن
۵۳	-----	۴۵	----	خاکستر (%)

اثر کاربرد کودهای آلی و بیوچار آن‌ها بر جذب عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد سطوح زئولیت نشان داد که افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_2 مقدار جذب آهن و مس را به طور معنی داری در حدود ۱۱/۶ و ۱۹ درصد به ترتیب افزایش داد. همچنین کاربرد همه مواد آلی بجز کود گاوی سبب افزایش معنی دار جذب آهن و مس نسبت به تیمار شاهد شد که بیشترین مقدار افزایش مربوط به کاربرد تیمار کود مرغی به ترتیب به مقدار ۱/۲۰ و ۱/۱۳ برابر بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کمترین مقدار جذب آهن و مس در تیمار مرکب عدم کاربرد زئولیت و کود گاوی ($GM+Z_0$) به ترتیب به مقدار ۳۶۷ و ۱۴/۵ میکروگرم بر گلدان مشاهده شد در حالی که بیشترین مقدار جذب آهن در تیمار مرکب $CM+Z_1$ به میزان ۱۹۷۲ میکروگرم بر گلدان و بیشترین مقدار جذب مس در تیمار مرکب $CM+Z_2$ به مقدار ۷۰/۴ میکروگرم بر گلدان دست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد تیمارهای آلی نشان داد که کاربرد کود مرغی و بیوچار حاصل از آن سبب افزایش جذب روی نسبت به تیمار شاهد شد در حالی که کاربرد کود گاوی و بیوچار حاصل از آن جذب روی را توسط اندام هوایی کاسنی به طور معنی داری کاهش داد (جدول ۳). به طور کلی تاثیر کودهای آلی اولیه بر جذب روی نسبت به بیوچار حاصل از آن‌ها به طور معنی داری بیشتر بود. همچنین افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_1 سبب افزایش جذب روی به طور معنی داری شد در حالی که کاربرد سطح Z_2 سبب کاهش معنی دار جذب روی شد (جدول ۳). نتایج برهمکنش تیمارها نیز نشان داد که بیشترین مقدار جذب روی در تیمار مرکب $CM+Z_1$ به مقدار ۲۶۲/۹ میکروگرم در گلدان بدست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد زئولیت نشان داد که افزایش سطوح زئولیت از Z_0 به Z_2 سبب افزایش معنی دار جذب منگنز شد هر چند بین سطوح Z_1 و Z_2 اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). همچنین کاربرد همه مواد آلی بجز کود گاوی سبب افزایش معنی دار جذب منگنز نسبت به تیمار شاهد شد به طوری که بیشترین مقدار افزایش مربوط به کاربرد تیمار کود مرغی (CM) به مقدار ۱/۹ برابر بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که کمترین مقدار جذب منگنز در تیمار مرکب عدم کاربرد زئولیت و کود گاوی ($GM+Z_0$) به مقدار ۲۰۵ میکروگرم بر گلدان مشاهده شد در حالی که بیشترین مقدار جذب منگنز در تیمار مرکب $CMB+Z_2$ به میزان ۸۵۹ میکروگرم بر گلدان مشاهده شد.

متشع زاده و عسگری لجایر (۱۳۹۲) با کاربرد سطوح زئولیت غنی شده (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی) در کشت دو رقم ذرت بیان کردند که کاربرد ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی زئولیت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار جذب عناصر مس و روی را توسط هر دو رقم به دنبال داشت. همچنین Inal و همکاران (۲۰۱۵) با کاربرد سطوح کود مرغی و زغال‌زیستی حاصل از آن (۰، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم) در یک خاک آهکی، افزایش معنی دار غلظت عناصر آهن، منگنز، مس و روی را در گیاه لوبیا گزارش کردند. Adejumo و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که کاربرد تیمار زغال‌زیستی سبوس‌برنج تهیه شده در دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس و میزان ۱۵ تن در هکتار سبب افزایش معنی دار جذب روی و آهن توسط گیاه ذرت شد.

جدول ۳- اثر کاربرد کودهای آلی و بیوچار آن‌ها بر جذب عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه کاسنی (میکروگرم در گلدان)

	CL	CM	CMB	GM	GMB	
آهن						
Z_0	۸۱۶ k	۱۹۴۷ b	۱۵۵۱ f	۳۶۷ m	۱۱۲۵ g	۱۱۶۱ C
Z_1	۸۲۰ k	۱۹۷۲ a	۱۶۹۹ e	۶۷۹ l	۹۵۵ i	۱۲۵۵ B
Z_2	۹۵۱ i	۱۷۷۸ d	۱۷۹۸ c	۹۱۷ j	۱۰۳۷ h	۱۲۹۶ A
	۸۶۲ D	۱۸۹۹ A	۱۶۸۳ B	۶۵۴ E	۱۰۳۹ C	
روی						
Z_0	۱۰۹/۶ i	۲۵۹/۱ b	۱۷۹/۱ d	۸۵/۱ l	۱۰۶/۷ j	۱۴۷/۹ B
Z_1	۱۰۹/۵ i	۲۶۲/۹ a	۱۹۰/۴ c	۱۲۴/۴ g	۸۸/۹ k	۱۵۵/۲ A
Z_2	۱۲۱/۹ h	۱۶۳/۳ e	۱۳۹/۷ f	۱۲۵/۲ g	۵۷/۸ m	۱۲۱/۶ C
	۱۱۳/۷ C	۲۲۸/۵ A	۱۶۹/۸ B	۱۱۱/۶ D	۸۴/۵ E	

مس						
Z ₀	۲۹/۳ k	۶۳/۱ c	۵۱/۴ f	۱۴/۵ m	۳۶/۳ g	۳۸/۹ C
Z ₁	۳۱/۷ ij	۶۷/۲ b	۵۶/۲ e	۲۴/۹ l	۳۱/۳ z	۴۲/۳ B
Z ₂	۳۳/۷ hi	۷۰/۴ a	۵۹/۱ d	۳۵/۲ g	۳۳/۴ h	۴۶/۳ A
	۳۱/۴ D	۶۶/۹ A	۵۵/۶ B	۲۴/۸ E	۳۳/۷ C	
منگنز						
Z ₀	۳۲۸ i	۶۹۰ d	۴۸۶ f	۲۰۵ j	۵۶۹ e	۴۵۲ B
Z ₁	۳۹۱ h	۸۲۸ b	۷۳۴ c	۳۲۳ i	۳۷۶ h	۵۳۰/۴ A
Z ₂	۴۵۰ g	۶۷۷ d	۸۵۹ a	۳۱۳ i	۳۲۵ i	۵۲۴/۸ A
	۳۸۹/۶ D	۷۳۱/۶ A	۶۹۳ B	۲۸۰/۳ E	۴۲۳/۳ C	

اعداد دارای حروف بزرگ یا کوچک مشترک در هر ردیف یا ستون از نظر آماری در سطح یک درصد تفاوت معنی داری ندارند...

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به نظر می رسد که بهترین تیمار مرکب در بهبود جذب عناصر غذایی آهن، منگنز، مس و روی توسط گیاه کاسنی کاربرد همزمان کود مرغی با ۲/۵ درصد وزنی زئولیت (CM+Z₁) باشد. بیوجارهای تهیه شده در این پژوهش نسبت به کودهای آلی اولیه تاثیر به مراتب کمتری در بهبود خصوصیات ذکر شده در بالا داشتند. البته پیشنهاد می شود که نتایج این پژوهش در شرایط مزرعه نیز مورد آزمایش و تایید قرار گیرد.

منابع:

- بوستانی، ح.ر.، زارعی، م. و براتی، و. ۱۳۹۶. اثرات کاربرد زغال زیستی و قارچ های میکوریز آربوسکولار بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه ذرت در یک خاک آهکی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۷(۲)، ۱-۲۳.
- شیرانیراد، ا.، طاهرخانی، ح.ت.، مرادی اقدم، ا.، نظری گلشن، ا. و اسکندری، ک. ۱۳۹۰. تأثیر مقادیر نیتروژن و زئولیت بر صفات زراعی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۲)، ۱۲۵-۱۳۵.
- ملکوتی، م.ج. و همایی، م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی مناطق خشک و نیمه خشک، مشکلات و راه حل ها. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- متشروع زاده، ب و عسگری لجایر، ح. ۱۳۹۲. تاثیر سطوح مختلف زئولیت غنی شده بر عملکرد ماده خشک، اجزای عملکرد و جذب برخی عناصر غذایی در دو رقم ذرت سینگل کراس (۷۰۴ و ۲۶۰). تحقیقات کاربردی خاک، ۲، ۶۱-۷۴.
- صالحی، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، اصغرزاده، ا. و سعیدی، ک. ۱۳۹۵. تأثیر کاربرد زئولیت، کودهای زیستی و آلی بر رشد، عملکرد گل و اجزای عملکرد در کشت ارگانیک گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲(۲)، ۲۰۳-۲۱۵.
- یزدانی، د.، شهنازی، س. و سیفی، ح. ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. جلد اول. چاپ کامران. صفحات ۱۰۳-۱۰۵.
- Adejumo, S. A., Owolabi, M. O. and Odesola, I. F. 2016. Agro-physiologic effects of compost and biochar produced at different temperatures on growth, photosynthetic pigment and micronutrients uptake of maize crop. African Journal of Agricultural Research, 11(8), 661-673.
- EBC. 2012. European biochar certificate—guidelines for a sustainable production of biochar. European Biochar Foundation (EBC), Arbaz
- Inal, A., Gunes, A., Sahin, O., Taskin, M. B. and Kaya, E. C. 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil, on the growth of bean and maize. Soil Use and Management, 31, 106-113.
- Lehmann, J. and Joseph, S. 2009. Biochar for environmental management: an introduction. P1-12, In: Lehmann J., and S. Joseph (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, London.
- Mendez, A., Gomez, A., Paz-Ferreiro, J. and Gasco, G. 2012. Effects of sewage sludge biochar on plant metal availability after application to a Mediterranean soil. Chemosphere, 89, 1354-1359.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. J. Fruit Ornam. Plant Res. 12, 183-189.



- Schnug, E., Oswald, P. and Haneklaus, S. 1996. Organic manure management and efficiency: Role of organic fertilizers and their management practices. P259-265, In: Rodriguez-Barrueco, C (Eds), Fertilizers and environment. Kluwer Academic Publishers.
- Song, W. and Guo M. 2012. Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 94: 138-145.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of two kinds of organic manure, their biochars and zeolite levels application on uptake of some micronutrients by chicory plant (*Cichorium intybus* L.) in a calcareous soil

Boostani^{*1}, H.R., Najafi-Ghiri², M., Mahmoodi, A.³

¹ College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

² College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

³ College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

Abstract

The application of organic fertilizers and their biochars to reduce the use of chemical fertilizers in sustainable agriculture is increasing. The goal of this study was to evaluate the effect of two kinds of organic manure, their biochars and zeolite levels application on uptake of some micronutrients by chicory plant (*Cichorium intybus* L.) in a calcareous soil. An experiment as a completely randomized design was performed with three replications under greenhouse conditions. The first factor consisted of organic fertilizer at 5 levels (without application (C1), cow manure (GM), chicken manure (CM), cow manure biochar (GMB) and chicken manure biochar (CMB) each at 2.5 % (w/w)) and the second factor was zeolite levels (0 (Z₀), 2.5% (Z₁) and 5% (Z₂) (w/w)). The increase of zeolite levels from Z₀ to Z₂, caused a significant increase in uptake of iron, copper and manganese by 11.6, 19 and 16.1% respectively. Among the organic treatments, the application of CM had the best effect on increasing the uptake of iron, manganese, copper and zinc by 1.2, 1.9, 1.13 and 2 folds, respectively. The interaction effects of treatments showed that simultaneous application of CM with 2.5% zeolite (CM+Z₁) was the best for improving the uptake of micronutrients by chicory plant. Generally, the effect of biochars in improvement of micronutrients uptake were considerably lower than the feedstocks.

Keywords: Zeolite, biochar, nutrients, chicory.

* Corresponding author, Email: hr.boostani@shirazu.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

رابطه فسفر کل خاک با فسفر قابل استفاده در برخی از خاک‌های زراعی کشور

محمد پسندیده^{۱*}، محمدجعفر ملکوتی^۲، کریم شهبازی^۳، زهرا محمداسماعیل^۴^۱ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی^۲ استاد بازنشسته دانشگاه تربیت مدرس^۳ عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی^۴ محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

امروزه اندازه‌گیری، تخمین و شناخت وضعیت فسفر کل خاک‌ها از اهمیت خاصی برخوردار شده است. زیرا مصرف مداوم کودهای فسفاتی و افزایش فسفر کل خاک می‌تواند موجب یکسری مشکلات زیست‌محیطی شود. در این مقاله با بررسی مقادیر فسفر کل خاک‌های مناطق مختلف کشور و رابطه آن با فسفر قابل جذب، موضوع دقیق‌تر بررسی گردید. برای این منظور، نتایج تحقیقات انجام‌شده، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. در بررسی روابط رگرسیونی از آمار کلاسیک و برای خطای برآورد از فرمول MAE و مقایسه با خط ۴۵ درجه استفاده شد. نتایج نشان داد که بیشترین فراوانی فسفر کل خاک‌ها در کشور در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. همچنین می‌توان با پذیرش مقداری خطا و با استفاده از رابطه آماری، مقدار فسفر کل را از فسفر قابل استفاده تخمین زد. مقایسه خط برآورد با خط ۴۵ درجه نشان می‌دهد که مقادیر فسفر قابل جذب محاسبه شده تا ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر از مقدار واقعی است. مقدار فسفر قابل جذب محاسبه شده در محدوده بالاتر از این مقدار، پایین خط ۴۵ درجه قرار گرفته و کمتر از مقدار واقعی محاسبه می‌شود. در کل مقدار خطای محاسبه شده (MAE) با استفاده از معادله فوق حدوداً ۷/۴ (۳۳٪) است.

کلمات کلیدی: فسفر کل، انباشتگی، همبستگی آماری

مقدمه

از چنددهه گذشته تا کنون مصرف کودهای فسفاتی هم‌پای کودهای نیتروژنی و پتاسیمی فرض شده و انواع کودهای فسفاتی برای تامین نیاز غذایی گیاهان به این عنصر، به بازار عرضه شده است. با مصرف کودهای فسفاتی در خاک، تنها بخشی از آن در سال اول کشت مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. زیرا فقط ۱۰ تا ۲۵ درصد از کودهای فسفاتی اضافه شده به خاک، برای گیاه قابل جذب بوده و بقیه آن (۷۵ تا ۹۰ درصد) به دلایل آهکی بودن اکثر خاک‌ها، بالا بودن pH، تنش خشکی، وجود بی‌کربنات در آب آبیاری و کمبود مواد آلی، عمدتاً در اثر ترکیب با یون کلسیم در خاک به صورت رسوب فسفات کلسیم درآمده و به طور موقت از دسترس گیاه خارج می‌شود (ملکوتی، ۱۳۹۷). به همین دلیل کشاورزان همه ساله به‌طور سنتی کودهای فسفاتی بیشتری مصرف می‌کنند تا مقدار فسفر محلول خاک را در حد بالاتر نگه داشته و کاهش عملکرد نداشته باشند. مصرف مداوم و بی‌رویه کودهای فسفاتی می‌تواند موجب تجمع این عنصر غذایی شده و مشکلات تغذیه گیاهی، زیست‌محیطی، افزایش هزینه تولید و... را در پی داشته باشند (Marschener, ۱۹۹۵ و سپهر و همکاران، ۲۰۰۹). در ایران تاکنون تحقیق جامعی که بتواند ارتباط بین فسفر کل خاک را با فسفر قابل جذب بیان نماید، مشاهده نگردیده است. در این بررسی هدف این است با بررسی مقادیر فسفر کل خاک‌های مناطق مختلف کشور و رابطه آن با فسفر قابل جذب موضوع جامع‌تر و دقیق‌تر بررسی و تحلیل گردید.

مواد و روش‌ها

در این بررسی نتایج تحقیقات انجام شده در خصوص تعیین شکل‌های مختلف فسفر که در استان‌های مختلف کشور انجام شده بود، جمع‌آوری و سپس نتایج آنها جهت تعیین وضعیت فسفر کل خاک و ارتباط آن با فسفر قابل جذب تجزیه و تحلیل شد. برای بررسی و مقایسه وضعیت فسفر کل و فسفر قابل جذب خاک، نمودار فراوانی آنها رسم شد. با توجه به اینکه حدود بحرانی فسفر کل خاک از نظر تغذیه گیاهی هنوز گزارش نشده

* ایمیل نویسنده مسئول: mpassandideh@yahoo.com

است، بالاترین حد فسفرکل گزارش شده توسط Bolster و همکاران (۲۰۱۳) به عنوان حد قابل قبول برای فسفرکل خاکها در نظر گرفته شد. رابطه خطی بدست آمده از رگرسیون بین فسفرکل خاک و فسفر قابل جذب (که به وسیله عصاره گیر اولسن بدست آمده بودند)، به عنوان معیار ارزیابی آماری بین این دو فاکتور در نظر گرفته شد و مقادیر فسفرکل و فسفر قابل جذب از معادله درجه دوم رابطه خطی برآورد شدند. مقایسه مقادیر برآورد شده با داده‌های واقعی به روش مقایسه با خط ۴۵ درجه و خطای برآورد نیز از فرمول MAE^۱ بدست آمد.

$$MAE = \frac{\sum |X_i - X_e|}{n} \quad \%MAE = \frac{MAE \cdot 100}{\text{Mean } X_i} \quad \text{معادله ۱}$$

Xi: مقادیر مشاهده‌ای (واقعی و بدست آمده با آنالیز آزمایشگاهی)

Xe: مقادیر برآورد شده

n: تعداد نمونه

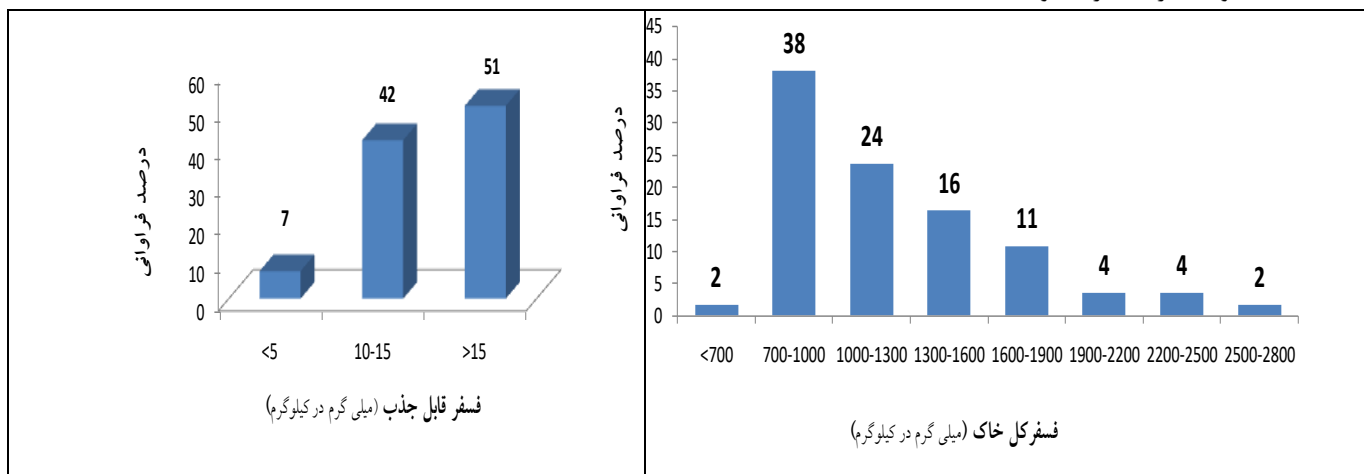
Mean Xi: میانگین مقادیر مشاهده‌ای

در مقایسه مقادیر برآورد شده با داده‌های واقعی به روش مقایسه با خط ۴۵ درجه، فاصله خط برآورد با خط ۴۵ درجه مقدار خطا را نشان می‌دهد. در این روش بررسی، در صورتیکه داده‌های واقعی (اندازه‌گیری شده) در محور افقی و داده‌های برآورد شده در محور عمودی باشند، داده‌های برآورد شده که در زیر خط ۴۵ درجه قرار دارند، کم‌برآورد و داده‌های برآورد شده که در بالای خط ۴۵ درجه قرار دارند، بیش‌برآورد و داده‌هایی روی خط ۴۵ درجه قرار دارند، داده‌هایی هستند که با مقدار برآورد با مقدار واقعی برابر می‌باشند. برای بررسی فسفرکل خاک به تفکیک استانی، برخی نتایج بدست آمده از آنالیز آزمایشگاهی که در فراهمی و یا تثبیت فسفر موثرند (pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربن آلی، کربنات کلسیم و رس) و همچنین فراوانی شکل‌های مختلف فسفر به طور جداگانه ارائه و بررسی شد.

نتایج و بحث

وضعیت فسفرکل در خاک‌های کشاورزی

در شکل ۱ فراوانی مقادیر فسفرکل خاک و فسفر قابل جذب در خاک‌های کشاورزی نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود بیشترین فراوانی فسفرکل خاکها (۳۸٪ خاک‌های مطالعه شده) در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. حدودا فسفرکل ۹۸٪ از خاکها بیشتر از ۷۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد که براساس قوانین وضع شده در سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (Bolster et al., 2013) می‌تواند مشکل‌ساز باشد. لذا کوددهی در این اراضی نایبستی منجر به افزایش فسفرکل خاک شود. با توجه به شکل ۲ که وضعیت فسفر قابل جذب را (با در نظر گرفتن حد بحرانی ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر که با عصاره‌گیر اولسن عصاره‌گیری شده باشد) نشان می‌دهد ملاحظه می‌شود که در ۴۹٪ خاکها باید کود فسفوری مصرف شود.



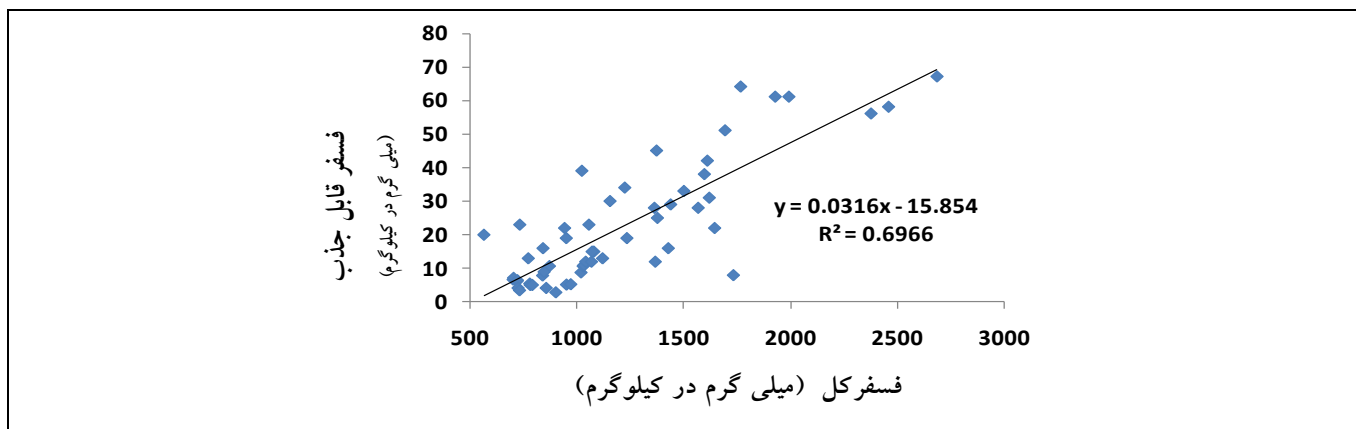
شکل ۲) فراوانی مقادیر فسفر قابل جذب در خاک‌های کشاورزی

شکل ۱) فراوانی مقادیر فسفرکل خاک در خاک‌های کشاورزی

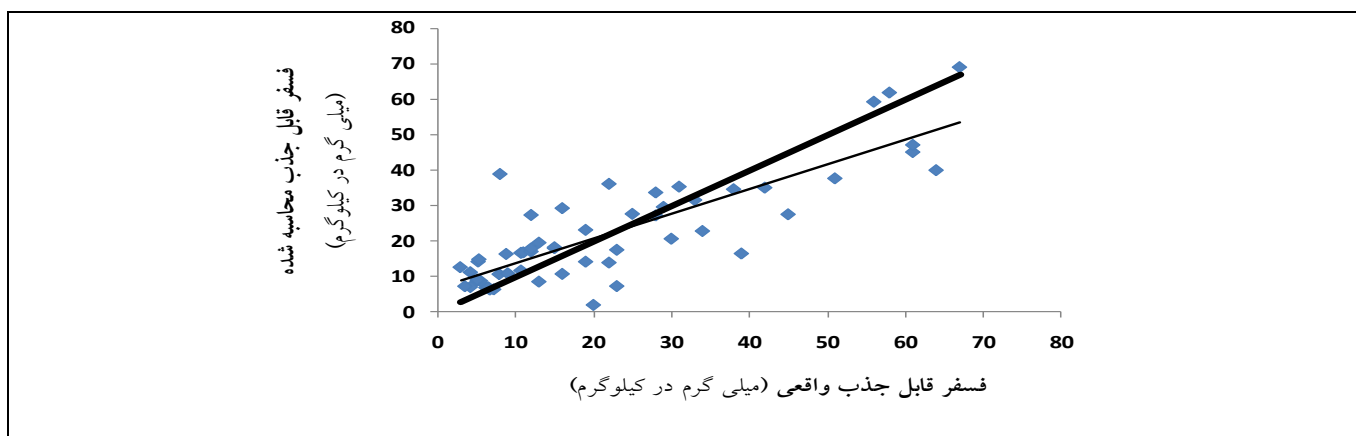
^۱- Mean Absolute Error

رابطه آماری فسفر کل خاک با فسفر قابل جذب و برآورد آنها

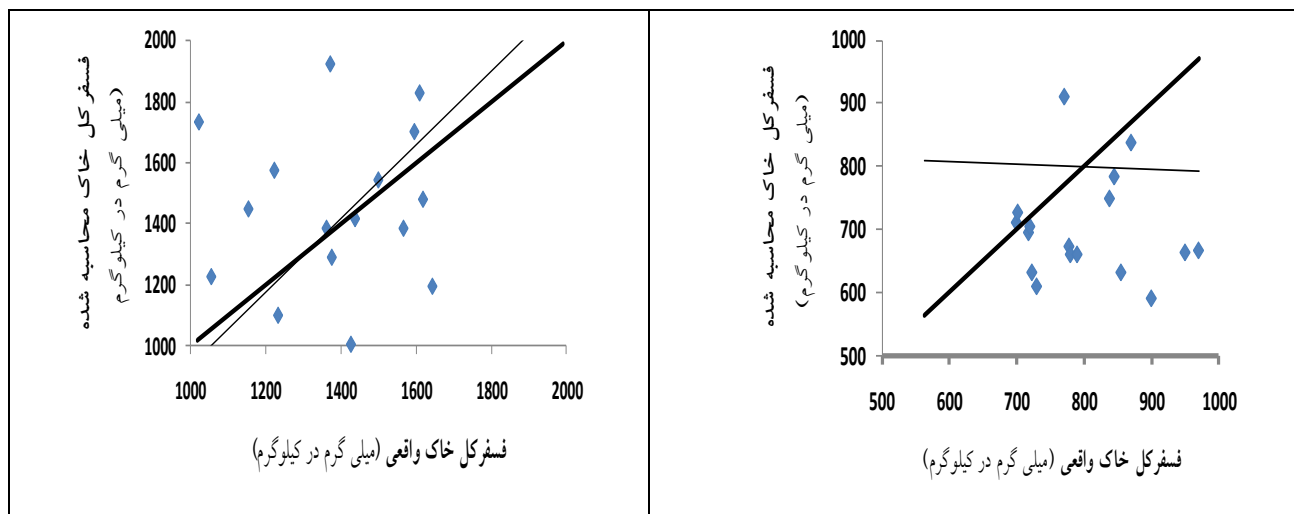
در شکل ۳ رابطه آماری فسفر کل خاک با فسفر قابل جذب نشان داده شده است. بین فسفر کل و فسفر قابل جذب رابطه رگرسیونی مثبت و معنی دار ($R^2=0.7$) وجود دارد. با استفاده از معادله (۲) $Y=0.0316X-15.9$ می توان مقدار فسفر کل و یا فسفر قابل جذب را برآورد کرد. نتایج بدست آمده از برآورد این دو فاکتور در شکل های ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است. در شکل ۴ مقادیر فسفر قابل جذب برآورد شده با استفاده از معادله ۲ و با در دست داشتن فسفر کل خاک نشان داده شده است. مقایسه خط برآورد با خط ۴۵ درجه نشان می دهد که مقادیر فسفر قابل جذب محاسبه شده تا ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم بیشتر از مقدار واقعی است. مقدار فسفر قابل جذب محاسبه شده در محدوده بالاتر از این مقدار، پایین خط ۴۵ درجه قرار گرفته و کمتر از مقدار واقعی محاسبه می شود. در مقادیر فسفر قابل جذب بیشتر از ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم فاصله دو خط از هم بیشتر شده که نشان دهنده بیشتر شدن خطای برآورد است. در کل مقدار خطای محاسبه شده (MAE) با استفاده از معادله ۱ حدوداً ۷/۴ (۳۳٪) است. در شکل های ۵ و ۶ نتایج بدست آمده از برآورد فسفر کل با استفاده از معادله (۲) نشان داده شده است. جهت دقت بیشتر نمودارها در دو محدوده فسفر کل (۱۰۰۰-۵۰۰) و (۲۰۰۰-۱۰۰۰) میلی گرم در کیلوگرم نشان داده شده است. مقدار خطای برآورد در فسفر کل بیشتر از ۱۰۰۰ کمتر است (خط برآورد و خط ۴۵ درجه فاصله کمتری دارد). به طور کلی در محدوده فسفر کل محاسبه شده ۱۳۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مقدار کمتر برآورد و در محدوده فسفر کل محاسبه شده ۲۰۰۰-۱۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، مقدار بیش برآورد داریم. در کل مقدار خطای محاسبه شده (MAE) برای فسفر کل با استفاده از معادله ۱ حدوداً ۲۳۴ (۱۹٪) است.



شکل ۳) رابطه فسفر کل خاک با فسفر قابل جذب در برخی از خاک های زراعی کشور



شکل ۴) مقایسه نتایج فسفر قابل جذب محاسبه شده با نمودار ۴۵ درجه



شکل ۶) مقایسه نتایج فسفرکل محاسبه شده در محدوده ۱۰۰۰-۲۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با نمودار ۴۵ درجه

شکل ۵) مقایسه نتایج فسفرکل محاسبه شده در محدوده ۵۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم با نمودار ۴۵ درجه

نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

در ایران وضعیت فسفر خاک‌های کشاورزی را همانند سایر عناصر غذایی با توجه به حد بحرانی تعریف شده (۱۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر که با عصاره گیر اولسن عصاره گیری شده باشد) بررسی می کنند. هر چند در مناطق مورد بررسی فسفر قابل استفاده بجز آذربایجان شرقی و قزوین بالاتر از حد بحرانی است، اما در شرایط بحرانی نیز در کوددهی کودهای فسفاتی، باید به فسفرکل خاک نیز توجه کرد. چراکه کمبود ماده آلی و آهکی بودن اغلب اراضی کشاورزی در ایران، مبنای قرار دادن حد بحرانی عنصر غذایی فسفر بدون توجه به فسفرکل توصیه کوددهی مداوم و سالانه کودهای فسفاتی را در پی داشته و فسفرکل خاکها افزایش خواهد یافت. پیشنهاد می شود در مطالعات آینده بحث فسفرکل خاک و مسائل مطرح شده در مقیاس منطقه ای و با استفاده از آمار پیشرفته (زمین آمار) مورد بررسی دقیق تر قرار گیرد.

فهرست

ملکوتی، م. ج. ۱۳۹۷. توصیه بهینه مصرف کود برای محصولات کشاورزی در ایران، انتشارات مبلغان، تهران، ایران.

Bolster, C H, Delgoda, J , and Horvant, T. 2013. The new combined Kentucky nitrogen and phosphorus index to protect water quality. Kentucky agricultural science and monitoring committee meeting.

Marschener H. 1995. Mineral Nutrition of Higher plants. 2nd Edition London. Academic Press.

Sepehr E, Malakouti MJ , Kholdebarin B, Samadi A, and Karimian, N. 2009. Genotypics variation in P efficiency of selected Iranian cerrals in greenhouse experiment. Int. Journal of Plant Production. 3:17-28.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Relationship between soil total phosphorus and available phosphorus in some agricultural soils of Iran

Passandideh¹, M., Malakouti², M.J., Shahbazi, K.³ Mohammadesmail, Z.¹

¹ Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil Province, Education and Extension Organization

² Professor, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

³ Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

⁴ Researcher, Soil and Water Research Institute, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

Estimating and recognizing the soil phosphorous status is important. long term P-fertilizer application may lead to P-accumulation, precipitation and increasing of total P which contribute to environmental problems. In this study, the aim is the comprehensive review of the subject by investigation the total soil P in some agricultural soils and its relationship with available phosphorus. For this purpose, a proper case study was chosen and displacements of different soil characteristics such as total-P and available-P were observed and any possible relationship in between the displacements was assessed. The experiment revealed that the amount of total-P in the soil varies between 700 to 1000 mg kg⁻¹. The total-P value has a positive and meaningful correlation with the amount of available-P. Comparison of the estimated line with the 45 ° line showed that the calculated available-P values (up to 20 mg kg) were greater than the actual value. Also, the calculated available-P content in the higher range of 20 mg kg lies below the 45 ° line and is less than the actual value. Overall, the calculated error value (MAE) was about 4.7 (33%).

Key words: Phosphorous, Accumulation, Statistical Correlation

* Corresponding author, Email: mpassandideh@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

مدیریت تلفیقی تغذیه کلزا

حسن حقیقت نیا^{۱*}، فرهاد مشیری^۲

^۱ استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، فارس، ایران

^۲ استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه یکی از روش‌های مناسب برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است. به منظور ارزیابی اثرات کودهای شیمیایی، آلی و زیستی و نیز استفاده توأم آنها بر کلزا این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار در شرایط مزرعه‌ای در پلات‌های ۱۰۰ متر مربعی انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ کلزا در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در همه صفات اندازه‌گیری شده، تیمار شاهد (بدون مصرف کود) کمترین مقدار را در بین تیمارها به خود اختصاص داد و در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفت. بعنوان جمع بندی کلی می‌توان اظهار داشت، در این تحقیق تیمار مصرف ۲۰ تن کود گاوی و یا تیمار مصرف ۲۰ تن کود کمپوست (هر دو سال یک‌بار) + کاربرد ۷۵ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده + کاربرد ۵۰ درصد مقدار فسفر و پتاسیم توصیه شده + کاربرد محرک های زیستی رشد گیاه جهت حصول عملکرد مناسب و اقتصادی و نیز حرکت در جهت افزایش ماده آلی خاک و کشاورزی پایدار قابل توصیه می باشد.

کلمات کلیدی: کلزا، کود آلی، کود بیولوژیک، کود شیمیایی.

مقدمه

ادامه روند کشاورزی پرنهاده امروزی به دلیل عدم توجه مناسب به محیط زیست، بدون تردید امکان پذیر نمی باشد. به همین دلیل بایستی به سمت کشاورزی پایدار حرکت نموده و در این راستا استفاده تلفیقی از منابع کودی در کشاورزی یکی از راهکارهاست. در روش مدیریت تلفیقی، 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 بیولوژیک در تأمین عناصر غذایی استفاده می‌شود (Vanlauwe و همکاران، ۲۰۰۲؛ Mahajan & Gupta، ۲۰۰۹). ماده آلی خاک از منابع اصلی تأمین عناصر غذایی کربن، نیتروژن، فسفر و گوگرد می‌باشد و چرخه عناصر و قابلیت استفاده از آنها تحت تاثیر میکروبیومهای خاک می‌باشد (Feichtinger و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به فقر شدید ماده آلی خاک استفاده از کودهای آلی علاوه بر بهبود ویژگی‌های خاک و حفظ حاصلخیزی خاک سبب کاهش نیاز به کودهای شیمیایی می‌گردد. مصطفوی راد و همکاران (۱۳۹۴) از نوعی کود آلی به نام «آزوکمپوست» به صورت تک و یا تلفیق با کود ازته اوره استفاده نمودند. نتایج ایشان نشان داد که سیستم تغذیه تلفیقی باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی خاک در زراعت کلزا گردید. میرزاشاهی (۱۳۸۶) نشان داد که با مصرف ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی می‌توان تا ۲۵ درصد از کودهای شیمیایی حاوی عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در زراعت ذرت کاست. در پژوهشی اثرات تلفیقی کودهای شیمیایی، دامی و بیولوژیک در مزرعه‌ای با خاک و آب شور در قم بر عملکرد،

* ایمیل نویسنده مسئول: hasanhaghighatnia@yahoo.com

اجزای عملکرد و جذب عناصر غذایی کلزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در نتیجه استفاده از کود دامی توام با کود بیولوژیک بارور ۲ و ۷۵٪ مقدار توصیه فسفر بر اساس آزمون خاک بدست آمد. در این تیمارها کود دامی با کاهش اثرات سمی یون های سدیم و کلر باعث افزایش جذب نیتروژن و فسفر و در نتیجه عملکرد دانه گردید (تکافویان و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بختاجرد داراب به طول جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۹۰ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار، در مجموع ۳۶ کرت ۲۰×۵ متر مربع در شرایط مزرعه به اجراء در آمد. تیمارها عبارت بودند از: T₁ شاهد بدون مصرف کود، T₂ کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنی، فسفری و پتاسیمی بر اساس آزمون خاک، T₃ کاربرد ۲۰ تن کود گاوی + کاربرد ۷۵ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده + کاربرد ۵۰ درصد مقدار فسفر و پتاسیم توصیه شده، T₄ کاربرد ۲۰ تن کمپوست پسماند + کاربرد ۷۵ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده + کاربرد ۵۰ درصد مقدار فسفر و پتاسیم توصیه شده، T₅ کاربرد ۲۰ تن کود گاوی + کاربرد ۷۵ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده، T₆ کاربرد ۲۰ تن کود گاوی + کاربرد ۷۵ درصد مقدار نیتروژن توصیه شده، T₇ کاربرد ۱۰ تن کود گاوی، T₈ کاربرد ۱۰ تن کمپوست پسماند، T₉ کاربرد کودهای نیتروژنی، فسفری و پتاسیمی بر اساس آزمون خاک + کاربرد محرکهای زیستی رشد گیاه، T₁₀ تیمار ۴ + کاربرد محرک های زیستی رشد گیاه، T₁₁ تیمار ۵ + کاربرد محرک های زیستی رشد گیاه، T₁₂ تیمار ۲ + کاربرد ۲۰ تن کود گاوی + کاربرد محرک های زیستی رشد گیاه. شاخص های مورد بررسی در این تحقیق عبارت بودند از: عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف، وزن هزار دانه و نیز غلظت عناصر غذایی پرمصرف در برگ گیاه شامل عناصر پر مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد، و در نهایت جهت رسم جداول و شکل ها هم از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث:

نتایج مربوط به برخی از ویژگی های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک زیاد با کربن آلی کم (کمتر از ۱ درصد)، شوری پایین، اسیدیته قلیایی، فسفر و پتاسیم متوسط و عناصر کم مصرف نسبتاً پایین بود.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Zn	Fe	Mn	K	P	O.C	T.N.V.	pH	Ec	عمق خاک
میلی گرم در کیلوگرم							%	dS.m ⁻¹	Cm
۰/۶۷	۵/۱	۸/۵	۲۳۱	۱۱/۵	۰/۶۷	۳۸/۰	۸/۲	۰/۷۳	۰-۳۰

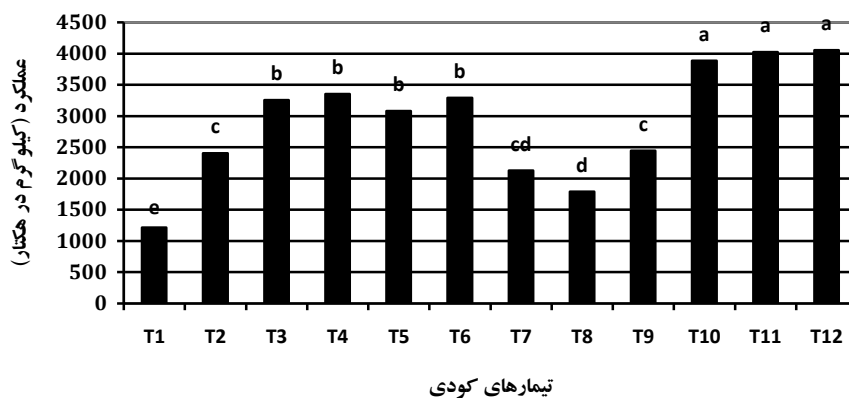
نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع گیاه کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه و عملکرد زیست توده تقریباً مشابه بود. به طوری که بیشترین عملکرد به تیمارهای ۲۰ تن کود گاوی + مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک + کود زیستی

محرك رشد گیاه (T_{12}) اختصاص داشت که با تیمارهای T_{10} و T_{11} اختلاف آماری معنی داری نداشت و هر سه در یک کلاس آماری قرار گرفتند. همچنین در مورد عملکرد دانه همه تیمارها با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) اختلاف کاملاً معنی داری را نشان دادند و از لحاظ عملکرد بیولوژیک

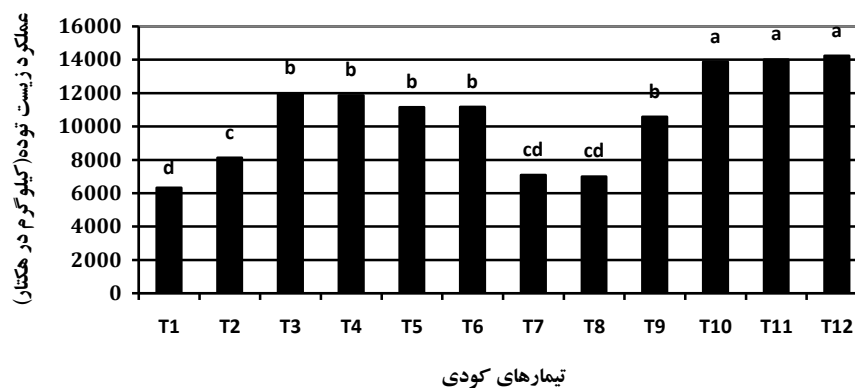
جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد زیست توده	میانگین مربعات		تعداد بوته در واحد سطح	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته
				تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف در بوته				
تکرار	۲	۹۱۵۲۸	۱۶۰۶۶۸۲/۱	۳/۲۵۰	۵۷۶/۳	۷/۱۸۶	۰/۱۱۶	۲۰/۷۶	
تیمارهای کودی	۱۱	۲۵۰۴۹۷۰	۲۴۳۸۷۷۷۷ *	ns۶۳/۰۹۱	۶۱۳۲ **	۲۵/۰۵ **	ns۰/۰۳۹	۱۸۶/۴۴ **	
خطا	۲۲	۵۳۹۶۳	۶۲۸۱۳۸/۰	۶۵/۱۵۹	۷۱۸/۵	۲/۸۰	۰/۰۳۹	۵۲/۴۵	
ضریب تغییرات		۷/۹۸	۷/۴۷	۱۵/۰۴	۱۳/۹۸	۶/۵۵	۵/۴۱	۷/۵۱	

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ ns غیر معنی دار



شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه کلزا



شکل ۲- تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد زیست توده کلزا

همه تیمارها بجز تیمارهای T₇ و T₈ اختلاف معنی داری را با تیمار شاهد نشان دادند (شکل های ۱ و ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر ارتفاع بوته گیاه کلزا نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۶ سانتی متر) به تیمار T₁₂ اختصاص داشت که با تیمارهای T₄، T₅، T₆، T₈، T₉، T₁₀ و T₁₁ اختلاف آماری معنی داری نداشت و همگی در یک کلاس آماری قرار گرفتند. کمترین ارتفاع بوته (۷۹/۵ سانتی متر) مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمارهای T₂، T₇ و T₈ اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در غلاف به تیمار T₁₀ اختصاص داشت که البته با تیمارهای T₆، T₁₁ و T₁₂ اختلاف معنی دار آماری نشان نداد و همگی در یک گروه قرار گرفتند. همچنین همه تیمارها بجز تیمار T₂ با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) اختلاف کاملاً معنی داری داشتند (جدول ۴). بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمارهای (T₁₂) بود که با تیمارهای T₁₀، T₁₁ و T₃ اختلاف آماری معنی داری نداشت و همگی در یک کلاس آماری قرار گرفتند. همچنین همه تیمارها با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) اختلاف کاملاً معنی داری نشان دادند (جدول ۴). این نتایج با نتایج برخی دیگر محققین که تلفیقی از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی استفاده نمودند مطابقت دارد. محققین یکی از دلایل این امر را بهبود وضعیت مواد آلی در خاک و به دنبال آن بهتر شدن وضعیت تجزیه میکروبی مواد آلی و قابل دسترس شدن مواد غذایی می دانند (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۴). کودهای آلی توانایی تامین تمام و یا بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را دارا می باشند. سهم کودهای آلی در فراهم نمودن عناصر غذایی برای گیاه به نوع سیستم زراعی (تناوب زراعی)، شرایط خاکی، اقلیمی، نوع کود آلی و عملکرد محصول وابسته است. نشان داده شده است که با کاربرد کودهای آلی می توان از مصرف کودهای شیمیایی کاست (سماوات، ۱۳۹۶)

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت نیتروژن برگ گیاه کلزا نشان داد که بیشترین غلظت نیتروژن برگ (۴/۴۷۵ درصد) به تیمار T₁₂ اختصاص داشت که با تیمارهای T₉، T₁₀ و T₁₁ اختلاف آماری معنی داری نداشت و همگی در یک کلاس آماری قرار گرفتند. تیمارهای T₂، T₉، T₁₀ و T₁₁ در گروه بعدی قرار گرفتند (غلظت متوسط). کمترین غلظت نیتروژن برگ (۳/۱ درصد) به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) اختصاص داشت و با همه تیمارها اختلاف کاملاً معنی داری نشان داد (جدول ۴). بیشترین میزان فسفر برگ (۰/۲۶۵۷ درصد) مربوط به T₃ بود که با تیمارهای T₂، T₄، T₅، T₉، T₁₀، T₁₁ و T₁₂ اختلاف معنی داری نداشته و همگی در یک کلاس آماری قرار گرفتند. تیمار شاهد بدون مصرف کود با کمترین میزان فسفر برگ (۰/۱۶۷۳ درصد) در آخرین گروه آماری قرار گرفت که البته با تیمارهای T₆، T₇ و T₈ نیز اختلاف معنی داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). بیشترین غلظت پتاسیم کلزا (۳/۵۱۷ درصد) به تیمار T₁₂ اختصاص داشت که با تیمارهای T₂، T₃، T₄، T₅ و T₉ اختلاف آماری معنی داری نداشت و همگی در یک کلاس آماری قرار گرفتند. تیمار شاهد (بدون مصرف کود) با کمترین غلظت پتاسیم برگ (۲/۵۰۳ درصد) بتهایی در آخرین گروه آماری قرار گرفت و با سایر تیمارها اختلاف کاملاً معنی داری را نشان داد (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس تیمارهای کودی بر غلظت عناصر غذایی در برگ گیاه کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
تکرار	۲	نیتروژن	فسفر
تیمارهای کودی	۱۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲
خطا	۲۲	۰/۴۵۳ **	۰/۰۰۳ **
ضرب تغییرات	(درصد)	۰/۰۳۱	۰/۰۰۱
		۴/۴۵	۱۱/۱
		۴/۱۵	

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ NS غیر معنی دار

نتیجه گیری

در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده می توان چنین استنباط نمود که اولاً نیاز غذایی کلزا زیاد بوده و نیاز به مصرف کود قطعی است زیرا تیمار شاهد (بدون مصرف کود) در تمام صفات اندازه گیری شده کمترین بوده است. ثانیاً با توجه به اینکه مصرف کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه سبب تفاوت معنی داری با شرایط بدون مصرف آن داشته است می بایست از کودهای بیولوژیک استفاده نمود. همچنین تاثیر ماه آلی بخصوص کود گاوی زیاد بوده و بعلاوه آزادسازی عناصر غذایی می توان بخشی از نیازهای غذایی گیاه را با کاهش بخشی از کودهای شیمیایی مورد نیاز جبران کرد که در این تحقیق مصرف ۲۵٪ نیتروژن و ۵۰٪ فسفر و پتاسیم با مصرف ۲۰ تن کود آلی و کود بیولوژیک کاهش یافته است. علاوه بر این مصرف کودهای آلی قطعاً اثرات مفیدی بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد که در این مقاله ارائه نشده اند.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای کودی بر برخی صفات اندازه گیری شده

تیمارها	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	نیتروژن	فسفر (درصد)	پتاسیم
T ₁	۷۹/۵ ^e	۱۹ ^f	۸۹ ^c	۳/۱۰۰ ^e	۰/۱۶۷۳ ^b	۲/۵۰۳ ^b
T ₂	۸۹/۲ ^{bc}	۲۴ ^{df}	۱۶۸ ^b	۴/۰۸۹ ^{bcde}	۰/۲۵۶۷ ^b	۳/۳۹۳ ^a
T ₃	۱۰۰/۳ ^{ab}	۲۴/۳۳ ^{cde}	۲۰۴ ^{ab}	۳/۹۷۹ ^{bcd}	۰/۲۶۵۷ ^{ab}	۳/۲۸۳ ^b
T ₄	۹۸/۵ ^{ab}	۲۶/۳۳ ^{bcde}	۲۰۵ ^{ab}	۳/۶۶۵ ^{de}	۰/۲۳۵۳ ^b	۳/۳۵ ^a
T ₅	۱۰۰ ^{ab}	۲۶/۶۷ ^{bcd}	۱۸۲ ^b	۴/۰۲۵ ^{cde}	۰/۲۲۷۷ ^{ab}	۳/۳۳۳ ^b
T ₆	۹۸ ^{ab}	۲۷/۳۳ ^{abc}	۱۸۷ ^b	۳/۷۹۲ ^{bcde}	۰/۱۹۵۷ ^{ab}	۳/۲۴۷ ^a
T ₇	۸۹ ^{bc}	۲۴ ^{de}	۱۶۸ ^b	۳/۸۸۴ ^{abc}	۰/۱۹۸۷ ^{ab}	۳/۱۶۷ ^b
T ₈	۹۲/۳ ^{abc}	۲۳/۳۳ ^e	۱۶۵ ^b	۳/۷۰۰ ^{ab}	۰/۱۹۷۳ ^{ab}	۳/۰۶۷ ^a
T ₉	۹۵ ^{ab}	۲۵/۶۷ ^{bcde}	۱۸۹ ^b	۴/۳۲۷ ^a	۰/۲۴۵۷ ^{ab}	۳/۴۱۷ ^b
T ₁₀	۱۰۵/۳ ^a	۳۰ ^a	۲۴۰ ^a	۴/۴۱۲ ^{ab}	۰/۲۵۷۷ ^{ab}	۳/۰۵ ^a
T ₁₁	۱۰۴/۵ ^a	۲۸/۶۷ ^{ab}	۲۵۰ ^a	۴/۲۹۶ ^{abcd}	۰/۲۵۱۰ ^{ab}	۳/۱۱۷ ^b
T ₁₂	۱۰۶ ^a	۲۷/۳۳ ^{abc}	۲۵۴ ^a	۴/۴۷۵ ^a	۰/۲۶۴۷ ^a	۳/۵۱۷ ^a

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند از اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

منابع:

تکافویان، ج، صباحی ح، لیاقتی، ه. و مهدوی دامغانی، ع. م. ۱۳۸۹. تاثیر کاربرد تلفیقی کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر جذب فسفر و نیتروژن در کلزا در شرایط آب و خاک شور. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

سماوات، س. ۱۳۹۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی "بررسی اثر کاربرد کودهای آلی مختلف بر خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک تحت کشت تناوب گندم-ذرت". موسسه تحقیقات خاک و آب (در دست انتشار).

مصطفوی راد، م، طهماسبی سروستانی، ز، مدرس ثانوی، س و قلاوند، ا. ۱۳۹۴. اثر منابع آلی و شیمیایی نیتروژن بر عملکرد دانه برخی ارقام کلزا و ویژگی های خاک. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۵، شماره ۱، صص ۲۱۷-۲.

میرزاشاهی، کامران. ۱۳۸۶. گزارش نهایی پروژه "تاثیر استفاده توأم 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.



- Feichtinger, F., Erhardt, E., & Hartl, W. 2004. Net N-mineralisation related to soil organic matter pools. *Plant and Soil Environment*, 50: 273-276.
- Gupta PK, 2000. *Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis*. Agrobios, New Delhi, India.
- Mahajan, A. & Gupta, R. D. 2009. *Integrated nutrient management (INM) in a sustainable rice-wheat cropping system*. Springer.
- Vanlauwe, B., Diels, J., Sanginga, N. & Merckx, R. 2002. *Integrated plant nutrient management in sub-saharan Africa, from concept to practice*. CAB International, Oxford, UK.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Integrated management nutrition of canola

Haghighatnia^{*1}, H., Moshiri², F.

¹ Assistant Prof. of Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Darab, Fars, Iran.

² Assistant Prof. of Soil and Water Research Institute, AREEO, Karaj, Iran.

Abstract

The integrated management of plant nutrition is one of the suitable methods for supplying nutrient elements to the plant. In order to evaluate the effects application of chemical, organic and biological fertilizers on canola, this research was performed as a complete block design with 12 treatments in three replications in field conditions on plots of 100 square meters. The results of analysis of variance showed that the effect of various treatments on grain yield, biologic yield, capsules per plant, grain per capsule, nitrogen, phosphorus and potassium concentration in canola leaves was significant at a 1 percent levels. In all the measured traits, control treatment showed the lowest amount of among the treatments and were at the lowest statistical group. As a general conclusion, the treatment of 20 tons of manure or the treatment of 20 tons of compost fertilizer (twice a year)+ 50% nitrogen recommended+ 75% phosphorous and potassium recommended+ apply of biological fertilizers is recommendable to achieve good and economical yield as well as moving in order to increase the organic material and sustainable agriculture.

Keywords: biological fertilizer, canola, chemical fertilizer, organic fertilizer.

* Corresponding author, Email: hasanhaghighatnia@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

برهمکنش شوری و کادمیوم بر رشد و ترکیبات شیمیایی گوجه فرنگی

زهرا نصیبی^۱، یعقوب حسینی^{۲*}^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد سبزیکاری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت^۲ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس،

ایران

چکیده

تنش عناصر سنگین یکی از مهم‌ترین و خطرناک‌ترین تنش‌های محیطی می‌باشد و کادمیوم (Cd) در زمره فلزات سنگین مضر برای گیاه و حیوان شناخته می‌شود. روند رو به رشد صنعتی شدن و شوری منابع خاک و آب پرسشهایی پیرامون اثرات متقابل آنها ایجاد می‌کند. در همین راستا، اثر ۵ سطح کلرید سدیم شامل صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌مول در خاک و ۴ سطح کلرید کادمیوم شامل صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بر گوجه فرنگی رقم سانسید مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای گیاهی اندازه‌گیری شده شامل خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل و غلظت کادمیوم در گیاه بود. نتایج نشان داد افزایش سطوح شوری و سطوح کادمیوم، موجب کاهش معنی‌دار در وزن اندام هوایی، میزان کلروفیل گردید. اثرات متقابل شوری و کادمیوم نیز معنی‌دار شد و باعث کاهش در وزن اندام هوایی، وزن ریشه و میزان کلروفیل گردید، در حالی که غلظت کادمیوم در گیاه افزایش داشت.

کلمات کلیدی: تنش، عناصر سنگین، کلروفیل، کلرید سدیم، گوجه فرنگی

مقدمه

استان هرمزگان یکی از استان‌های در حال توسعه است و به منظور رونق منطقه، واحدهای اقتصادی زیادی در حال احداث و توسعه می‌باشند. پساب این واحدها ممکن است آلوده به عناصر سنگین باشد و نفوذ آن به منابع خاک و همچنین آب‌های زیرزمینی مسأله جدی است. از طرف دیگر با توجه به محدودیت منابع آبی استان و توسعه مراکز صنعتی، بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی رو به گسترش می‌باشد که این امر سبب کاهش کیفیت و کمیت منابع آب‌های زیرزمینی شده است که شوری منابع آب و خاک از پیامدهای آن می‌باشد. سطح زیر کشت گوجه فرنگی در فضای باز در استان هرمزگان حدود ۱۴ هزار هکتار می‌باشد. گوجه‌فرنگی نسبتاً حساس به شوری است. در آزمایشی نشان داده شد که شوری بر صفات طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه گیاهان گوجه فرنگی، اثر معنی‌دار منفی داشته است (مرتضایی نژاد و رضایی، ۱۳۸۸). با افزایش شوری، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل خام کاهش یافته، بنابراین رشد گیاه با افزایش شوری کاهش می‌یابد (طالب زاده و همکاران، ۱۳۸۸). کادمیوم (Cd) در زمره فلزات سنگین غیر ضروری برای گیاه و حیوان (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۵) بوده که به دلیل سمیت بالای آن و حلالیت زیاد در آب به عنوان آلوده کننده‌ترین عنصر شناخته می‌شود (Das et al., 1997). در آزمایشی (Jing et al., 2005) نشان داده شد که کاربرد کادمیوم در غلظت‌های بالا طول و حجم ریشه، ارتفاع گیاه و هم‌چنین فتوسنتز خالص را کاهش داد. اثرات کادمیوم بر روی گیاه گوجه‌فرنگی در محیط هیدروپونیک توسط Lopez-Millan et al., 2009 بررسی شد. کادمیوم بر ریشه و ساقه گوجه‌فرنگی تأثیر گذاشته، به طوری که کاربرد ۱۰ میکرومول کادمیوم موجب بروز علائم کلروز و ۱۰۰ میکرومول موجب نکروز برگ‌ها گردیده و قهوه‌ای شدن ریشه در هر دو غلظت مشاهده شد. رشد گوجه‌فرنگی در هر دو غلظت کادمیوم، کاهش یافت. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و غلظت کادمیوم بر رشد و ترکیبات شیمیایی گوجه‌فرنگی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

فاکتورهای آزمایش شامل شوری و کادمیوم و دارای سه تکرار بود. شوری در ۵ سطح شامل صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌مول در خاک و کادمیوم در ۴ سطح شامل صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مول در خاک به کار برده شد. رقم مورد استفاده رقم سانسید که از ارقام رایج در استان هرمزگان می‌باشند استفاده

* ایمیل نویسنده مسئول: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

گردید. فاکتورهای گیاهی اندازه‌گیری شده شامل خشک قسمت هوایی، وزن خشک ریشه، میزان کلروفیل و غلظت کادمیوم در گیاه بود. برای اندازه‌گیری کلروفیل از روش آرنون (۱۹۴۹) استفاده گردید.

$$Chl a (mg/g) = \frac{(12.7 \times A663) - (2.69 \times A645) \times V}{W \times 1000}$$

$$Chl b (mg/g) = \frac{(22.9 \times A645) - (4.68 \times A663) \times V}{W \times 1000}$$

$$Chl total (mg/g) = \frac{(20.21 \times A645) + (8.02 \times A663) \times V}{W \times 1000}$$

که در آن :

V : حجم بر حسب سی سی، W : وزن نمونه بر حسب گرم، A₆₄₅ : حداکثر جذب کلروفیل در طول موج، ۴۴۵، A₆₆₃ : حداکثر جذب کلروفیل در طول موج ۶۶۳

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. برای انجام محاسبات از نرم افزار SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

اثر سطوح شوری نشان داد با افزایش شوری، وزن تر و خشک اندام هوایی کاهش معنی‌دار داشت. اثر سطوح کادمیوم بر وزن اندام هوایی معنی‌دار نشد. اثرات شوری و کادمیوم بر وزن اندام هوایی معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر متقابل کلرید سدیم و کادمیوم اضافه شده به خاک بر روی وزن اندام هوایی (گرم در بوته)

کلرید سدیم (میلی مول)					کادمیوم
۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	صفر	(میلی گرم بر کیلوگرم)
وزن خشک اندام هوایی (گرم)					
۰/۷۵ efg	۱/۰۷ efg	۱/۶۵ cde	۲/۱۴ bcd	۳/۹۸ ab*	صفر
۰/۲۵ g	۱/۲۴ def	۱/۱۳ def	۳/۳۳ ab	۲/۶۹ ab	۱۰
۰/۲۷ g	۰/۶ fg	۰/۹۶ efg	۲/۶۷ bc	۵/۴۵ a	۲۰
۰/۶۲ efg	۰/۹۳ efg	۱/۴۷ cdef	۲/۳۸ bc	۳/۰۸ ab	۴۰

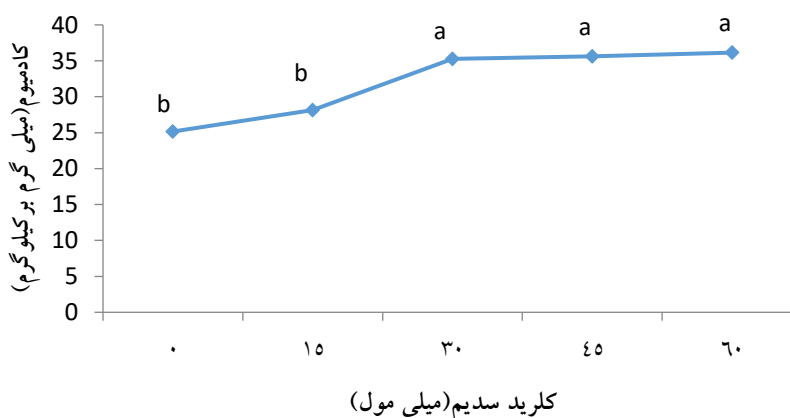
* میانگین‌هایی که در جدول فوق دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

اثر سطوح شوری بر میزان کلروفیل نشان داد با افزایش شوری تا ۴۵ میلی‌مول کلرید سدیم کلروفیل a، b و کل کاهش یافته که نسبت به شاهد معنی‌دار بود. همچنین، افزایش سطوح کادمیوم تا در ۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم موجب کاهش معنی‌دار در میزان کلروفیل a، b و کل گردید.

جدول ۶- اثر متقابل کلرید سدیم و کادمیوم اضافه شده به خاک بر کلروفیل (میلی گرم بر گرم)

کلرید سدیم (میلی مول)					کادمیوم
۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	صفر	(میلی گرم بر کیلوگرم)
کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)					
۰/۶۸ a	۰/۵۱ bcde	۰/۵۳ bcde	۰/۶۴ a	۰/۷۱ a*	صفر
۰/۳۸ fgh	۰/۴۲ efgh	۰/۶۳ ab	۰/۶۱ abc	۰/۶۲ ab	۱۰
۰/۵۸ abcd	۰/۵۸ abcd	۰/۵ cdef	۰/۵۳ bcde	۰/۵۸ abcd	۲۰
۰/۳۴ gh	۰/۳۲ h	۰/۴۷ defg	۰/۵۱ bcde	۰/۵۱ bcde	۴۰
کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)					
۰/۲۹ a	۰/۲۲ bcde	۰/۲۱ bcdef	۰/۲۵ abc	۰/۳ a*	صفر
۰/۱۷ fgh	۰/۱۹ defg	۰/۲۷ ab	۰/۲۵ abc	۰/۲۶ ab	۱۰
۰/۲۴ bcd	۰/۲۴ bcd	۰/۲۱ defg	۰/۲۱ bcdef	۰/۲۳ bcde	۲۰
۰/۱۴ gh	۰/۱۴ h	۰/۱۹ efgh	۰/۲۱ bcdef	۰/۲۹ bcde	۴۰
کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم)					
۰/۹۷ ab	۰/۷۳ defg	۰/۷۶ cdefg	۰/۸۹ abc	۱/۰۱ a*	صفر
۰/۵۵ hij	۰/۶۱ ghi	۰/۸۸ abcd	۰/۸۸ abcd	۰/۸۸ abcde	۱۰
۰/۸۱ bcdef	۰/۸۱ bcdef	۰/۷۱ efgh	۰/۷۴ cdefg	۰/۸ bcdef	۲۰
۰/۴۸ ij	۰/۴۶ j	۰/۶۵ fghi	۰/۷۲ defg	۰/۷۳ cdefg	۴۰

* میانگین هایی که در جدول فوق دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نیستند.



نمودار ۵- اثر سطوح کلرید سدیم اضافه شده به خاک بر کادمیوم در اندام هوایی

اثر متقابل سطوح شوری و کادمیوم بر غلظت کادمیوم در گیاه نشان داد میزان کادمیوم در ۶۰ میلی مول کلرید سدیم و ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم، نسبت به تیمار شاهد شوری و کادمیوم افزایش داشته که معنی دار بود (جدول ۷). با توجه به این که قابلیت دسترسی کادمیوم تحت تأثیر pH، مخصوصاً در حضور کلات کننده ها و یون Cl⁻ قرار می گیرد (Das et al., 1997)، می توان نتیجه گرفت افزایش شوری منجر به افزایش غلظت کلر شده که باعث تسهیل در جذب کادمیوم می گردد.

جدول ۷- اثر متقابل کلرید سدیم و کادمیوم اضافه شده به خاک بر غلظت کادمیوم در اندام هوایی (میلی گرم بر کیلوگرم)

کلرید سدیم (میلی مول)					کادمیوم
۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	صفر	(میلی گرم بر کیلوگرم)
۷/۱۱ h	۵/۸۸ h	۵/۳۵ h	۳/۹ h	۴/۸۶ h*	صفر
۳۲/۷۵ cdef	۲۷/۵۸ ef	۳۱/۲۷ def	۲۱/۰۶ g	۲۶/۵۳ fg	۱۰
۳۷/۶ cd	۳۷/۳۷ cd	۳۹/۵۲ c	۳۵/۶۵ cde	۲۹/۲۷ ef	۲۰
۶۶/۵ a	۷۳/۷۲ a	۶۳/۳۹ a	۵۲/۰۴ b	۳۹/۹۷ c	۴۰

* میانگین هایی که در جدول فوق دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نیستند.

کاربرد کلرید سدیم و کلرید کادمیوم موجب کاهش رشد برته‌های گوجه فرنگی گردید. افزایش وزن گیاه در شوری‌های پایین به دلیل افزایش جذب یون، افزایش محتوای آب و در نتیجه افزایش تورژسانس و القای رشد می‌باشد و پس از آن در غلظت‌های شوری بالاتر اگرچه جذب یون وجود داشته است ولی این افزایش یون به اثرات یونی خاص از جمله کاهش غلظت K^+ منجر شده که احتمالاً باعث محدود نمودن رشد در شوری‌های بالاتر می‌شود (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از آزمایش بهبودیان و همکاران (۱۳۸۴)، مختاری و همکاران (۱۳۸۹)، فعالیان و همکاران (۱۳۹۱)، تافو و همکاران (۲۰۱۰) که نشان دادند با افزایش شوری، وزن خشک و ارتفاع بوته، وزن خشک ریشه کاهش یافت، مطابقت دارد. در اثر شوری میزان کلروفیل کاهش می‌یابد که به دلیل فعالیت بیشتر کلروفیل‌از در شرایط تنش شوری می‌باشد. زیادی کادمیوم بر فتوسنتز، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، کلروفیل و تعادل عناصر غذایی اثر مخرب دارد (Lopez-Millan et al., 2009). کاهش ذخیره کلروفیل در برگ‌ها به علت مهار مراحل مختلف بیوسنتز کلروفیل است. مهار بیوسنتز کلروفیل احتمالاً به واسطه مهار سنتز آلفاآمینولولونیک اسید و مهار تشکیل پروتوکلروفیل ردوکتاز می‌باشد. هم‌چنین در برگ‌های تحت تنش کادمیوم، تشکیل LHClI مختل می‌شود که علت آن مهار سنتز پروتئین LHClI در مرحله نسخه‌برداری است که باعث فتواکسید شدن کلروفیل تازه تشکیل شده می‌گردد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۵). در آزمایشی توسط چاندرا و همکاران (۲۰۱۱) نشان داده شد که با افزایش کادمیوم، میزان کلروفیل a، b و کل کاهش معنی‌دار داشت. حیات و همکاران (۲۰۱۳) و رحمان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزایش سطوح کادمیوم موجب کاهش وزن اندام هوایی و ریشه گردید.

نتیجه‌گیری

تنش عناصر سنگین از مهم‌ترین تنش‌های محیطی می‌باشد و کادمیوم در زمره فلزات سنگین مضر برای گیاه و حیوان شناخته می‌شود. روند رو به رشد صنعتی شدن و شوری منابع و آب پرسشهایی پیرامون اثرات متقابل آنها ایجاد می‌کند. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش سطوح شوری خاک، غلظت کادمیوم در اندام هوایی گوجه‌فرنگی افزایش یافت. هم‌چنین تأثیر این دو پارامتر در شرایطی که هر دو تنش شوری و آلودگی به کادمیوم وجود

داشته باشد شدیدتر است و شرایط را برای رشد دشوارتر می‌سازد. به‌هنگام کشت در این شرایط باید احتیاط بیشتری کرد و تمهیدات لازم را در نظر گرفت.

منابع:

بهبودیان، ب.، لاهوتی، م. و نظامی، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تنش شوری بر جوانه زنی ارقام نخود. مجله علمی کشاورزی. ۲۸(۲): ۱۳۷-۱۲۷.
پوراسماعیل، م.، قربانلی، م.، و خاوری نژاد، ر.ع. ۱۳۸۴. اثر شوری روی جوانه زنی، وزن تر و خشک، محتوای یونی، پرولین، قند محلول و نشاسته گیاه *Suaeda fruticosa*. بیابان، ۱۰، ۲۶۵-۲۵۷.

سلطانی، ف.، قربانلی، م.، و منوچهری کلانتری، خ. ۱۳۸۵. اثر کادمیوم بر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، قندها و مالون آلدئید در گیاه کلزا. مجله زیست شناسی ایران، ۱۹، ۱۴۵-۱۳۶.

طالب زاده، ز.، مهدیزاده، ح.، و ابریشمچی، پ. ۱۳۸۸. بررسی آستانه تحمل شوری دو رقم گوجه فرنگی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱، ۷۸-۶۴.



فعالان، ا.، انصاری، ح.، و کافی، م. ۱۳۹۱. بررسی اثرات شوری های مختلف آب آبیاری بر صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی زیتونی هیدروپونیک. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۲۶ (۲)، ۴۵۹-۴۵۱.

مختاری، ا.، گنجعلی، ع.، و ابریشم چی، پ. ۱۳۸۹. تاثیر بهبود دهنده کلرید و سولفات کلسیم بر رشد، میزان پروتئینهای محلول، قندهای محلول، پرولین و برخی عناصر معدنی (سدیم، پتاسیم) در برگ گیاه گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum var Mobile*) تحت تنش شوری. مجله زیست شناسی، ۲۳ (۱)، ۷۲-۶۲.

مرتضایی نژاد، ف. و رضایی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به شوری (NaCl) در ۵ رقم گوجه فرنگی. پژوهش نامه کشاورزی، ۲ (۱)، ۱۰۲-۹۳.

- Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24, 1-15.
- Chandra Shaker, C. H., Sammaiah, D., Shastree T. and Jaganmohan Reddy, K. 2011. Effect of Mercury on Tomato Growth and Yield Attributes. International Journal of Pharma and BioSciences, 2(2), 358-364.
- Das, P., Samantaray, S. and Rout, G. R. 1997. Studies on cadmium toxicity in plant: a review. Environmental Pollution, 98, 29-36.
- Hayat, S., Hasan, S., Alyemini, M. N. and Ahmad, A. 2013. Synergy of Photosynthesis and Antioxidant System Potentiate the Growth of Tomato Genotypes under Cadmium Stress. Life Science Journal, 10(4), 232-240.
- Jing, D., Fei-bo, W. and Guo-ping, Z. 2005. Effect of cadmium on growth and photosynthesis of tomato seedlings. Journal of Zhejiang University Science, 6B, 974-980.
- Lopez-Millan, A., Sagardoy, R., Solanas, M., Abodia, A. and Abodia, J. 2009. Cadmium toxicity in tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants grown in hydroponics. Environmental and Experimental Botany, 65, 376-385.
- Rehman, F., Khan, F. A., Varshney, D., Naushin, F. and Rastogi, J. 2011. Effect of Cadmium on the Growth of Tomato. Biology and Medicine, 3(2), 187-190.
- Taffouo, V.D., Nouck, A. H., Dibong, S. D. and Amougou, A. 2010. Effects of salinity stress on seedlings growth, mineral nutrients and total chlorophyll of some tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology, 9(33), 5366-5372.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

Interaction of salinity and cadmium on growth and chemical composition of tomatoes

Nasibi¹, Z., Hosseini^{*2}, Y.

¹ Graduate Student of Vegetable, Islamic Azad University, Jiroft Branch, Iran

² Associate Prof., Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

Abstract

Heavy metal stress is one of the most important and most dangerous environmental stresses and Cd is one of the most harmful heavy metals for plant and animal. The growing trend of industrialization and salinization of soil and water resources raise questions about their interactions. In this regard, the effects of 5 levels of sodium chloride containing 0, 15, 30, 45 and 60 mM in soil and 4 levels of cadmium chloride containing 0, 10, 20 and 40 mg / kg soil were investigated on tomato cultivar Sanside. The measured vegetative factors included dry shoot and root, chlorophyll and cadmium concentrations in the plant. The results showed that increasing salinity levels and cadmium levels caused a significant reduction in shoot weight, chlorophyll content. The interactions of salinity and cadmium were also significant and caused a decrease in shoot weight, root weight and chlorophyll content, while the concentration of cadmium in the plant increased.

Keywords: Heavy metals, Chlorophyll, Sodium Chloride, Stress, Tomatoes

* Corresponding author, Email: yaaghoo.hosseini@yahoo.com



محور مقاله: شیمی خاک

ارتباط بین آبشویی فسفر با عصاره گیرهای فسفر در خاکهای آهکی استان همدان

مهدی جلالی^{۱*}، محسن جلالی^۲^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا^۲ استاد تمام گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

ارتباط بین آبشویی فسفر با عصاره گیرهای فسفر، اهمیت زیادی دارد. برقراری این ارتباط می تواند کمک به کاهش هزینه و زمان در انجام آزمایش های آبشویی شود و به وسیله یک عصاره گیری ساده به وضعیت آبشویی در منطقه مورد نظر پی برد. بدین منظور ۵۱ نمونه خاک از خاکهای آهکی استان همدان تهیه گردید و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها اندازه گیری شد. از عصاره گیرهای آب مقطر و السن برای عصاره گیری فسفر استفاده گردید. آزمایش های آبشویی در ۵۱ خاک و در ستون های شیشه ای انجام پذیرفت. خاکها تا ارتفاع ۵ سانتی متری پر شده و به مدت ۴ روز هر بار ۹ میلی لیتر آب مقطر به ستون ها اضافه شد. خاکهایی با بافت لوم رس شنی بیشترین مقدار فسفر و بیشترین میزان آبشویی را دارا بودند. ارتباط میان فسفر آبشویی شده و عصاره گیرهای آب مقطر و السن توسط مدل اسپلیت لاین مورد بررسی قرار گرفت. عصاره گیرهای آب مقطر و السن به صورت معنی داری با فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر ارتباط داشت، و دارای نقطه تغییر به ترتیب ۲۷/۴ و ۶۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود.

کلمات کلیدی: فسفر، آبشویی، عصاره گیر

مقدمه

فسفر یازدهمین عنصر فراوان در پوسته زمین و یک عنصر ضروری و جز عناصر پرمصرف دسته بندی می شود و در خاک دامنه های بین ۳۵ تا ۵۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم دارد (باون، ۱۹۷۹؛ اسپارکس، ۲۰۰۳). فسفر جز سه عنصری است که به صورت معمول به خاک اضافه می شود. از نقش های مهم فسفر در گیاه انتقال انرژی است، وجود مقادیر کافی فسفر برای گیاه باعث تسریع رشد گیاه می شود (باسمن و همکاران، ۲۰۰۹). فسفر به طور معمول عامل محدود کننده رشد گیاه است و مشکل اصلی جذب فسفر از خاک توسط ریشه گیاه، حلالیت بسیار پایین ترکیبات فسفردار است که در نتیجه باعث ایجاد غلظت پایین یون فسفر در محلول خاک می شود (فوت، ۱۹۹۰). جذب فسفر بر روی کانی ها به عنوان یک مکانیسم بسیار مهم در نگهداری فسفر در خاکها مورد توجه قرار گرفته است. جذب فسفر شامل رسوب سطحی، رسوب توأم با جذب، پخشیدگی به درون ماکروپورهای اکسیدهای آهن و آلومینیوم، آلومینوسیلیکات های با شبکه ناقص مانند آلوپان ها و تشکیل کمپلکس با آهن و آلومینیوم پیوند شده با مواد آلی است. اگرچه فسفر اضافه شده به خاک به راحتی طی فرآیندهای جذب و رسوب در خاک تثبیت می شود، مطالعات زیادی نشان می دهد که افزایش درجه اشباع فسفر که در نتیجه مقدار زیاد فسفر در خاک است می تواند تحرک فسفر را افزایش داده، که در نتیجه باعث حرکت فسفر در طول پروفیل خاک می شود (پاتلر و سیمس، ۲۰۰۰؛ لو و همکاران، ۲۰۰۷؛ دو و همکاران، ۲۰۰۹؛ پیزاقیلو و همکاران، ۲۰۱۱؛ جلالی و جلالی، ۲۰۱۶). رواناب به عنوان عامل مهم تری نسبت به آبشویی در هدرروی فسفر در نظر گرفته می شود. برخی محققین (مکداول و شارپلی، ۲۰۰۱، ماگور و سیمس، ۲۰۰۲؛ داو و همکاران، ۲۰۰۵) نشان دادند که تجمع فسفر در سطح خاک باعث افزایش خطر هدرروی و افزایش حرکت فسفر به زیر لایه شخم می شود. اگرچه خطر آبشویی فسفر در خاکهای آهکی توسط محققین مورد مطالعه قرار گرفته است، اما مطالعات کمی ارتباط بین غلظت فسفر آبشویی شده را با روش های متفاوت عصاره گیری بررسی کرده اند.

مواد و روش ها

تعداد ۵۱ نمونه خاک از استان همدان در غرب ایران از عمق ۳۰-۰ سانتی متر برداشته شد، که از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر متفاوت بوده و در طول زمان مقادیر متفاوتی از کودهای فسفوری را دریافت کرده اند (جلالی، ۲۰۰۷؛ جلالی، ۲۰۰۹). تمامی مناطق نمونه برداری دارای اقلیم نیمه خشک با میانگین بارندگی ۳۰۰ میلی متر و حداکثر میانگین دمایی ۲۳/۵ درجه سانتی گراد و حداقل میانگین دمای ۱/۹- درجه

سانتی گراد می باشد (سبزی پرور، ۲۰۰۳). بعد از هوا خشک شدن خاکها و عبور از الک ۲ میلی متری، بافت خاکها به روش هیدرومتر تعیین شد (بویوکاس، ۱۹۶۲)، پی اچ و هدایت الکتریکی خاکها در عصاره ۱:۵ آب به خاک طبق روش راول (۱۹۹۴) تعیین گردید. ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم و ماده آلی بر اساس روش های استاندارد تعیین گردید (راول، ۱۹۹۴).

فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر، از تعادل ۲ گرم خاک با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۳۰ دقیقه بدست آمد. به منظور عصاره گیری فسفر السن، مقدار ۱ گرم خاک و ۲۰ میلی لیتر بیکربنات سدیم ۰/۵ نرمال (پی اچ ۸/۵) به مدت ۳۰ دقیقه شیک گردید (السن و سومرز، ۱۹۸۲). آزمایش ستون های آبشویی در دوتکرار و برای ۵۱ نمونه خاک صورت پذیرفت. ستون های استفاده شده، شیشه ای به ارتفاع ۱۵ سانتی متر و قطر ۲ سانتی متر بودند. در بالا و پایین ستون از کاغذ صافی (What-man No.42) استفاده شده و ستون ها با خاک تا ارتفاع ۵ سانتی متر پر شدند. از آب مقطر جهت آبشویی ستون ها استفاده گردید. قبل از شروع آزمایش آبشویی، ستون ها به میزان یک پوروالیوم (آب منفذی) از آب مقطر اشباع سپس در ۴ دوره و هر بار ۹ میلی لیتر (معادل ۲۸/۷ میلی متر بارندگی) از آب مقطر به ستون ها اضافه شده، و فاصله زمانی هر دوره آبشویی ۲۴ ساعت بود.

نتایج و بحث

میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برای ۵۱ نمونه خاک در جدول ۱ بر اساس بافت خاکها ارائه شده است. پنج نوع کلاس بافتی متفاوت در این خاکها مشاهده شد. بافت خاکها شامل رسی، شنی، لوم رس شنی، لوم شنی و مخلوط لوم (شامل مخلوطی از بافت های لوم، لوم رسی، لوم سیلتی و لوم رس سیلتی) بوده است. با توجه به جدول ۱ دامنه پی اچ خاکها بین ۷ تا ۸/۲ بوده که نشان دهنده خنثی تا کمی آهکی بودن خاکها می باشد. دامنه هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و ماده آلی خاکها به ترتیب ۰/۰۶۹ تا ۰/۳۴ دسی زیمنس بر متر، ۶/۹ تا ۲۸/۳ سانتی مول بار بر کیلوگرم و ۰/۲۶ تا ۴/۸ درصد بود. میانگین درصد کربنات کلسیم در متمم نمونه ها بالا بوده.

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه بر اساس بافت خاکها

خصوصیات خاک	بافت خاک				
	رسی n=۶	شنی n=۸	لوم رس شنی n=۱۶	لوم شنی n=۹	مخلوط لوم n=۱۲
پی اچ	۷/۵	۷/۳	۷/۴	۷/۴	۷/۷
هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲
ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol _c kg ⁻¹)	۲۷/۱	۱۰/۸	۱۹/۴	۱۵/۷	۱۸/۹
ماده آلی (%)	۱/۵	۰/۴	۱/۷	۲/۵	۲/۱
کربنات کلسیم (%)	۲۰/۵	۹/۱	۸/۶	۷/۸	۱۵/۱
رس (%)	۴۴/۳	۸/۴	۲۶/۵	۱۶/۸	۲۷/۶
سیلت (%)	۲۸/۷	۹/۲	۱۹/۷	۲۴/۶	۴۵/۵
شن (%)	۲۷/۰	۸۲/۴	۵۳/۸	۵۸/۶	۲۶/۹

میانگین و دامنه فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر و السن به تفکیک بافت خاک در جدول ۲ نمایش داده شده است. آب مقطر در بافت لوم رس شنی بالاترین میانگین فسفر را دارا می باشد، اما از لحاظ آماری تفاوتی با بافت لوم شنی ندارد. کمترین میزان فسفر عصاره گیری شده هم مربوط به بافت رسی است، اما از لحاظ آماری تفاوتی میان بافت های شنی و مخلوط لوم وجود ندارد. مشابه عصاره گیر آب مقطر، عصاره گیر السن بالاترین میزان عصاره گیری را در بافت لوم رس شنی داشته و کمترین آن مربوط به بافت رسی می باشد.

جدول ۲- میانگین و دامنه فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر و السن (میلی گرم بر کیلوگرم)

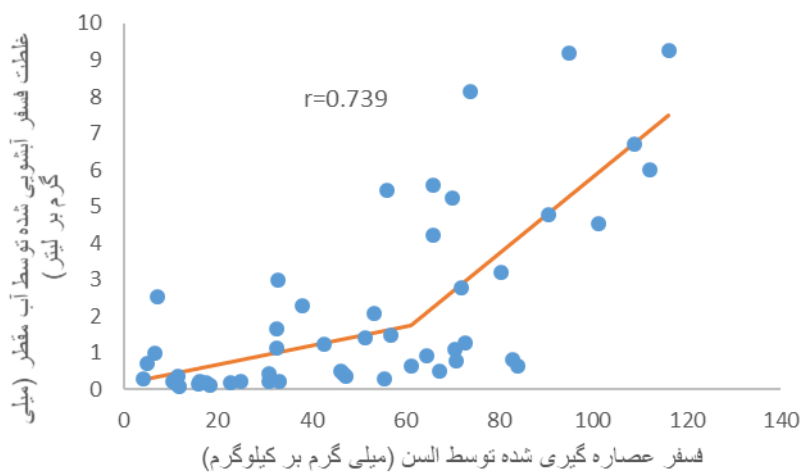
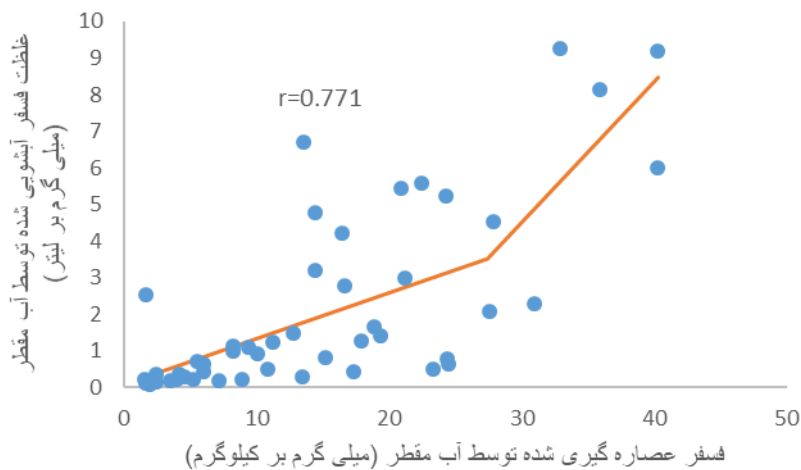
عصاره گیرها		بافت خاک			
	رسی	شنی	لوم رس شنی	لوم شنی	مخلوط لوم
	n=۶	n=۸	n=۱۶	n=۹	n=۱۲
آب مقطر	۶/۱ ^c	۱۱/۹ ^{cb}	۲۱/۸ ^a	۱۵/۶ ^{ab}	۷/۹ ^{cb}
	(۱/۵-۱۲/۷)	(۲/۳-۳۰/۹)	(۵/۵-۴۰/۲)	(۴/۵-۲۷/۸)	(۱/۶-۳۵/۸)
السن	۳۳/۱ ^b	۵۸/۸ ^{ab}	۶۶/۴ ^a	۴۹/۹ ^{ab}	۳۳/۳ ^b
	(۱۰/۵-۷۰/۵)	(۱۶/۱-۱۰۸/۷)	(۵/۰-۱۱۶/۱)	(۴/۳-۱۰۱/۰)	(۷/۱-۷۵/۹)

میانگین‌ها با حروف مشترک در یک ردیف در سطح ۰/۰۵ درصد تفاوت معنی داری طبق آزمون دانکن ندارند

در جدول ۳ میانگین غلظت فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر نمایش داده شده است. دامنه میانگین غلظت فسفر آبشویی شده در بافت های مختلف و بعد از ۴ آب منفذی برابر با ۴/۳۰ - ۰/۷۱ میلی گرم در لیتر بود. میانگین غلظت فسفر (میانگین ۴ آب منفذی) در بافت لوم رس شنی، آبشویی شده توسط آب مقطر ۳/۶۵ میلی گرم بر لیتر بود، در حالی که برای بافت رسی، ۰/۵۹ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. این نتایج مطابق با نتایج بدست آمده توسط وانگ و همکاران (۲۰۱۲) است که آزمایش ستون آبشویی با استفاده از آب مقطر انجام داده و دامنه غلظت فسفر را بین ۰/۰۰۶ تا ۱/۵۵ میلی گرم بر لیتر و میانگین ۰/۱۲ میلی گرم بر لیتر گزارش کردند. اسوانباک و همکاران (۲۰۱۳)، آبشویی فسفر در ۵ ستون خاک دست نخورده را در سوئد مورد مطالعه قرار دادند و میانگین ۰/۱۲ میلی گرم بر لیتر را برای غلظت فسفر بدست آوردند. جلالی و کرم‌نژاد (۲۰۱۱) با استفاده از ستون‌های آبشویی، گزارش کردند که غلظت فسفر در طول ۴۵ روز آبشویی پایین‌تر از ۰/۲ میلی گرم بر لیتر بود.

جدول ۳- میانگین غلظت فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر به تفکیک بافت خاکها (میلی گرم بر لیتر)

آبشویی		بافت			
	رسی	شنی	لوم رس شنی	لوم شنی	مخلوط لوم
	n=۶	n=۸	n=۱۶	n=۹	n=۱۲
آب منفذی ۱	۰/۴۳	۲/۱۷	۲/۳۲	۱/۲۸	۰/۸۱
آب منفذی ۲	۰/۶۲	۲/۲۰	۴/۱۷	۱/۵۰	۱/۳۲
آب منفذی ۳	۰/۵۹	۱/۷۲	۳/۸۳	۱/۴۳	۱/۱۰
آب منفذی ۴	۰/۷۱	۱/۶۲	۴/۳۰	۱/۷۲	۱/۴۰



شکل ۱- ارتباط بین غلظت فسفر آبشویی شده و فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب مقطر و السن

ارتباط بین غلظت فسفر آبشویی شده و فسفر عصاره‌گیری شده توسط مدل اسپلیت لاین مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱). عصاره‌گیر آب مقطر ($r=0.771$) و السن ($r=0.739$) به صورت معنی‌داری با غلظت فسفر آبشویی شده توسط آب مقطر ارتباط داشت، و دارای نقطه تغییر به ترتیب $27/4$ و $61/5$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (شکل ۱). نقطه تغییر غلظت فسفر آبشویی شده برای عصاره‌گیر آب مقطر، $3/5$ و برای السن، $1/8$ میلی‌گرم بر لیتر بود.

این نقطه تغییر بدان معنا است که اگر فسفر عصاره‌گیری شده توسط آب مقطر بالاتر از نقطه تغییر $27/4$ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، در این صورت همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، آبشویی فسفر با شیب بیشتری صورت می‌پذیرد. به همین شکل برای فسفر عصاره‌گیری شده توسط السن، اگر میزان فسفر عصاره‌گیری شده بیشتر از مقدار نقطه تغییر $61/5$ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، آبشویی فسفر با شیب بیشتری صورت می‌پذیرد (شکل ۱). نتایج نشان داد که در خصوص عصاره‌گیر آب مقطر تعداد ۶ نمونه خاک بالاتر از نقطه تغییر $27/4$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده در نتیجه آبشویی



فسفر در این خاکها با سرعت بیشتری صورت می پذیرد. در مورد عصاره گیر السن در حدود ۲۰ نمونه خاک بالاتر از نقطه تغییر ۶/۵ بوده و خطر آبشویی فسفر در این تعداد خاک بیشتر است.

نتیجه گیری

این پژوهش به منظور ارتباط بین فسفر عصاره گیری شده توسط آب مقطر و السن با آبشویی فسفر انجام پذیرفت. به طور کلی میتوان نتیجه گرفت که بافت خاک میتواند تاثیر زیادی بر میزان فسفر عصاره گیری شده و آبشویی فسفر بگذارد. بیشترین مقدار عصاره گیری فسفر در هر دو عصاره گیر مربوط به بافت لوم رس شنی بوده و همچنین بیشترین آبشویی هم مربوط به همین بافت می باشد. از نقاط تغییر بدست آمده در این تحقیق می توان در پیشگویی آبشویی فسفر در خاکهای آهکی منطقه استفاده نمود.

منابع

- Bowen, H.J.M. 1979. Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, London.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils, *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Busman, L., Lamb, J., Randall, G., Rehm, G. and Schmitt, M. 2009. The nature of phosphorus in soils, Regents of the University of Minnesota. WW-06795-GO.
- Dao, T.H., Codling, E.E. and Schwartz, R.C. 2005. Time-dependent phosphorus extractability in calcium- and iron-treated high phosphorus soils, *Soil Science*, 170, 810-821.
- Dou, Z., Ramberg, C.F., Toth, J.D., Wang, Y., Sharpley, A.N., Boyd, S.E., Chen, C.R., Williams, D. and Xu, Z.H. 2009. Phosphorus speciation and sorption-desorption characteristics in heavily manured soils, *Soil Science Society of America Journal*, 73, 93-101.
- Foth, H.D. 1990. Fundamentals of soil science, Michigan State University. Eighth edition. John Wiley and Sons.
- Jalali, M. 2007. Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous soils of Hamadan, western Iran, *Environmental Geology*, 53, 365-374.
- Jalali, M. 2009. Phosphorous concentration, solubility and species in the groundwater in a semi-arid basin, southern Malayer, western Iran, *Environmental Geology*, 57, 1011-1020.
- Jalali, M. and Jalali, M. 2016. Relation between various soil phosphorus extraction methods and sorption parameters in calcareous soils with different texture, *Science of the Total Environment*, 566-567, 1080-1093.
- Jalali, M. and Karamnejad, L. 2011. Phosphorus leaching in a calcareous soil treated with plant residues and inorganic fertilizer, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174, 220-228.
- Liu, J.-l., Liao, W.-h., Zhang, Z.-x., Zhang, H.-t., Wang, X.-j. and Meng, N. 2007. Effect of phopshate fertilizer and manure on crop yield, soil P accumulation, and the environmental risk assessment, *Agricultural Sciences in China*, 6, 1107-1114.
- Maguire, R.O. and Sims, J.T. 2002. Soil testing to predict phosphorus leaching published as paper no. 1710 in the journal series of the Delaware agricultural experiment station, *Journal of Environmental Quality*, 31, 1601-1609.
- McDowell, R.W. and Sharpley, A.N. 2001. Approximating phosphorus release from soils to surface runoff and subsurface drainage, *Journal of Environmental Quality*, 30, 508-520.



- Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982, Phosphorus, In: Page, A.L., Miller, R.H. (Eds.), Methods of Soil Analysis, second ed., Agronomy Monograph 9, Vol. Part 2. ASA and SSSA, Madison, pp. 403-430.
- Pautler, M.C. and Sims, J.T. 2000. Relationships between soil test phosphorus, soluble phosphorus, and phosphorus saturation in Delaware soils, Soil Science Society of America Journal, 64, 765-773.
- Pizzeghello, D., Berti, A., Nardi, S. and Morari, F. 2011. Phosphorus forms and P-sorption properties in three alkaline soils after long-term mineral and manure applications in north-eastern Italy, Agriculture, Ecosystems and Environment, 141, 58-66.
- Rowell, D.L. 1994. Soil Science: Methods and Applications, Longman Group, Harlow, 345.
- Sabziparvar, A.A. 2003. The analysis of aridity and meteorological drought indices in west of Iran, In: Research Report. Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
- Sparks, D. 2003. Environmental Soil Chemistry, Academic Press, San Diego, CA.
- Svanbäck, A., Ulén, B., Etana, A., Bergström, L., Kleinman, P.J.A. and Mattsson, L. 2013. Influence of soil phosphorus and manure on phosphorus leaching in Swedish topsoils, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 96, 133-147.
- Wang, Y.T., Zhang, T.Q., O'Halloran, I.P., Tan, C.S., Hu, Q.C. and Reid, D.K. 2012. Soil tests as risk indicators for leaching of dissolved phosphorus from agricultural soils in Ontario, Soil Science Society of America Journal, 76, 220-229.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Chemistry

Relation between phosphorus leaching and extractables phosphorus in calcareous soils of Hamedan province

Jalali^{*1}, M., Jalali², M.

¹ Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Bu-Ali Sina, Iran

² Full Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Bu-Ali Sina, Iran

Abstract

The relation between phosphorus leaching and extractables phosphorus is very important. Establishing this relation can deduce the cost and time for performing leaching experiment. The obtained results can be used to predict leaching of phosphorus using a simple soil test. Fifty-one soil samples were taken from calcareous soils of Hamedan province, and physiochemical properties of soils analyzed. Phosphorus extractions from soil were performed using deionized water and Olsen solutions. Leaching experiments for 51 soil sample performed in plexiglass columns and were packed to a height of 5 cm and each column was then leached by evenly adding 9 ml deionized water at 4 events. Soils with sandy clay loam texture shown the highest amount of phosphorus extracted and leached. The relation among phosphorus leaching and extractables phosphorus were described by split line model. Water extractable phosphorus and Olsen were significantly related to phosphorus leachate by deionized water, and the change points were 27.4 and 61.5 mg kg⁻¹, respectively.

Keywords: Phosphorus, Leaching, Extractable

* Corresponding author, Email: mahdiapk3003@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر کاربرد ضایعات سنگبری و شوری آب آبیاری بر رشد و جذب کادمیم توسط خیار (*Cucumis sativus L.*) در شرایط گلخانهمرضیه تقی پور^{۱*}، محسن جلالی^۲^۱ پژوهشگر پسادکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا^۲ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

این مطالعه به بررسی اثر ضایعات حاصل از کارخانه سنگبری (SCW) و شوری آب آبیاری بر رشد و جذب عنصر کادمیم توسط گیاه خیار در شرایط گلخانه‌ای می‌پردازد. پس از دو ماه انکوباسیون یک نمونه خاک با ۵ و ۱۰ درصد از ضایعات سنگبری، نشاء خیار به گلدان‌ها منتقل شد. گیاهان در دوره رشد توسط آب آبیاری با شوری ۴، ۸ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر آبیاری شده و بعد از ۲ ماه دوره کشت در شرایط گلخانه‌ای، برداشت شدند. وزن خشک و غلظت کادمیم در ریشه، ساقه و میوه گیاهان اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزودن ضایعات سنگبری به خاک منجر به کاهش وزن خشک تمام بخش‌های گیاه شده است. همچنین غلظت کادمیم در ریشه و ساقه گیاه در خاک تیمار شده با ضایعات سنگبری نسبت به خاک شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. در همه تیمارها، پارمترهای رشد گیاه با افزایش شوری، کاهش یافت. شاخص ریسک سلامت جمعیت (HRI) برای کودکان و افراد بالغ در همه تیمارها کمتر از ۱ به دست آمد. بنابراین خطر ناشی از ورود کادمیم با مصرف خیار رشد یافته در این خاک‌های آلوده، در محدوده قابل قبول قرار دارد.

کلمات کلیدی: ضایعات سنگبری، شوری آب آبیاری، کادمیم، خیار

مقدمه

در سال‌های اخیر تمایل برای شهرنشینی در ایران افزایش یافته است. بنابراین نیاز برای ساخت ساختمان‌های جدید رو به افزایش است. سنگ‌های مختلف با سختی و پایداری بالا از مهمترین مواد اولیه لازم برای ساخت و ساز هستند. بدیهی است که تأمین سنگ‌های ساختمانی و نما، استخراج بیشتر این سنگ‌ها از معادن و فرآوری آن‌ها در کارخانه‌های سنگبری را طلب می‌کند. ایران با دارا بودن معادن گسترده سنگ‌های نما و تزیینی، شاهد استقرار کارخانه‌های سنگبری فراوانی در استان‌ها و شهرهای مختلف است. به طوری که بر اساس آمار موجود در کشور، ۴۹۲۵ واحد صنعتی کوچک و بزرگ در زمینه بریدن، شکل دادن و تکمیل سنگ، فعالیت می‌نمایند (به نقل از رفرنس Mosaferi و همکاران، ۲۰۱۳). در طی فرآوری در کارخانه‌های سنگبری، به دلایل مختلف از جمله روش‌های نادرست استخراج در معادن و عدم بهره‌گیری از تجهیزات مدرن در کارخانجات، عدم استفاده از کارگران ماهر، کیفیت پایین خود سنگ و نیز در طی فرآیند برش، بخشی از سنگ معدن تبدیل به ضایعات شده و نهایتاً بایستی دفع گردد. نتایج نشان می‌دهند که ۳۵/۰ تا ۵۲/۵ درصد از سنگ‌های خام اولیه در کارخانه‌های سنگبری به ضایعات تبدیل می‌شوند، که این مقدار بستگی به روش‌های استفاده در برش و صیقل دادن سنگ‌ها دارد. همچنین برای تولید هر تن سنگ، ۰/۸ تا ۲/۸ مترمکعب فاضلاب تولید می‌شود (Mosaferi و همکاران، ۲۰۱۳). دفع نامناسب ضایعات حاصل از صنایع سنگبری می‌تواند تأثیرات زیست محیطی مربوط به خود را به دنبال داشته باشد. به طور کلی ضایعات صنعتی شامل ضایعات جامد، مایع و گاز می‌باشند. همه انواع این ضایعات پتانسیل آلودگی خاک و آب را دارند.

متأسفانه علیرغم اهمیت بالای این نوع از ضایعات در بین انواع مختلف ضایعات صنعتی، مطالعات بسیار کمی در مورد آلودگی آن‌ها صورت گرفته است. وجود غلظت بالای عنصر کادمیم در این ضایعات و خاک‌های تیمار شده با آن‌ها توسط Taghipour و Jalali (۲۰۱۵) و Mosaferi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است. با این وجود اطلاعاتی در زمینه تأثیر این ضایعات بر رشد و جذب عناصر سنگین توسط گیاهان و اثر مصرف گیاهان رشد یافته در این مراکز آلوده بر سلامتی انسان‌ها وجود ندارد. از طرف دیگر کاهش آب با کیفیت منجر شده است که کشاورزان از آب‌هایی با کیفیت نامناسب جهت آبیاری استفاده کنند. مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از آب شور بر جذب عناصر توسط گیاهان و انتقال آن‌ها به زنجیره غذایی انسان‌ها مؤثر است. بنابراین این مطالعه جهت بررسی تأثیر کاربرد ضایعات سنگبری و ظوری آب آبیاری بر رشد و جذب کادمیم توسط خیار در شرایط گلخانه انجام شد.

* ایمیل نویسنده مسئول: mtaghipour81@yahoo.com



مواد و روش‌ها

به منظور انجام آزمایشات، یک نمونه از خاک‌های استان همدان و ضایعات جامد کارخانه سنگبری انتخاب گردید. همه نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده، کوبیده و از الک ۲ میلی متری گذرانده و جهت انجام آزمایشات بعدی نگهداری شدند. نمونه خاک با ۵ و ۱۰ درصد از ضایعات سنگبری (SCW-5 و SCW-10) مخلوط شده و پس از آماده شدن همه تیمارها، نمونه‌ها به مدت دو ماه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ظرفیت زراعی انکوباسیون شدند. پس از اتمام زمان انکوباسیون، نمونه‌ها هوا خشک شده و از الک ۴ میلی متری عبور داده شدند. وزن مشخصی از هر تیمار (۲/۵ کیلوگرم) وزن شده و در گلدان‌های ۳ کیلوگرمی ریخته شد. در این مطالعه از بذر رقم نگین خیار استفاده شد. جهت تهیه نشاء، بذر خیار در داخل سینی‌های نشاء کشت شده و پس از تشکیل سه برگ، گیاهان به گلدان‌ها منتقل شدند. در طول دوره رشد از آب‌هایی با شوری ۴، ۰ و ۸ دسی زیمنس بر متر جهت آبیاری گیاهان استفاده شد. پس از دو ماه، گیاهان برداشت شدند. سپس بخش‌های مختلف آن شامل ریشه، ساقه و میوه از هم جدا، با آب مقطر شسته و در آون خشک شدند. وزن خشک و همچنین غلظت کادمیم در بخش‌های مختلف این گیاهان با استفاده از اسید نیتریک عصاره‌گیری و غلظت کادمیم در عصاره‌ها با دستگاه جذب اتمی تعیین شد. به منظور سنجش کیفیت خیار برداشت شده از گلدان‌ها تحت اثر ضایعات و شوری و خطر احتمالی حاصل از مصرف این محصولات برای انسان شاخصی به نام شاخص ریسک برای سلامتی (HRI) تعریف و محاسبه گردید (Jalali و Hemati Matin، ۲۰۱۹؛ Munoz و همکاران، ۲۰۱۷):

$$HRI = \frac{EDI}{ORD}$$

در این فرمول، ORD مقدار حد مجاز جذب عناصر سنگین در یک روز توسط انسان می‌باشد. این مقدار برای کادمیم ۰/۰۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم در روز است (US-EPA IRIS, 2006). EDI، میانگین جذب روزانه عناصر سنگین از فرمول زیر محاسبه شد:

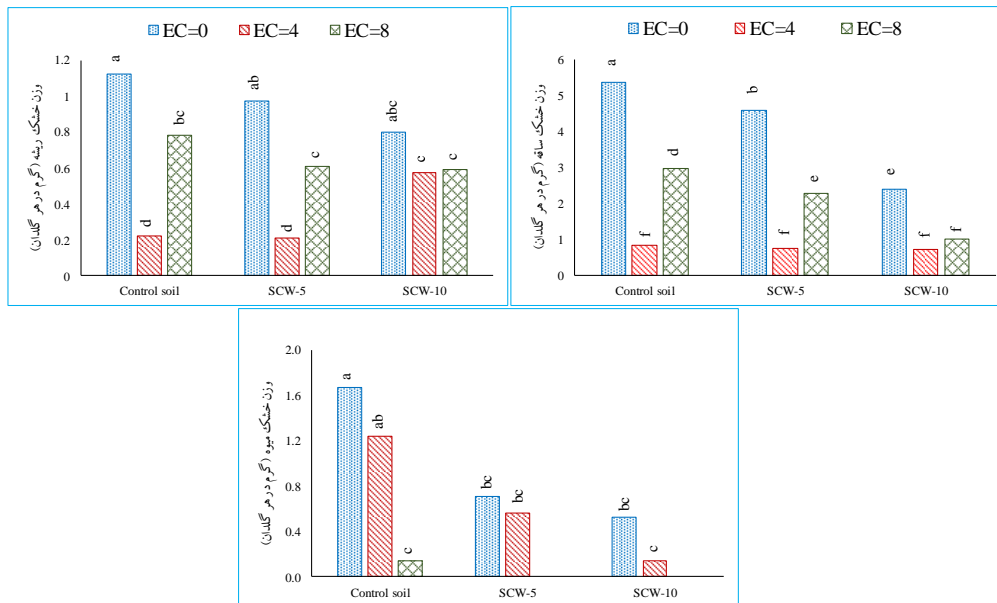
$$EDI = \frac{C \times F_{IR}}{W_{AB}}$$

C: غلظت عنصر در گیاه ($mg\ kg^{-1}$)، F_{IR} : مقدار مصرف روزانه محصول خیار است. سرانه مصرف سبزیجات در ایران ۱۰۹/۰ گرم می‌باشد (Institute of standard and Industrial Research of Iran, ISIRI، ۲۰۱۰). W_{AB} : وزن بدن انسان است که در این مطالعه به ترتیب برای کودکان و افراد بالغ ۷/۰ و ۳۲/۹ کیلوگرم در نظر گرفته شد (Rout و همکاران، ۲۰۱۳).

نتایج و بحث

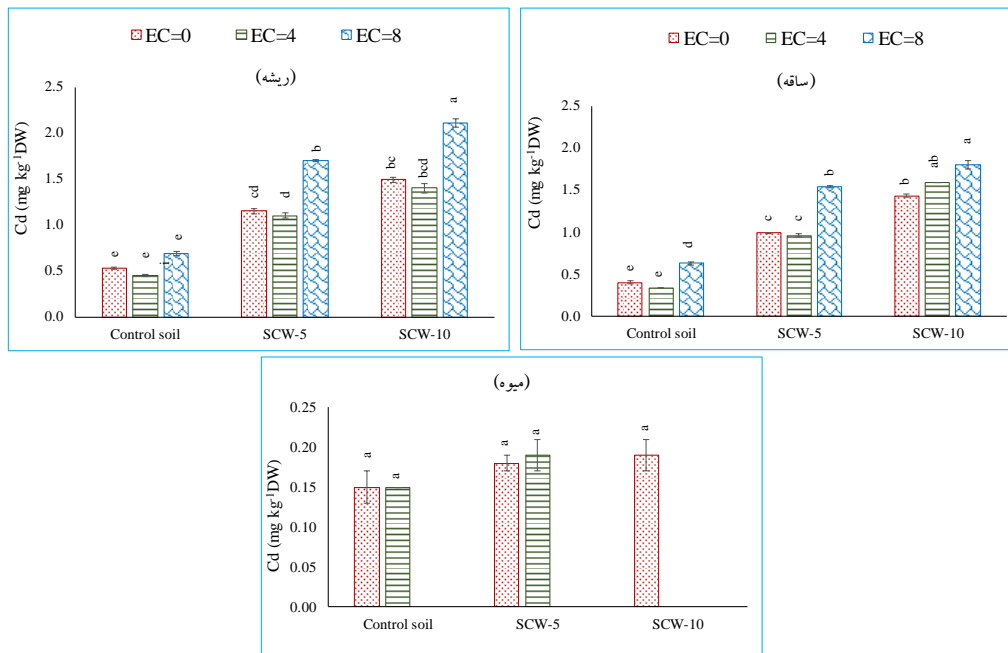
بررسی غلظت کل کادمیم، غلظت بالای این عنصر را در ضایعات جامد سنگبری (۱۲/۴ میلی گرم بر کیلوگرم) نشان داد. سنگ‌های مختلف از جمله تراورتن، گرانیت، مرمر و چینی در کارخانه‌های سنگبری استان همدان مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به فرآیندهای تشکیل این سنگ‌ها احتمال حضور فلزات سنگین در آن‌ها وجود دارد. در طی فرآوری‌های صورت گرفته بر روی سنگ‌ها در کارخانه‌های سنگبری نیز، به علت به کار بردن فلزات مختلف برای برش سنگ‌ها، ضایعاتی تولید می‌شوند که حاوی مقادیر مختلفی از فلزات سنگین هستند. Mosaferi و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که غلظت کادمیم در ضایعات سنگبری به طور متوسط ۲۰ برابر بیشتر از غلظت آن در پوسته زمین است. مقایسه غلظت کل فلزات سنگین موجود در ضایعات مورد بررسی، با حداکثر غلظت مجاز این عناصر برای افزودن به خاک‌های کشاورزی (GB 4284-84) (به نقل از منبع Cai و همکاران، ۲۰۰۷) نشان می‌دهد که غلظت کادمیم در ضایعات سنگبری بالاتر از حداکثر غلظت استاندارد برای مصارف کشاورزی (۵ میلی گرم بر کیلوگرم) است. بنابراین افزودن این ضایعات به خاک می‌تواند منجر به افزایش غلظت کادمیم در خاک‌ها و به دنبال آن آلودگی آب‌های زیرزمینی شود.

شکل ۱ تأثیر افزودن ۵ و ۱۰ درصد از ضایعات سنگبری و مقدار شوری آب آبیاری را بر وزن خشک ریشه، ساقه و میوه خیار نشان می‌دهد. با توجه به شکل افزودن ضایعات سنگبری و همچنین افزایش شوری آب آبیاری از ۰ تا ۸ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش قابل توجه عملکرد گیاه شده است. در تیمارهای حاوی ۵ و ۱۰ درصد ضایعات سنگبری آبیاری شده با آب با شوری ۸ دسی زیمنس بر متر، میوه تشکیل نشد. کاهش رشد گیاهان می‌تواند به علت راهسازی فلزات سنگین به ویژه کادمیم، افزوده شدن نمک‌های محلول و ویژگی‌های فیزیکی ضعیف خاک به دنبال افزودن ضایعات سنگبری به خاک‌ها باشد.



شکل ۱: تأثیر افزودن ضایعات سنگبری (SCW) و شوری آب آبیاری بر وزن خشک ریشه، ساقه و میوه خیار

تجمع کادمیم در بخش‌های مختلف گیاه در شکل ۲ نشان داده شده است. در همه تیمارهای حاوی ضایعات سنگبری، غلظت کادمیم در ریشه و ساقه خیار به طور قابل توجهی بیشتر از گیاهان کنترل بود. بیشترین و کمترین مقدار کادمیم به ترتیب در تیمارهای حاوی ۱۰ درصد ضایعات سنگبری آبیاری شده با شوری بالا (SCW-10, EC=8) و خاک شاهد با شوری متوسط (blank soil, EC=4) مشاهده شد. وجود غلظت بالای کادمیم در خاک-های تیمار شده با ضایعات سنگبری منجر به افزایش مقدار آن در بخش‌های مختلف گیاه شده است. در اغلب تیمارها، افزایش شوری آب آبیاری از ۰ تا ۸ دسی زیمنس بر متر به طور قابل توجهی مقدار کادمیم در ریشه و ساقه خیار را افزایش داده است. اثر شوری بر قابلیت دسترسی کادمیم به طور عمده به علت تشکیل کمپلکس‌های محلول $CdCl_n^{2-n}$ در خاک‌ها و رقابت کادمیم با یون‌های کلسیم و منیزیم برای مکان‌های جذبی خاک می‌باشد (Acosta و همکاران، ۲۰۱۱). بر اساس بیشترین حد مجاز کادمیم در سبزیجات (FAO-WHO، ۲۰۰۶) (۰/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر میوه)، مقدار کادمیم در میوه خیار در همه تیمارها در حد قابل قبول می‌باشد. مقادیر EDI و HRI کادمیم به واسطه مصرف خیار رشد یافته در خاک‌های تیمار شده با ضایعات سنگبری و تحت تنش شوری در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر ارائه شده در این جدول، میانگین مقدار EDI و HRI در شوری مختلف آب آبیاری می‌باشد. مقدار HRI کادمیم برای انسان‌های بالغ و کودکان کمتر از ۱ به دست آمد. بنابراین مصرف خیار رشد یافته در این مناطق صنعتی خطری برای سلامتی انسان‌ها ندارد. اما با توجه به نتایج جدول.



شکل ۲: تأثیر افزودن ضایعات سنگبری (SCW) و شوری آب آبیاری بر غلظت کادمیم در ریشه، ساقه و میوه خیار

بیشترین مقدار HRI در گیاهان تیمار شده با ضایعات سنگبری به دست آمد، که بیانگر این است که کیفیت محصولات و سلامتی مصرف کنندگان در مناطق صنعتی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

جدول ۱: تأثیر افزودن ضایعات سنگبری (SCW) بر شاخص ریسک سلامتی (HRI) و میانگین جذب روزانه (EDI) کادمیم

افراد بالغ		کودکان		تیمارها
HRI	EDI	HRI	EDI	
۰/۰۷۷	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۸۳	۰/۰۰۰۲۵	Blank soil
۰/۰۹۵	۰/۰۰۰۲۹	۰/۱۰۲	۰/۰۰۰۳۱	SCW-5
۰/۰۹۸	۰/۰۰۰۲۹	۰/۱۰۵	۰/۰۰۰۳۱	SCW-10

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که افزودن ضایعات سنگبری باعث آلودگی خاک‌ها به کادمیم می‌شود. کشت خیار در خاک‌های آلوده شده به ضایعات سنگبری، کاهش وزن خشک ریشه، ساقه و میوه خیار را به دنبال داشت. همچنین غلظت کادمیم در بخش‌های مختلف گیاه در خاک‌های تیمار شده با ضایعات سنگبری افزایش نشان داد. افزایش شوری آب آبیاری از ۰ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر منجر به کاهش عملکرد و افزایش جذب کادمیم توسط گیاه شده است. میزان شاخص ریسک سلامتی برای همه گروه‌های سنی مورد مطالعه کمتر از ۱ به دست آمد و نشان دهنده این است که احتمال خطر ناشی از



کادمیم از مسیر خوردن خیار در خاک‌های تیمار شده با ضایعات سنگبری، برای همه گروه‌های سنی مورد مطالعه در این پژوهش به طور جدی وجود ندارد. اما با توجه به مقدار بالاتر این شاخص در خاک‌های تیمار شده با ضایعات سنگبری، مصرف محصولات در این مناطق باید با دقت بیشتری صورت گیرد.

منابع:

- Acosta, J.A., Jansen, B., Kalbitz, K., Faz, A. and Martínez-Martínez, S. 2011. Salinity increases mobility of heavy metals in soils. *Chemosphere*, 85, 1318–1324.
- Cai, Q.Y., Mo, C.H., Wu, Q.T., Zeng, Q.Y., and Katsoyiannis, A. 2007. Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludge-composts. *J. Hazard. Mater.* 147, 1063-1072.
- Codex, 2006. Codex alimentarius commission, Joint FAO/WHO Food additive and Contaminants. The Hague, the Netherlands.
- ISIRI (Institute of Standards and Industrial Research of Iran). 2010. Food and feed-maximum limit of heavy metals. Institute of standards and industrial research of Iran.
- Jalali, M. and Hemati Matin, N. 2019. Nutritional status and risks of potentially toxic elements in some paddy soils and rice tissues. *Int. J. Phytoremediat.* 18, 1-9.
- Mosaferi, M., Dianat, I., Khatibi, M.S., Mansour, S.N., Fahiminia, M and Hashemi, A.A. 2014. Review of environmental aspects and waste management of stone cutting and fabrication industries. *J. Mater. Cycles Waste Manage.* 16, 721–730.
- Munoz, O., Zamorano, P., Garcia, O. and Bastias, J.M. 2017. Arsenic, cadmium, mercury, sodium, and potassium concentrations in common foods and estimated daily intake of the population in Valdivia (Chile) using a total diet study. *Food Chem Toxic.* 109: 1125–1134.
- Rout, T.K., Masto, R.E., Ram, L.C., George, J. and Padhy, P.K. 2013. Assessment of human health risks from heavy metals in outdoor dust samples in a coal mining area. *Environ. Geochem. Health.* 35, 347–356.
- Taghipour, M. and Jalali, M. 2015. Effect of nanoparticles on kinetics release and fractionation of phosphorus. *J. Hazard. Mater.* 283, 359–370.
- US-EPA IRIS, 2006. United States, Environmental protection agency, integrated risk information system. <<http://www.epa.gov/iris/substS>>.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Impact of stone cutting wastes and salinity on the growth and cadmium uptake of cucumber (*Cucumis sativus L.*) under greenhouse conditions

Taghipour^{*1}, M., Jalali², M.

¹ Postdoctoral researcher, Department of Soil Science, College of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

² Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of stone cutting waste (SCW) and salinity on growth and cadmium uptake by cucumber. The soil was treated with 5% and 10% (w/w) of the SCW. Plant of cucumber was grown under greenhouse conditions in control and SCW treated soils and stressed with electrical conductivities of 0, 4 and 8 dS m⁻¹. Plants were harvested after 2 months and separated into root, shoot, and fruit. Then, dry weights and cadmium content in each fraction of plants were determined. The results showed that the addition of SCW to soil decreased plant dry weight and significantly increased cadmium content in all parts of cucumber. In all treatments, growth parameters of cucumber decreased when irrigated with saline waters. The health risk index (HRI) values of cadmium for both adults and children were found to be less than 1, so, the health risk of heavy metal for people who consume cucumber grown in these contaminated soils was generally assumed to be safe.

Keywords: stone cutting waste, salinity, cadmium, cucumber

* Corresponding author, Email: mtaghipour81@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر سطوح مختلف روی بر رشد و غلظت روی در مراحل مختلف رشد گندم

زهره پروانه^{۱*}، اسماعیل دردی پور^۲، رضا قربانی نصرآبادی^۳، فرشاد کیانی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳ استادیار گروه علوم خاک دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

گندم یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که نقش زیادی در تامین امنیت غذایی کشور دارد. کمبود یا مقادیر نامناسبی از عناصر ریز مغذی همانند روی، آهن، مس و منگنز در محیط ریشه سبب اختلال در رشد و عملکرد این گیاه خواهد شد. روی در بسیاری از واکنش‌های آنزیمی و فرآیندهای متابولیکی نقش اساسی ایفا می‌کند. پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر سطوح مختلف روی بر میزان تولید ماده خشک و غلظت روی گیاه گندم اجرا گردید. لذا آزمایشی گلدانی روی گندم در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل شش سطح روی (۰، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع کلرید روی) با ۴ تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که مصرف روی تا میزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک وزن خشک شاخساره گندم را به طور معنادار افزایش و بعد از آن به دلیل بروز سمیت روی کاهش داد ($P \leq 0.01$). هم‌چنین بین سطوح مختلف روی اختلاف آماری معناداری وجود داشت. نتایج نشان داد با افزایش غلظت روی به صورت مصرف کودی غلظت روی در برگ پرچم و دانه گندم افزایش یافت. همانطور که انتظار می‌رفت با افزایش غلظت روی در خاک غلظت روی در دانه گندم افزایش و باعث غنی شدن دانه شد.

کلمات کلیدی: گندم، روی، وزن خشک

مقدمه

برای دستیابی به عملکرد بالا در غلات و عمدتاً گندم که پایه اصلی تغذیه در اکثر جوامع به حساب می‌آید، ضرورت افزایش عملکرد این گیاه در واحد سطح و کیفیت دانه آن اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. در این میان نقش عناصر غذایی در افزایش عملکرد در واحد سطح بسیار مهم می‌باشد، به نحوی که عملکرد کم محصولات زراعی از جمله گندم در بسیاری از نقاط دنیا در درجه اول مربوط به کمبود عناصر غذایی بویژه عناصر کم‌مصرف است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). تشخیص کمبود عناصر کم‌مصرف و برطرف کردن آن، نقش مهمی در افزایش تولید محصول در کشورهای درحال توسعه دارد. این عناصر در حفظ تولید در کشورهای توسعه‌یافته نیز دارای اهمیت است. در این میان، عنصر روی جزء عناصری است که وجود آن می‌تواند موجب افزایش کمی و کیفی محصول گندم شود (شکاری و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین گندم یکی از گیاهان حساس به کمبود روی و منگنز می‌باشد (Welch و همکاران، ۱۹۹۱). افزایش توان رشدی گیاه در اثر کفایت روی در گیاه سبب افزایش پنجه‌زنی و افزایش وزن خشک گیاه و عملکرد دانه می‌شود (Lotfollahi و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین نتایج تحقیقات نشان داد که با مصرف سولفات روی، علاوه بر افزایش قابل توجه عملکرد (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار)، غلظت روی در دانه و کلش گندم بیش از دو برابر افزایش می‌یابد (ملکوتی، ۱۳۷۷). (Rengel و همکاران، ۱۹۹۵) در یک آزمایش اثر مقدار روی موجود در بذر را بر رشد رویشی دو رقم گندم بررسی کردند و نشان دادند که بذره‌های دارای غلظت بالای روی، رشد ریشه و اندام‌های هوایی گیاه و عملکرد دانه بیشتری، نسبت به بذره‌های با غلظت پائین روی تولید نمودند. کمبود روی و عوارض خطرناک آن در غالب خاک‌های ایران چه آهکی و قلیایی

مناطق خشک و چه در خاک‌های خنثی و کمی اسیدی شمال ایران مشاهده شده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف روی بر میزان تولید ماده خشک و تجمع روی در مراحل مختلف رشد گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرایط گلخانه‌ای در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۹۷-۹۶ بر روی خاکی با کمبود عنصر روی به منظور بررسی اثر روی بر رشد گیاه و غلظت آن در اندام هوایی گندم انجام شد. در این آزمایش ابتدا از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر مزارع کشاورزی منطقه آهنگرمحله با مختصات $36^{\circ} 21' 32''$ شمالی و $54^{\circ} 34' 50''$ شرقی از استان گلستان نمونه‌برداری و به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه خاکی پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری برای مطالعات آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفت. آزمایشی گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. مقادیر روی شامل پنج سطح (۰، ۲۵، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) از منبع کلرید روی بود. پس از اعمال تیمارها، گلدان‌ها به مدت سه ماه تحت دوره‌های تر و خشک در رطوبت مزرعه قرار گرفتند تا عناصر افزوده شده با خاک به تعادل برسد. سایر عناصر غذایی نیز بر اساس آزمون خاک به‌طور مساوی برای همه تیمارها اعمال گردید. در هر گلدان مقدار پنج کیلوگرم خاک ریخته شد. تعداد ۲۰ عدد بذر گندم رقم گنبد (*Triticum aestivum* var. Gonbad) در داخل هر گلدان کشت گردید. در مرحله پنجه‌زنی تعداد پنج بوته سالم برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی، برداشت شد. در مرحله خوشه‌دهی نیز تعداد ۵ بوته جهت اندازه‌گیری وزن خشک برداشت شد. عملیات برداشت به‌صورت کف بر (تعداد پنج بوته) بعد از رسیدن کامل خوشه و سفت شدن دانه‌ها انجام شد. نمونه‌های گیاهی پس از برداشت بلافاصله برای تعیین وزن تر توزین و برای رفع آلودگی‌های احتمالی با دترجنت و آب مقطر شستشو و در آن در دمای ۶۵ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از گلدان‌های کشت شده در گلخانه

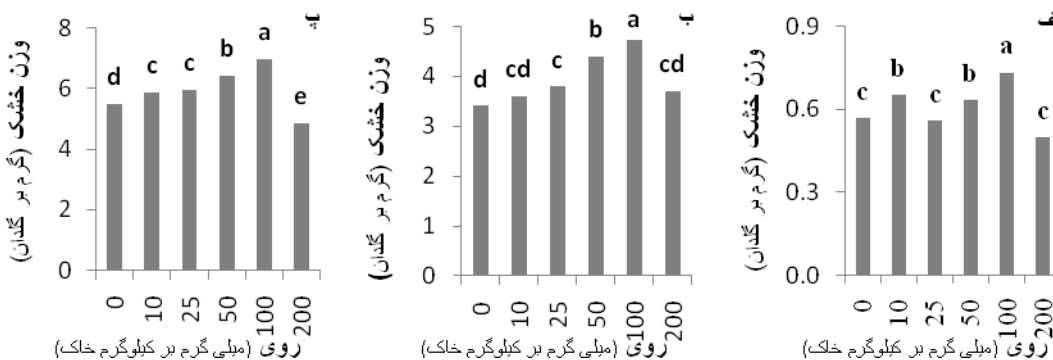
نتایج و بحث

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. برای انجام پژوهش مورد نظر خاکی با کمبود روی از منطقه روستایی آهنگرمحله استان گلستان انتخاب شد. این خاک دارای پ. هاش خنثی تا کمی قلیایی و بافت خاک لوم رسی بود. از لحاظ شوری خاکی دارای شوری کم بود و مقدار روی خاک در محدوده کمبود قرار داشت.

جدول ۱- برخی نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

خاک منطقه	پ. هاش	هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	روی قابل جذب	کربن کلسیم معادل	کربن آلی	رس	سیلت شن	بافت خاک
	dS m ⁻¹	cmol+/kg	mgkg ⁻¹	(%)					
آهنگر محله	۷/۸	۰/۲۷	۸۶	۰/۳۴	۱۳	۰/۷	۱۹	۴۷	لوم رسی

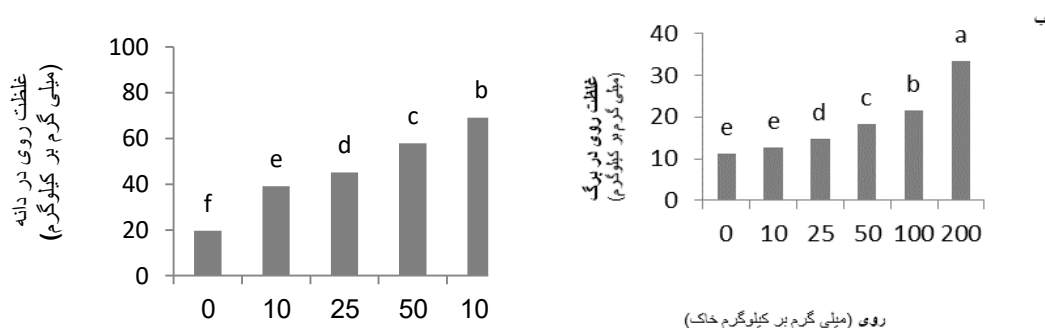
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روی بر وزن خشک گیاه در مراحل پنجه‌زنی، خوشه‌دهی و برداشت (رسیدگی) گندم معنی‌دار بود ($P < 0.01$). طبق نتایج به دست آمده در شکل (۱- الف تا پ) وزن خشک گیاه در مراحل مختلف فنولوژیکی با افزایش غلظت روی تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک افزایش و بعد از آن کاهش معنی‌دار یافت. با این حال در تمام تیمارها (به غیر از تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک) وزن خشک گیاه بیشتر از تیمار شاهد بود. بیشترین مقدار وزن خشک در تمام مراحل رشد گیاه در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک و کمترین مقدار آن در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید. (Iizuka و همکاران ۱۹۷۵) در مطالعه‌ای بر روی دو گیاه (گندم و ذرت) دریافتند، افزایش غلظت روی عملکرد ماده خشک در گیاه ذرت و گندم را تا غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک افزایش و سپس کاهش داد. (Singh، ۱۹۹۲) بیان کرد مصرف روی عملکرد ماده خشک را افزایش می‌دهد. (Zhu و همکاران ۲۰۰۳) مشاهده کردند با افزایش غلظت روی تا (۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) عملکرد ساقه افزایش و سپس کاهش یافت. (Havlin، ۲۰۰۵) بیان داشت سمیت روی وقتی غلظت روی در برگ از ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تجاوز کند اتفاق می‌افتد، بادم زمینی و سویا به غلظت بالای روی حساس‌اند.



شکل ۱- اثر روی بر وزن خشک اندام هوایی الف- پنجه‌زنی، ب- خوشه‌دهی و پ- رسیدگی (برداشت) خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روی بر غلظت روی در برگ پرچم و دانه گیاه در مراحل پنجه‌زنی، خوشه‌دهی و برداشت (رسیدگی) گندم معنی‌دار بود ($P < 0.01$). با توجه به شکل (۲ ب و پ) همان‌طور که انتظار می‌رفت نتایج نشان داد که با افزایش غلظت روی در خاک، غلظت آن در برگ پرچم (خوشه‌دهی) و دانه گندم (برداشت) افزایش معنی‌داری یافت. بیشترین غلظت در تمام مراحل فنولوژیکی و در همه بخش‌های گیاهی در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده گردید. (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۷) دریافتند که با افزایش غلظت روی تا ۱۰۰

میلی گرم بر کیلوگرم خاک، غلظت و جذب روی در ساقه افزایش یافت. (Vassilev, 2011) با مطالعه‌ای بر روی غلظت‌های بالای روی در گیاه لوبیا دریافت با افزایش غلظت روی از ۰ تا ۵۰۰ میکرومولار، غلظت روی در برگ و ریشه افزایش یافت. (Zhu و همکاران، ۲۰۰۳) دریافتند با افزایش غلظت روی از ۰ تا ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، غلظت آن در ساقه گندم افزایش یافت. با افزایش مصرف کلرید روی تا سطح ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم میزان روی قابل جذب در خاک افزایش یافت (در سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک به ترتیب باعث افزایش ۲۵ و ۳۵ میلی گرم بر کیلوگرم روی قابل جذب شد).



شکل ۲- اثر روی بر غلظت روی الف- مرحله خوشه دهی (برگ پرچم) ب- رسیدگی (دانه)

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که مصرف روی (به ویژه در سطح ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) باعث افزایش پارامترهای رشدی گیاه از مرحله پنجه‌زنی تا برداشت با افزایش غلظت روی از سطح ۰ تا ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک و پس از آن احتمالاً به دلیل سمیت روی، سبب کاهش آنها گردید. همچنین افزایش غلظت روی به صورت مصرف حاکی باعث افزایش غلظت در برگ پرچم و غنی سازی دانه گندم شد. بنابراین، لازم است مصرف ۱۰۰ میلی گرم روی بر کیلوگرم خاک جهت نیل به حداکثر رشد و عملکرد و غنی سازی دانه گندم با روی در آزمایشی مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- کوچکی، ع. و سرمندیا، غ. ۱۳۷۶. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد صفحه ۴۶۷.
- ملکوتی، م. ج.، ثوابی، غ.، و بلالی، م. ۱۳۷۸. نقش مصرف عناصر ریز مغذی در غنی سازی دانه، آرد و سبوس گندم و کاهش اسید فیتیک در راستای ارتقاء سلامتی جامعه. نشریه فنی شماره ۲۳۷، نشر آموزش کشاورزی معاونت تات وزارت جهاد کشاورزی.
- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷. افزایش تولید گندم و بهبود سلامتی مردم از طریق مصرف سولفات روی در مزارع گندم. مجله خاک و آب ایران. جلد ۱۲، شماره ۱. صفحه ۳۴-۴۳.
- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷. افزایش تولید گندم و بهبود سلامتی مردم از طریق مصرف سولفات روی در مزارع گندم. مجله خاک و آب ایران. جلد ۱۲، شماره ۱. صفحه ۳۴-۴۳.

Havlin, J.L., JD Beaton, SL Tisdale and WL Nelson, 2005. Soil Fertility and Fertilizers, An introduction to nutrient management. (Ed). Soil Science Society of America Journal. Madison, W Sc. U. S. A. 515 P.

Iizuka T. 1975. Interaction among nickel, iron, and zinc in mulberry tree grown on serpentine soil. Soil Sci. Plant Nutr. 21 (1), 47-55.

Lotfollahi, M., Mehrvar M.R., Malakouti, M.J., and Rostami, A. 2007. Effect of zinc-fortified seed on tiller number and wheat grain yield. In Proceedings of an International Conference: Zinc crops 2007: Improving crop production and human health, 24-26 May, Istanbul, Turkey.

Rengel, Z. and R.D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soils. I-Vegetative growth. Plant Soil 173:267-244.



Shekari, F. Mohammadi, H. Pourmohammad, A. Avanes, A. Khorshidi Benam, M. B. 2015. Spring wheat yielding and the content of protein and zinc in its grain depending on zin fertilization. Electronic. Journal of Polish Agricultural Universities 18 (1): #08.

Singh, K. 1992. Critical soil level of zinc for wheat grown in alkaline soils. Fert.Res.Int.J.Fert.Use.Technol.

Vassilev A, Nikolova A, Koleva L, Lidon F. (2011). Effects of Excess Zn on Growth and Photosynthetic Performance of Young Bean Plants. *Journal of Phytology* , 3(6): 58-62.

Welch, R. M. 1981. The biological signification of nickel. J. Plant Nutriant. 31: 345-356.

Zhu Y.G, Zhao Z. Q, Li H. Y, Smith S. E, Smith F. A. 2003. Effect of zinc-cadmium interactions on the uptake of zinc and cadmium by winter wheat (*Triticum aestivum*) grown in pot culture. Bull. Environ. Centam. Toxicol, 71:1289-1296.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil fertility, plant nutrition and greenhouse cultivation

Effect of different levels of zinc on growth and zinc concentration in different stages of wheat growth

., Parvaneh, Z^{1*}, Dordi pour², E., Ghorbani Nasrabadi, R³, Kiani, F².

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan, Iran

³ Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Soil and Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Wheat is one of the most important crops that plays a major role in ensuring food security in the country. The deficiency or inappropriate amounts of micronutrients such as zinc, iron, copper and manganese in the root environment will disrupt the growth and performance of this plant. Zinc plays a major role in many enzymatic reactions and metabolic processes. The present study was conducted to determine the effect of different levels of zinc on dry matter production and zinc concentration in wheat. Therefore, a pot experiment was conducted on wheat in a completely randomized design with six zinc levels (0, 10, 20, 50, 100 and 200 mg / kg of zinc chloride source) with 4 replications. The results showed that zinc consumption up to 100 mg / kg soil significantly increased dry weight of shoots of wheat and subsequently decreased due to toxicity ($P \leq 0.01$). There was a significant difference between different levels. The results showed that zinc concentration increased in wheat leaf and wheat leaf with increasing zinc concentrations, as it was expected that by increasing zinc concentrations in zinc, zinc concentration increased in wheat grain and enriched grain.

Keywords: Wheat, zinc, dry weight

* Corresponding author: zahra.parvaneh72@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

بررسی اثر کاربرد باگاس نیشکر و کود گاوی بر عملکرد گندم و ذرت و برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک تحت کشت گندم-

ذرت

ابراهیم جواهری^۱، سید محمد هادی موسوی فضل^۲، سعید سماوات^۳

^۱د^۱ اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

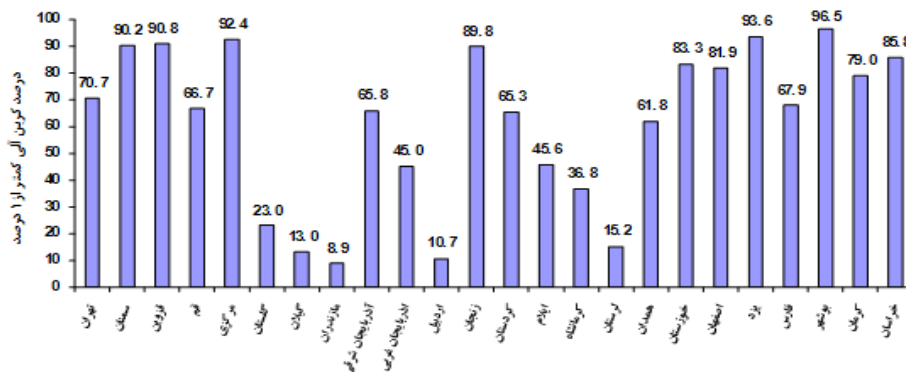
^۳ عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

در حالی که حد مطلوب کربن آلی برای اراضی کشاورزی در دامنه ۳-۲ درصد می‌باشد، نتایج تحقیق در کشور حاکی از مقادیر کمتر از یک درصد برای بیش از ۶۰ درصد از اراضی در کشور و حدود ۸۳/۳ درصد برای اراضی خوزستان برآورد شده است. به منظور بررسی امکان ارتقای برخی از خصوصیات خاک از جمله ماده آلی و جایگزینی بخشی از کودهای شیمیایی با مواد آلی (باگاس نیشکر و کود گاوی)، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به شکل کرت‌های یک‌بار خرد شده در دو سطح اصلی و نه سطح فرعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور به مدت دو سال اجرا شد. نتایج نشان دادند که علاوه بر بهبود وضعیت خاکدانه سازی به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد، می‌توان ۲۵ درصد از کود اوره توصیه شده بر اساس آزمون خاک را با ۱۰ تن کود آلی از منابع کمپوست نیشکر و یا کود گاوی جایگزین و موجب افزایش حداقلی عملکرد در تناوب گندم- ذرت به میزان ۵ تا ۲۰ درصد گردید. همچنین صرفه جویی آب مصرفی به میزان ۱۰-۵ درصد (۲۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمکعب) و افزایش حداقلی بیوماس میکروبی به میزان ۳۰ درصد گردید. کلمات کلیدی: مواد آلی، نیتروژن، گندم

مقدمه

براساس آمارهای موجود در بیش از ۶۰/۶ درصد اراضی کشاورزی کشور میزان کربن آلی خاک کمتر از یک درصد می‌باشد (دهقانمنش و همکاران، ۱۳۹۰). در حالی که حد مطلوب کربن آلی خاک برای دستیابی به تولید پایدار بایستی ۳-۲ درصد باشد. سماوات (۱۳۸۵)، گزارش داد که مقدار کربن آلی در ۲۱/۵ درصد از خاک‌های کشور کمتر از ۰/۵ درصد، ۳۹/۱ درصد بین ۰/۵ تا ۱ درصد، ۲۵/۳ درصد خاک‌ها بین ۱ تا ۱/۵ درصد و ۱۴/۲ درصد از ۱/۵ درصد می‌باشد (شکل ۱). میزان کربن آلی ۶۰/۶ درصد خاک‌های کشور کمتر از یک درصد بوده که حکایت از ناپایداری حاصلخیزی خاک‌های کشور می‌نماید (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). توزیع استانی خاک‌های با درصد مواد آلی کمتر از یک درصد هشدار دهنده بوده و در استان خوزستان به بیش از ۸۰ درصد می‌رسد (جوهری و همکاران، ۱۳۹۶). منابع مختلف کودهای آلی در خوزستان از تنوع زیادی برخوردار هستند اما بیشترین نوع مواد آلی که کشاورزان مورد استفاده قرار می‌دهند شامل انواع کودهای دامی از قبیل گاوی، گوسفندی، مرغی و بقایای کشاورزی است (خاوازی و همکاران، ۱۳۹۳). هریک از این ترکیبات آلی با توجه به خصوصیات شیمیایی خود در کشت های معینی استفاده می‌شوند. بیشترین تفاوت این قبیل کودها در میزان عناصر غذایی و سرعت آزاد نمودن آن (معدنی شدن) می‌باشد. طبق سند چشم انداز، وزارت جهاد کشاورزی موظف است میزان ماده آلی خاک را تا ۱٪ افزایش دهد و برنامه ریزی های لازم را در این مورد انجام دهد (طهرانی، ۱۳۹۳). 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 مصرف بهینه کودهای شیمیایی ارایه نمود. با توجه به این که ماده آلی قلب کشاورزی پایدار تلقی می‌شود ضرورت افزایش تدریجی میزان مواد آلی خاک بیش از پیش احساس می‌شود. از این روست که وزارت جهاد کشاورزی در نظر دارد که در برنامه دوم آن که با هدف افزایش تولید و ارتقای بهره وری منابع و عوامل تولید است به "بهبود ماده آلی خاک و حاصلخیزی خاک های کشاورزی" تاکید نموده است. این آزمایش در به منظور بررسی وضعیت مواد آلی خاک در خوزستان و شناخت انواع مدیریت های کاربرد مواد آلی و تاثیر آن بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اجرا گردید. جدول ۱ برخی مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می‌دهد.



شکل ۱- درصد کربن آلی کمتر از یک درصد خاک‌های زراعی استان‌های کشور

جدول ۱ برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

K _(ava)	P _{ava} mg/kg	SP %	CCE %	OC	EC ds m ⁻¹	pH	خوزستان شاوور
۲۷۹	۴/۴	۶۸	۳۸۸	۸/۶	۱/۳	۷/۹	
text	S	Si \square %	C	Cu	Zn (ava)	Mn	Fe
Clay	۶	۳۸	۵۶	۱/۳	۱/۲	۴/۰	۹/۴

مواد و روشها

قالب آزمایش بلوک های کامل تصادفی به شکل کرت های یکبار خرد شده به شرح زیر اجرا شد:

الف - مصرف کود آلی (فاکتور M): M0- عدم مصرف کود آلی، M1- مصرف ۱۰ تن در هکتار ماده خشک کود آلی نوع اول، M2- مصرف ۲۰ تن در هکتار ماده خشک کود آلی نوع اول، M3- مصرف ۱۰ تن در هکتار ماده خشک کود آلی نوع دوم، M4- مصرف ۲۰ تن در هکتار ماده خشک کود آلی نوع دوم. ب - مصرف کود شیمیایی، P0- عدم مصرف کود شیمیایی، P1- مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی براساس آزمون خاک P2- مصرف ۷۵ درصد کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک، P3- مصرف ۵۰ درصد کود شیمیایی براساس آزمون خاک توصیه کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک صورت گرفت. میزان فسفر و پتاسیم مورد نیاز پس از محاسبه، برای هر تیمار قبل از کشت به طور یکنواخت با خاک هر کرت مخلوط شد. پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم، فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و نیتروژن از منبع کود اوره تأمین شد. مقدار کودهای آلی بر مبنای وزن خشک محاسبه و در تیمارهای مختلف اعمال گردید. در زراعت گندم یک سوم نیتروژن مورد نیاز از محل کود اوره قبل از کشت، یک سوم زمان پنجه زنی و یک سوم باقیمانده در زمان ساقه رفتن مصرف گردید. ابعاد کرت ها ۴ متر عرض و ۵ متر طول در نظر گرفته شد. در زراعت گندم فاصله خطوط ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. عملکرد کاه، دانه و وزن هزار دانه در هر تیمار اندازه گیری شد. بعد از برداشت گندم باقی مانده بقایای آن به خاک برگردانده شد و سپس زمین برای کشت ذرت آماده شد. ذرت بر روی فاروها با عرض ۶۰ سانتیمتر کشت شد. کلیه کودهای پایه به جز نیتروژن قبل از کشت مصرف و کود نیتروژن با دو تقسیط مساوی در مرحله شش برگی (شروع رشد سریع) و مرحله ظهور گل های نر مصرف شد. نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزارهای آماری مناسب از قبیل SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داده شدند. در نهایت با تطابق خصوصیات خاک با سری های مشابه در کشت متناظر ایستگاه



تحقیقاتی، نتایج به سطح بیشتری از اراضی زراعی تسری داده شد. همچنین جهت بررسی تجزیه کودهای آلی مصرفی در خاک میزان کربن آلی در پایان دو سال آزمایش اندازه گیری شد. برای تعیین اثر کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات فیزیکی خاک، میانگین وزنی - قطر خاکدانه ها اندازه گیری شد.

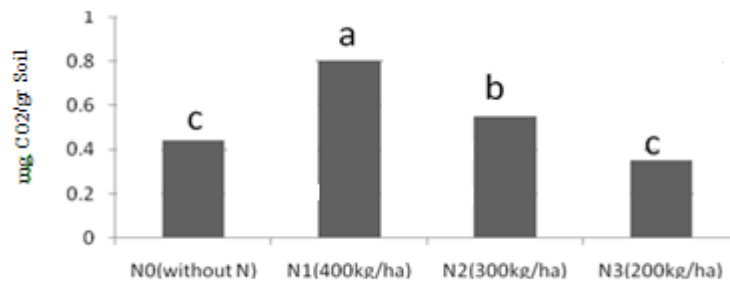
جدول ۲ برخی خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مصرفی در محل اجرای پروژه

نوع کود آلی	pH*	EC* dSm ⁻¹	کربن آلی	نیتروژن کل	C:N	فسفر کل	پتاسیم کل	افت در ۴۰۰ درجه
%								
کود گاوی	۸/۳	۲۵/۶	۴۳/۳	۱/۹	۲۲/۷	۰/۳۳	۴/۴	۸۱/۳
کمپوست باگاس نیشکر	۶/۹	۱/۶	۵۱/۰	۰/۳۸	۱۳۴	۰/۰۶	۰/۳۲	۸۲/۱
نیترات	آمونیم	آهن کل	منگنز کل	روی کل	مس کل	کادمیوم کل	سرب کل	
mkg ⁻¹								
کود گاوی	۴۴۶	۲۱۰	۴۰۲۵	۱۴۶	۸۰	۲۷	۰/۸۶	۳۶
کمپوست باگاس نیشکر	.	۲۰۰	۳۷۴۳	۱۰۳	۲۱	۱۶	۱/۵	۹

نتایج و بحث

محاسبه عملکرد بر اساس مقایسه اختلاف عملکرد تیمار کودی آزمون خاک (NO) و تیمار کاهش مصرف نیتروژن به میزان ۲۵ درصد کمتر از آزمون خاک به همراه مصرف توام (NO) ۱۰ و ۲۰ تن کود آلی (از منابع کمپوست باگاس نیشکر و کود گاوی) انجام شد. بر این اساس با کاهش مصرف ۲۵ درصد از نیتروژن توصیه شده در آزمون خاک و مصرف ۱۰ تن کود آلی (از منبع کود گاوی) در سال اول افزایش عملکرد گندم حداقل به میزان ۵ درصد حاصل شد (جدول ۳). در حالی که این تیمار موجب کاهش عملکرد ذرت در سال اول گردید. این روند در سال دوم معکوس و موجب کاهش عملکرد گندم و افزایش ذرت شد. این امر حاکی از نقش مهم و موثر مواد آلی در افزایش تولید محصولات کشاورزی است. به علت دینامیک بودن مواد آلی در خاک هرگونه رفتاری با آن در خاک ممکن است به نتایج مثبت و یا منفی منتهی شود لذا دانستن نسبت مناسب کودهای شیمیایی به همراه کود آلی می تواند در افزایش تولید محصول مفید واقع شود. از خصوصیات مهم کودهای آلی که در تغذیه گیاه موثر است نسبت کربن به نیتروژن آلی در آن می باشد که می تواند تا اندازه ای ما را در مدیریت مصرف کودهای آلی راهنمایی نماید (فرتینگر و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین کودهای آلی ممکن است درجات متفاوتی از رسیدگی را داشته باشند، هر چه کود آلی تازه تر باشد درجه رسیدگی آن کمتر و هر چه پوسیده تر باشد درجه رسیدگی آن بیشتر است. مواد آلی تازه از منبع دامی و یا بقایای گیاهی بیشترین تاثیر معنی دار را در چرخه کربن آلی خاک دارند و به عنوان منبع غذایی سهل الوصول برای میکروارگانیسم های خاک و نهایتاً گیاه می باشند (ابراهیم و همکاران، ۲۰۰۸). هرچه ماده آلی از درجه رسیدگی بالاتری برخوردار باشد. تاثیرش در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مشهودتر است. جدول ۲ برخی خصوصیات شیمیایی کودهای آلی استفاده شده در آزمایش را نشان می دهد. همچنین مصرف کود اوره تنفس میکروبی خاک را افزایش داد، بطوریکه مصرف کود اوره بر اساس آزمون خاک (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین تنفس میکروبی را داشت و در واقع با رفع کمبود نیتروژن خاک میزان تنفس میکروبی به همان نسبت افزایش یافت. البته رفع کمبود به میزان ۵۰٪ (۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار) در مقایسه با شاهد بدون کود بی تاثیر بوده است (شکل ۲).

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



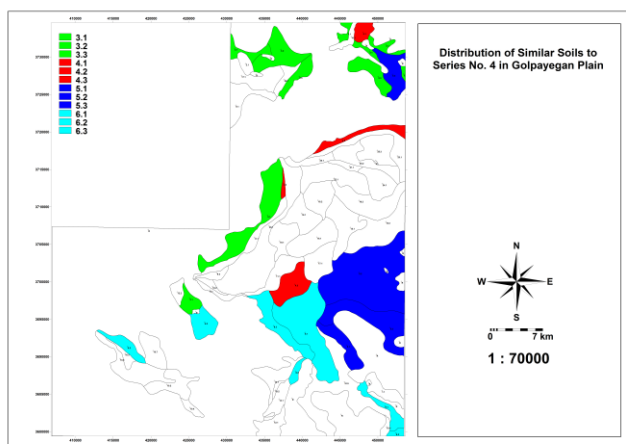
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی اوره بر تنفس میکروبی خاک

جدول ۳ متوسط اختلاف عملکرد محصول ناشی از مصرف کود آلی به تنهایی و کاربرد توام کود آلی و نیتروژن

اثر کود	مقدار کود آلی تن در هکتار	گندم سال ۹۱	ذرت سال ۹۲	گندم سال ۹۲	ذرت سال ۹۳
نیتروژن + کود آلی	۱۰	+۳۴۰	-۱۵۷۱	-۴۲	+۱۷۹۰
	۲۰	+۵۳۰	-۶۰۸	+۱۸۵	+۳۴۳۰
متوسط کود آلی به تنهایی	۱۰	+۱۸۰	+۵۰۵	+۲۲۳	+۲۲۷۷
	۲۰	+۴۷۰	+۳۷۰۳	+۷۶۱	+۵۶۹۶

جدول ۴ وسعت مناطق قابل تعمیم نتایج طرح به دشت منطقه مورد مطالعه

ایستگاه مورد مطالعه	مناطق تحت پوشش ایستگاه	وسعت مناطق تحت پوشش	وسعت مناطق قابل تعمیم
شاوور	دشت شاوور	۱۶۹۶۰۰	۳۱۲۷۸ هکتار
ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور	دشت شاوور	آزمایش سری خاک مشابه با مناطق مورد	سید عباس، عبدل خان، شیخ حسین، شیخ معبود، رسن، بربوتی و سعد، شیخ داخل و کاظم احمد



شکل ۳ پراکنش سری های خاک مشابه سری .. در دشت شاور خوزستان

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که با جایگزینی حداقل ۲۵ درصد از کود شیمیایی نیتروژن با کودهای آلی دستیابی به عملکرد ۵ تا ۵۰ درصد برای گندم و ۵ تا ۲۰ درصد برای ذرت قابل حصول است و اضافه بر آن برخی خصوصیات فیزیکی خاک مانند خاکدانه سازی به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد بهبود و آب قابل استفاده گیاه به میزان ۵ تا ۱۰ درصد (آب مصرف ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمکعب در هر کشت) کاهش خواهد یافت.

منابع مورد استفاده

- ۱- جواهری، ا و همکاران. ۱۳۹۶. بررسی عوامل موثر در کاهش کارآیی مصرف کود در شرایط زارعین در کشت گندم آبی در خوزستان. دومین کنگره بین المللی و پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. اصفهان. ایران.
- ۲- خاوازی، ک و همکاران. ۱۳۹۳- برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ۱۴۰۴-۱۳۹۳. جلد اول- موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۳- دهقانمنش، ح، بهمنیار، م، لکزبان، الف، سالک گیلانی، س، قنبری، ه، ۱۳۹۰، اثرات اصلاح کننده های مختلف آلی بر بیوماس میکروبی و فعالیت آنزیم اوره آز خاک تحت کشت گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*). دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران تبریز، ۱۲ الی ۱۴.
- ۴- طهرانی، محمد مهدی. ۱۳۹۳. برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ۱۴۰۴-۱۳۹۳. جلد دوم- موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۵- محمدی، خ و سهرابی، ی. ۱۳۹۲. تاثیر روشهای تلفیقی کود دهی بر غلظت نیتروژن، فسفر و خواص زیستی خاک و صفات کلزا. ۱۳۹۳ / مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب / الف / جلد ۲ / شماره).
- ۶- سماوات، س. ۱۳۷۵. بررسی پتانسیل معدنی شدن ازت آلی در شرایط. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، آموزشکده کشاورزی کرج، انجمن علوم خاک ایران، ۱۳۷۵. ص ۹۶.
- ۶- 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.

8-Ebrahim, M. A. Ul-Hassan, M. Iqbal, and E. Elahi Valeem. 2008. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. Pak. J Bot. 40(5): 2135-2141

9-Feichtinger F., Erhart E., Hartl W. (2004) : Net N-mineralisation related to soil organic matter pools. Plant Soil Environ., 50 : 273-276.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Agriculture and natural resources Research

Effect of organic fertilizers on chemical and physical properties of soil under the corn-wheat crop rotation in Khuozesfan province

Javaheri¹, E., Mousavifaz², S.M.H. Samavat, S.³

^{1,2} Scientific members and expert (respectively) of Soil and Water Research Department of Khouzestan

³ Scientific member and expert of Soil and Water Research Institute

Agricultural and Natural Resources Research and Extensions Center, ARREO, Iran

Abstract

The possibility of replacing at least 25 percent of the fertilizer nitrogen with organic fertilizer without compromising crop yields. To achieve the enhancement of yield in different areas, ranging from 5 to 20 percent for wheat and from 5 to 10 percent for corn in treatment of chemical fertilizers by as much as 25% less than the recommended amount based on soil test with organic fertilizers at a rate of at least 10 tons per hectare. Thus, if just 10 percent increases in irrigated fields of wheat and corn, the resulting performance is equivalent to 550 kg per ha in wheat and 750 kg per hectare for maize. Improving soil physical properties, like soil aggregate stability up to 40-30%, increasing available water content in soil at a rate of 5-10 percent due to the use of organic fertilizers in all experimental areas. Accordingly, the accounting for 5-10 percent savings in annual water consumption in wheat-corn rotation, nearly 2000-1000 cubic meters of water per ha will have been saved.

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مقایسه روش‌های مختلف عصاره‌گیری فسفر در اراضی تحت کشته پسته شهرستان سیرجان

رقیه شهریاری پور^{۱*}، احمد تاج‌آبادی پور^۲، عیسی اسفندیار پور^۲، وحید مظفری^۲

^۱ استادیار دانشگاه پیام نور، دانشکده کشاورزی، تهران، ایران.

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران.

چکیده

کاربرد کود فسفر (P) باید بر اساس آزمایش خاک باشد که به روش‌های مختلف استخراج فسفر صورت می‌گیرد. در این تحقیق همبستگی و کالیبراسیون پنج روش استخراج فسفر قابل دسترس مورد مطالعه قرار گرفت: سلطان پور و شووآب، اولسن، ای‌دی‌تی‌ای، پاو و مورگان. برای این منظور ۱۶۸ نمونه خاک از دو عمق ۰-۴۰ و ۴۰-۸۰ سانتی‌متری این منطقه جمع‌آوری شد. هدف از این کار، انتخاب یک روش استخراج فسفر قابل دسترس است که قابلیت دسترسی به فسفر را ارزیابی می‌کند. نتایج نشان داد روش مورگان در هر دو عمق خاک مقدار فسفر بالاتری استخراج کرده است. هم‌چنین در بررسی همبستگی فسفر گیاه و روش‌های عصاره‌گیری، مشاهده شد در هر دو عمق خاک روش ای‌دی‌تی‌ای همبستگی مثبت و معناداری با فسفر گیاه دارد. هم‌چنین فسفر اولسن در هیچ کدام از عمق‌ها با فسفر گیاه همبستگی معنی‌دار نداشت. قابل ذکر است که همه روش‌های عصاره‌گیری نیز با یکدیگر همبستگی معنی‌دار داشتند و بنابراین با توجه به جنبه اقتصادی، سهولت استخراج و ارتباط قابل قبول با شاخص‌های گیاهی، روش‌های اولسن و ای‌دی‌تی‌ای برای تعیین فسفر موجود توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: فسفر خاک، عصاره‌گیری، پسته

مقدمه

فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان است. آگاهی از ظرفیت جذب فسفر در خاک، نقش مهمی در تعیین مقدار مصرف کودهای فسفره دارد. شدت جذب فسفر توسط خاک، علاوه بر عوامل محیطی و ویژگی‌ها و ترکیبات خاک، به مقدار کود مصرفی نیز بستگی دارد (Kover and Barber, 1988). به‌منظور ارائه توصیه کودی مناسب برای هر عنصر غذایی از جمله فسفر، انجام برنامه آزمون خاک امری ضروری است. در برنامه آزمون خاک برای یک عنصر غذایی، انتخاب عصاره‌گیر و آزمایش‌های همبستگی بین مقدار عنصر غذایی عصاره‌گیری شده از خاک و مقدار جذب‌شده توسط گیاه از اولویت ویژه‌ای برخوردار است (کریمی امیر کیاسر و همکاران، ۱۳۹۰). به‌دلیل حلالیت بسیار کم ترکیبات حاوی فسفر در خاک و تمایل واکنش‌های تعادلی آن به سمت فاز جامد، مقدار فسفر در محلول خاک بسیار اندک است و به موازات جذب فسفر توسط ریشه گیاه، باید توسط منابع قابل دسترس در فاز محلول جایگزین گردد (Holford, 1980). بسیاری از خاک‌های زراعی ایران بر اثر مصرف کودهای فسفر طی سال‌های گذشته دارای مقادیر بالایی از فسفر قابل جذب می‌باشند (ادهمی و همکاران، ۱۳۸۴). هم‌چنین بسیاری از خاک‌های ایران آهکی است و مقدار کربنات کلسیم معادل در این خاک‌ها حتی تا بیش از ۶۵۰ گرم در کیلوگرم خاک گزارش شده است. از طرف دیگر، کودهای فسفر در سطح وسیعی در این خاک‌ها استفاده می‌شوند که به افزایش فسفر خاک به‌صورت ترکیبات گوناگون فسفر می‌انجامد (Adhami et al., 2006). مصرف زیاد کود فسفر بدون اطلاع از سرنوشت آن‌ها، علاوه بر نتیجه‌بخش نبودن و ضررهای اقتصادی، باعث غنی‌شدن آب‌های سطحی از فسفر و بروز کمبود عناصر غذایی کم مصرف (مانند آهن و روی) در گیاهان می‌شود (Tiessen et al., 1984).

مواد و روش‌ها



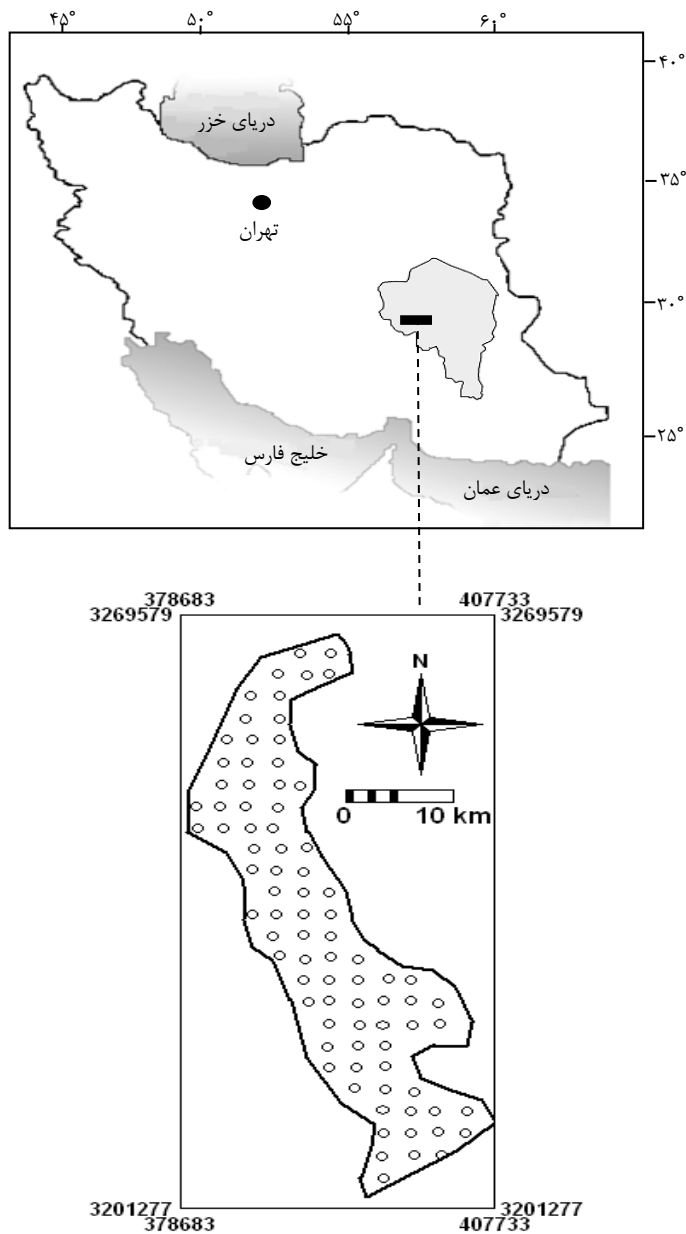
منطقه مورد مطالعه، بخشی از اراضی شهرستان سیرجان واقع در غرب استان کرمان را با مساحت تقریبی ۶۳ هزار هکتار شامل می‌شود (شکل ۱). مواد مادری منطقه، غالباً آهکی می‌باشند (شیخ‌الاسلامی، ۱۳۹۴). کاربری اصلی منطقه، باغ پسته می‌باشد. رقم غالب پسته در این منطقه، بادامی است و

سن درختان، به‌طور متوسط، ۲۵ سال می‌باشد. همچنین نوع کود فسفوری مصرفی در منطقه مطالعاتی غالباً سوپر فسفات ساده با متوسط مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و شکل مصرف آن عمدتاً به صورت سطحی است. ابتدا نقشه توپوگرافی منطقه (بخش گلستان) با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه گردید. پس از پیاده‌کردن محدوده مطالعاتی بر روی این نقشه و اسکن نمودن آن، با استفاده از نرم‌افزار ایلویس^۱، منطقه مزبور زمین‌مرجع‌آشد. در ادامه، شبکه‌ای منظم با ابعاد ۲ × ۲ کیلومتر بر روی منطقه مطالعاتی اعمال گردید و بدین ترتیب، مختصات جغرافیایی ۸۴ نقطه مشاهداتی به‌دست آمد (شکل ۱). با توجه به مختصات جغرافیایی نقاط تعیین‌شده در مطالعات ستادی و استفاده از سامانه مکان‌یاب جهانی^۲، موقعیت تمامی این نقاط در صحرا تعیین گردید. سپس، در هر نقطه، از دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متر، نمونه‌برداری انجام گرفت و نمونه‌های برداشت‌شده برای انجام مطالعات آزمایشگاهی، به آزمایشگاه انتقال داده شدند. شایان ذکر است که به‌طور همزمان نمونه برگ نیز در هر نقطه برداشت شد. نمونه‌برداری در مرداد ماه انجام شد. نمونه برگ از شاخه بدون خوشه با مقدار رشد متوسط گرفته شد؛ بدین‌صورت که سرشاخه‌های با رشد ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر انتخاب شدند و از برگ‌های وسط آن‌ها نمونه‌برداری انجام گرفت.

^۱ ILWIS

^۲ Georeference

^۳ Global Positioning System; GPS



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی به همراه ۸۴ نقطه مشاهداتی

نتایج و بحث

میانگین مقدار فسفر استخراجی توسط روش‌های عصاره‌گیری مورد مطالعه به ترتیب در عمق‌های ۰-۴۰ و ۴۰-۸۰ سانتی‌متری خاک به صورت زیر کاهش یافت:

مورگان<ای دی تی ای> بی کربنات آمونیوم- دی تی پی ای<پاؤ (جدول ۱)

مورگان<ای دی تی ای> اولسن<بی کربنات آمونیوم- دی تی پی ای> پاؤ (جدول ۲)

طبیعت اسیدی عصاره‌گیر مورگان باعث انحلال و آزادسازی فسفر از ترکیبات کلسیم با قابلیت دسترسی متفاوت می‌گردد (Simard and Sen, 1993). آب مقطر به دلیل استخراج تنها فسفر محلول، در کل فسفر کمتری را نسبت به سایر روش‌های عصاره‌گیری از خاک‌های مورد مطالعه استخراج می‌کند. مقادیر کم فسفر استخراجی توسط آب مقطر در توافق با نتایج قبلی است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش سلطان پور بسیار کم بود که علت اصلی آن ممکن است مربوط به کوتاهی زمان عصاره‌گیری و نسبت بالای خاک به عصاره‌گیر باشد (کریمی امیرکیاسر و همکاران، ۱۳۹۰). در روش اولسن، بی کربنات و هیدروکسیل به صورت دو رقیب، فسفر را از ذرات خاک جدا می‌کنند. افزایش pH محلول نیز سبب افزایش غلظت یون‌های بی کربنات می‌گردد؛ در نتیجه حلالیت یون‌های کلسیم کاهش می‌یابد. در این روش، غلظت کلسیم محلول توسط رسوب نمودن کربنات کلسیم و غلظت آهن و آلومینیوم محلول با ایجاد هیدروکسیدهای این دو عنصر، کاهش یافته و غلظت فسفر در محلول افزایش می‌یابد (Olsen and Sommers, 1982).

جدول ۱. خلاصه آماری مقدار فسفر عصاره‌گیری شده (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) با عصاره‌گیرهای مختلف در عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری خاک

متغیر	اولسن	پاؤ	مورگان	ای دی تی ای	سلطان پور و شوآب	فسفر برگ
کمینه	۱	۰/۲۰	۳/۵۰	۱	۰/۹۵	۰/۰۵
بیشینه	۶۲/۸۰	۶/۴۰	۱۸۰	۴۲	۱۹/۵۰	۰/۱۸
میانگین	۱۵/۲۶	۱/۹۶	۳۶/۵۸	۱۳/۸۵	۵/۲۱	۰/۱۱
واریانس	۱۳۰/۴۸	۲/۲۱	۱۰۱۹/۸۲	۹۲/۸۷	۱۸/۲۱	۰/۰۰
ضریب تغییرات (%)	۷۴/۸۴	۷۶/۰۲	۸۷/۲۹	۶۹/۵۳	۸۱/۹۶	۲۳/۱۳

مقادیر غلظت فسفر برگ پسته در نقاط نمونه‌برداری خاک در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود دامنه تغییرات غلظت فسفر برگ بین ۰/۰۵-۰/۱۸ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده پراکندگی خوب مقادیر فسفر در نمونه‌های برداشت شده است. بررسی همبستگی بین فسفر استخراج‌شده توسط عصاره‌گیرهای شیمیایی در عمق‌های ۰-۴۰ و ۴۰-۸۰ سانتی‌متری خاک با غلظت فسفر برگ به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ضرایب همبستگی میان غلظت فسفر برگ با مقدار فسفر عصاره‌گیری شده توسط عصاره‌گیرها بالا نبود که دلیل آن تفاوت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و پراکندگی شکل‌های مختلف فسفر می‌تواند باشد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که در عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری، غلظت فسفر برگ با مقادیر استخراج‌شده توسط عصاره‌گیرهای پاؤ و ای دی تی ای همبستگی معنی‌داری دارد. در عمق ۴۰-۸۰ سانتی‌متری

نیز همبستگی معنی‌دار غلظت فسفر برگ و فسفر عصاره‌گیری شده توسط روش‌های مورگان، سلطان‌پور و ای‌دی‌تی‌ای برقرار است. با توجه به همبستگی معنی‌دار غلظت فسفر برگ و فسفر استخراج‌شده توسط روش ای‌دی‌تی‌ای در هر دو عمق خاک، این روش می‌تواند در برآورد فسفر قابل استفاده در این خاک‌ها مناسب باشد، هر چند که این توصیه به دلیل پایین بودن ضرایب همبستگی با احتیاط انجام می‌شود.

جدول ۲- خلاصه آماری مقدار فسفر عصاره‌گیری شده (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) با عصاره‌گیرهای مختلف در عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری خاک

متغیر	اولسن	پاو	مورگان	ای‌دی‌تی‌ای	سلطان‌پور و شووآب
کمینه	۱	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۸۰	۰/۷۵
بیشینه	۵۴	۴/۸۰	۱۹۵	۴۶	۲۰
میانگین	۸/۸۲	۱/۱۰	۲۸/۳۶	۱۰/۷۱	۴/۱۲
واریانس	۸۳/۲۵	۱/۱۹	۹۹۲/۱۵	۷۶/۵۲	۱۵/۶۰
ضریب تغییرات (%)	۱۰۰	۹۹/۰۹	۱۰۰	۸۱/۷۰	۹۵/۸۷

جدول ۳- ضرایب همبستگی غلظت فسفر برگ و فسفر عصاره‌گیری شده با روش‌های شیمیایی مختلف در عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری

غلظت فسفر برگ (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	اولسن	مورگان	سلطان‌پور و شووآب	پاو	ای‌دی‌تی‌ای
۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۲۵**	۰/۳۰**	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ۴- ضرایب همبستگی غلظت فسفر برگ و فسفر عصاره‌گیری شده با روش‌های شیمیایی مختلف در عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری

غلظت فسفر برگ (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	اولسن	مورگان	سلطان‌پور و شووآب	پاو	ای‌دی‌تی‌ای
۰/۱۴	۰/۲۲**	۰/۳۰**	۰/۰۱	۰/۲۵**	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱



از آنجا که فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری برای گیاه است، لذا انجام مطالعات تخصصی پیرامون وضعیت فسفر در خاک و ارتباط آن با مقدار فسفر گیاه اجتناب‌ناپذیر است. از طرفی، پسته به‌عنوان یک محصول کشاورزی استراتژیک و ارزش‌آور، حائز اهمیت بسیار زیادی است، چرا که اثر حضور آن در چرخه اقتصادی کشور همواره به وضوح دیده می‌شود. به همین دلیل، مطالعات وضعیت تولید این محصول به لحاظ کشاورزی و به‌ویژه وضعیت تغذیه‌ای آن برای رسیدن به حداکثر تولید با تضمین کیفیت، می‌تواند همواره دغدغه متولیان بخش کشاورزی کشور و پژوهشگران این بخش باشد.

منابع

- شیخ‌الاسلامی، م. ر. ۱۳۹۴. واحدهای زمین ساخت- چینه نگاریبخش جنوب خاوری پهنه سنندج- سیرجان. مجله علوم زمین، ۲۴ (۹۵): ۲۴۳-۲۵۲.
- کریمی امیر کیاسر، م.، اردلان، م. م.، کاووسی، م. و شکری واحد، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی مزرعه‌ای و آزمایشگاهی چند روش عصاره‌گیری جهت تعیین فسفر قابل جذب در برخی اراضی شالیزاری استان گیلان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۴): ۸۱۴-۸۲۲.
- مقصودی، م.، ریحانی تبار، ع. و نجفی، ن. ۱۳۹۳. امکان‌سنجی استفاده از ظرفیت بافیری فسفر (PBC) برای تخمین فسفر قابل جذب ذرت در برخی خاک‌های آهکی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۴ (۴): ۸۱-۱۰۳.
- Adhami, E., Maftoun, M., Ronaghi, A., Karimian, N., Yasrebi, J. and Asad, M.T. 2006. Inorganic phosphorus fractionation of highly calcareous soil of Iran. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37:1877-1888.
- Holford, I. C. R. 1980. Greenhouse evaluation of four phosphorus soil tests in relation to phosphate buffering and labile phosphate in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44: 555-559.
- Kover, J. L. and Barber, S. A. 1988. Phosphorus supply characteristics of 33 soils as influenced by seven rates of phosphorus addition. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 160-165.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus, pp. 403-430. In: Klute, A. (Eds.). *Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties*, part2. 2nd edition. Agronomy. Monogr. No. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
- Simard, R. R. and Sen Tran, T. 1993. Evaluating plant-available phosphorus with the Electro-Ultrafiltration technique. *Soil Science Society of America Journal*, 57 (2): 404-409.
- Tiessen, H., Stewart, J.W.B., and Cole, C.V. 1984. Transformation of phosphates varying in citrate and water solubility in a calcareous soil after incubation with cattle dung. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 32: 421-426.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Comparison of different phosphorus extraction methods in Sirjan pistachio orchards.

Shahriariipour¹, R., Tajabadipour², A., Esfandiarour, I.² and Mozafari, V.²

¹ Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Payamenour University, Tehran, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

Abstract

Phosphorus (P) fertilization is commonly based on soil testing, for which a variety of different soil P extraction methods are in use. In this research, the correlation and calibration of five extraction techniques for available P were studied: Soltanpour and Schwab, Olsen, EDTA-Na₂, Paauw and Morgan in 168 different soil samples from 63000 ha of Sirjan pistachio orchards of Kerman province, Iran. The Morgan reagent extracted the most P and then EDTANa₂ > Olsen > Soltanpour and Schwab > Paauw extracted more phosphorus, respectively. Positive and significant correlation ($P < 0.05$) existed among all extractants. The correlation coefficients between different extractants and plant P concentration indicated that, EDTA-Na₂ ($P < 0.01$), Olsen and Paauw methods ($P < 0.05$) had positive and significant correlation with leaf P concentration and thus with due attention to acceptable relationship with plant indices, the Olsen and EDTA-Na₂ methods could be used to advise on available P.

Keywords: soil phosphorus, extraction, pistachio.

* Corresponding author, Email: rshahriariipour@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی تاثیر منابع مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی توتون هواخشک

رحمت‌اله رنجبر^{۱*}، رامین مصباح^۲، احمد رهبری^۳، اسماعیل نام‌وررضایی^۴
^۱ محقق خاک و آب اداره امور تحقیقاتی شرکت دخانیات ایران، تهران
^۲ محقق زراعت اداره امور تحقیقاتی شرکت دخانیات ایران، تهران
^۳ محقق گیاهپزشکی اداره امور تحقیقاتی شرکت دخانیات ایران، تهران
^۴ محقق زراعت و اصلاح نباتات مرکز تحقیقات توتون ارومیه، ارومیه

چکیده

تولید جهانی نیترات آمونیوم به عنوان کود معمول نیتروژنی در مزارع توتون، محدود می‌باشد و لازم است نحوه مصرف انواع کودهای جایگزین نیتروژنی در مزارع توتون مورد بررسی قرار گیرد لذا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۱ تیمار در مرکز تحقیقات توتون ارومیه انجام گرفت. تیمارها عبارت از ۱: شاهد ۱ (بدون مصرف نیتروژن)، ۲: شاهد ۲ مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروژن نیترات آمونیوم (یک سوم پایه و دو سوم سرک)، ۳، ۴ و ۵: به ترتیب مصرف ۶۹، ۹۲ و ۱۱۱ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (مصرف پایه)، ۶، ۷ و ۸: مصرف ۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (دوسوم پایه و یک سوم سرک)، ۹، ۱۰ و ۱۱: مصرف ۴۶، ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (نصف پایه و نصف سرک) بودند. طبق نتایج، بیشترین عملکرد برگ (به طور میانگین 2354 kg ha^{-1}) با مصرف تقسیط 92 kg ha^{-1} نیتروژن از منبع اوره (نصف پایه و نصف سرک) بود. مقدار نیتروژن از کود اوره در تیمارهای مصرف 69 kg ha^{-1} و 92 kg ha^{-1} نیتروژن اوره، برگ‌های بالای بوته‌ها سبز تیره شدند و کیفیت و قیمت برگ به دلیل عدم تخلیه نیتروژن خاک بعد از گل دهی بوته، کاهش یافت. قیمت برگ در استفاده از 92 kg ha^{-1} نیتروژن نیترات آمونیوم بیشتر بود و مصرف توام پایه و سرک مقدار بیش از 46 kg ha^{-1} نیتروژن اوره سبب افت ۲۳ درصدی قیمت برگ شد. با توجه به درآمد هکتاری، مصرف پایه 92 kg ha^{-1} نیتروژن اوره در شرایط آبیاری قطره‌ای، به عنوان کود جایگزین نیترات آمونیوم در مزارع توتون هواخشک توصیه گردید.

کلمات کلیدی: اوره، نیترات آمونیوم، کیفیت برگ

مقدمه

نیتروژن همراه با پتاسیم نقش کلیدی در کنترل خصوصیات کیفی توتون از جمله رنگ، بافت و خصوصیات هیگرو سکوپیک برگ، سوزش و مقدار قند و آلکالوئیدهای برگ دارد. در کشاورزی مدرن، تنظیم مصرف نیتروژن از لحاظ نوع نیتروژن، مقدار و زمان مصرف الزامی است (Marchand, 2010). مقدار قند و آلکالوئیدها پارامترهای مهم کیفیت توتون هستند که می‌توان آنها را تا حدودی با تغذیه گیاه بخصوص با مقدار و نوع نیتروژن مصرفی کنترل نمود (Marchand, 2010). در بسیاری از گیاهان، هرگاه بخش زیادی از نیتروژن مورد نیاز گیاه از نیتروژن آمونیومی فراهم شود، توقف رشد ایجاد می‌شود (Raab و Terry, 1995). آمونیوم سبب افزایش هدایت روزنه‌ای (Hogh- Jensen و Schjoerring, 1997) و سرعت ترعرع گیاه (Lugert و همکاران, 2001) شده در نتیجه آب و پتانسیل اسمزی برگ را کاهش می‌یابد. با این حال، تاثیر یون آمونیوم بر روابط آب گیاه به نوع گیاه و شرایط محیطی بستگی دارد (Lu و همکاران, 2005).

نیترات آمونیوم به عنوان منبع اصلی کود نیتروژنی در مزارع توتون محسوب می‌شود که نسبت متعادل نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در آن، دسترسی متعادل گیاه را به نیتروژن در طی فصل رشد فراهم می‌کند. با این حال برخی کارخانجات در جهان تولید آن را متوقف یا محدود کرده‌اند. منابع جایگزین نیتروژن در بازار موجود است که می‌توان آن را در تولید توتون مصرف نمود در گذشته کود اوره توسط زارعین توتون کار در آمریکا مصرف شده است (Pearce و همکاران, 2006). قیمت هر کیلوگرم نیتروژن در کود اوره در مقایسه با نیترات آمونیوم پایین تر است. در سال‌های اخیر نیز تحقیقاتی در کارولینای شمالی جهت استفاده از اوره به جای نیترات آمونیوم صورت گرفته است که نتایج رضایت بخش بوده است. در سال ۲۰۰۹، Parker نشان داد که نوع منبع نیتروژن تاثیری بر عملکرد، قیمت برگ، میزان کل آلکالوئیدها، کل قند احیاء و رنگ برگ توتون نداشت.

تبدیل اوره به نیترات ممکن است جذب نیتروژن گیاه و رسیدگی برگ‌های توتون را به تاخیر اندازد لذا مصرف سرک این کود در فصل رشد توتون توصیه نمی‌شود (Pearce و همکاران, 2006). مدت زمان تبدیل اوره به نیترات در شرایط مختلف محیطی و خاکی متفاوت است. در مصرف کودهای

* ایمیل نویسنده مسئول: ranjbarrahim14@gmail.com

نیترروژنی، بحث اقتصادی کود مطرح است و در این زمینه لازم است کیفیت برگ توتون، میزان نیتروز آمین و قیمت کودها بیش تر مدنظر قرار گیرد. در سال ۲۰۰۵، Liu و همکاران در توتون واریته K326 نشان دادند که جایگزینی کامل نیتروزن نیترا تی سبب کاهش وزن خشک گیاه می شود و تعخیر و تعرق گیاه و نیز مقدار جذب پتاسیم در گیاه نیز کاهش پیدا می کند همچنین یون آمونیوم سبب کاهش هدایت روزنه ای آب شده و نسبت پتاسیم در اندام های مختلف گیاه توتون به تناسب نوع منبع نیتروزن و مقدار عناصر غذایی در دسترس گیاه، تغییر می کند. در تحقیقی، نوع منبع نیتروزن تأثیری بر عملکرد، شاخص درجه برگ توتون، قیمت برگ توتون، آلکالوئیدهای کل، قند احیاء کل و رنگ برگ نداشت (Parker, ۲۰۰۹).

استفاده از کود اوره به شیوه مصرف نیترا ت آمونیوم در مزارع توتون ممکن است مشکلاتی را از جمله رسیدگی دیرهنگام برگ، کمبود نیتروزن در اوایل رشد توتون و بیش بود نیتروزن در مرحله گل دهی و رسیدگی برگ ایجاد کرده و حتی ممکن است سبب افزایش نیتروز آمین در برگ توتون شود. در صورت استفاده از منابع جدید کود نیترروژنی در زراعت توتون لازم است موضوع مقدار، زمان و نحوه مصرف این کودها مورد بررسی قرار گیرد لذا با توجه به اثرات قابل توجه نوع منبع نیتروزن جذبی (آمونومی یا نیترا تی) بر میزان جذب برخی عناصر غذایی و کمیت و کیفیت برگ توتون، این تحقیق با اهداف زیر انجام می یابد: (۱) بررسی امکان جایگزینی کود نیترا ت آمونیوم با اوره جهت مصرف در مزارع توتون، (۲) دستیابی به زمان و تقسیط مناسب در مصرف کود نیترروژنی اوره.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر زمان مصرف و منابع مختلف کود نیتروزن بر خصوصیات کمی، کیفی توتون و بررسی امکان استفاده از کود اوره برای گیاه توتون بارلی، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۱ تیمار در مرکز تحقیقات توتون ارومیه در سال زراعی ۱۳۹۷ انجام گرفت. تیمارها عبارت از:

۱: شاهد ۱ (بدون مصرف کود نیتروزن)،

۲: شاهد ۲، مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروزن از منبع نیترا ت آمونیوم (یک سوم پایه و دو سوم سرک در خاک دهی پای بوته)،

۳: مصرف ۴۶ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (مصرف پایه)،

۴: مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (مصرف پایه)،

۵: مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (مصرف پایه)،

۶: مصرف ۴۶ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (دو سوم پایه و یک سوم سرک در خاک دهی پای بوته)،

۷: مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (دو سوم پایه و یک سوم سرک در خاک دهی پای بوته)،

۸: مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (دو سوم پایه و یک سوم سرک در خاک دهی پای بوته)،

۹: مصرف ۴۶ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (نصف پایه و نصف سرک در خاک دهی پای بوته)،

۱۰: مصرف ۶۹ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (نصف پایه و نصف سرک در خاک دهی پای بوته)

۱۱: مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروزن از منبع اوره (نصف پایه و نصف سرک در خاک دهی پای بوته)

بدین منظور ۳ بلوک آزمایشی عمود بر تغییرات زمین زراعی انتخاب شد و هر بلوک به ۱۱ کرت آزمایشی هر کدام به ابعاد ۲۵ متر مربع تقسیم شد. مقادیر مختلف کود پایه اوره به تناسب تیمارها و یک سوم کود پایه نیترا ت آمونیوم در شاهد دوم قبل از نشاکاری و با استفاده از آبیاری قطره ای در کرت های آزمایشی مصرف گردید. نشاکاری بعد از اولین آبیاری در مورخ ۱۹ خرداد ماه صورت گرفت. نشاها در خزانه شناور تهیه شدند. عملیات وجین، سله شکنی، خاک دهی پای بوته ها و مبارزه با آفات و بیماری ها و آبیاری به صورت قطره ای در زمان های مورد نیاز انجام گردید. در مرحله گلدهی بوته، نمونه خاک مرکب از پای بوته های توتون هر تیمار برداشته شد تا مقدار نیتروزن کل باقی مانده خاک در این مرحله اندازه گیری شود. پارگر رسیده بوته ها در مرداد ماه برداشت، سوزنی و عمل آوری شدند. عملکرد برگ خشک، خصوصیات شیمیایی از جمله نیتروزن، پتاسیم، کلر، نیکوتین و قند در کمر برگ بوته اندازه گیری گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که تیمارهای مختلف آزمایشی بر عملکرد برگ، بهاء هر کیلوگرم برگ توتون و درآمد ناخالص هکتاری در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی داری داشت (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس خصوصیات کمی، کیفی شیمیایی برگ در تیمارهای مختلف آزمایشی

منبع	DF	میانگین مربعات					
تغییر		عملکرد هکتاری برگ	بهای هر کیلوگرم توتون	درآمد ناخالص هکتاری	نیترژن برگ	پتاسیم برگ	کلر برگ
بلوک	۲	۵۳۹۲۱/۱**	۱۲/۵۰۲ ^{ns}	۸۰۹/۱۷۱ ^{ns}	۲/۳۸۷**	۱/۱۳۷**	۱/۹۰۹**
تیمار	۱۰	۱۰۸۰۹۴/۰۵**	۲۲۸/۲۳۸**	۱۸۰۸/۸۷**	۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۰۸۹ ^{ns}	۰/۱۷۷ ^{ns}
خطا	۲۰	۹۱۰۰/۰۵	۵۹/۲۱۷	۲۶۲/۴۹۹	۰/۱۳۵	۰/۰۷۹	۰/۱۱۲

ns: عدم وجود تفاوت معنی دار، **: وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

نیترات آمونیوم به عنوان منبع اصلی کود نیترژنی در مزارع توتون محسوب می شود و طبق آزمون خاک، ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم (یک سوم به صورت پایه و دوسوم به صورت سرک در مرحله خاکدهی پای بوته) در مزارع توتون هواخشک مصرف می گردید. عملکرد برگ توتون: طبق نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۲)، کمترین عملکرد برگ توتون با میانگین ۱۸۲۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به شاهد (عدم مصرف کود نیترژنی) بود و همچنین، عملکرد تیمارهایی که در آن ۴۶ کیلوگرم نیترژن اوره در هکتار (معادل با ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) عمدتاً به صورت پایه مصرف شده بود، پایین (به طور میانگین ۱۹۶۴ کیلوگرم) بود (جدول ۲). در صورت استفاده از مقدار ۴۶ کیلوگرم نیترژن در هکتار (معادل ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار)، رشد عمومی بوته های توتون در مقایسه با شاهد ۲ (مصرف ۶۹ کیلوگرم نیترژن از منبع نیترات آمونیوم) کاهش می یابد و برگ های پایین بوته رنگ پریده می شوند این موضوع بخصوص زمانی که کل کود مصرفی اوره به صورت پایه مصرف گردید، حادتر بود. بیشترین عملکرد برگ توتون بارلی (میانگین ۲۳۳۴ کیلوگرم در هکتار) در استفاده از ۹۲ کیلوگرم نیترژن از منبع اوره (معادل با ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به دست آمد.

تیمارهای مربوط به مصرف توام پایه و سرک ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیترژن اوره از لحاظ میانگین عملکرد برگ تفاوت معنی داری با هم نداشتند ولی تیمارهای مصرف پایه ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیترژن اوره در هر هکتار تفاوت معنی داری داشتند به نظر می رسد مصرف پایه ۶۹ کیلوگرم نیترژن (معادل ۱۵۰ کیلوگرم اوره)، نیاز گیاه را به طور کامل برطرف نمی کند چون بخش قابل توجهی از نیترژن در اوایل دوره رشد گیاه به دلیل نیاز پایین گیاه و عدم توسعه ریشه ها آبشویی می شود. در صورت مصرف پایه ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیترژن اوره در هکتار (معادل ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار)، شکل ظاهری بوته ها و برگ های توتون بهتر بود در حالی که در مصرف بخشی از آن به صورت سرک، برگ های بالایی برخی بوته ها به صورت غیریکنواخت نارس بودند و سبزی غیریکنواخت در کرت این تیمارها مشاهده گردید.

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد، درآمد ناخالص و بهای برگ توتون در تیمارهای مختلف آزمایشی

شماره تیمار	شرح تیمار	عملکرد برگ (kg h ⁻¹)	درآمد ناخالص (Rials h ⁻¹)	بهای کیلوگرم توتون (Rials kg ⁻¹)	نیترژن خاک (%)
۱	شاهد ۱ (بدون مصرف کود نیترژن)	۱۸۲۸ ^c	۱۸۶,۴۵۶,۰۰۰ ^c	۱۰۲,۰۰۰ ^{abc}	۰/۰۵۹ ^e
۲	۶۹ کیلوگرم نیترژن نیترات آمونیوم (۱/۳ پایه و ۲/۳ سرک)	۲۲۴۴ ^a	۲۶۴,۷۹۲,۰۰۰ ^a	۱۱۸,۰۰۰ ^a	۰/۱۰۳ ^b
۳	۴۶ کیلوگرم نیترژن اوره (مصرف پایه)	۱۹۴۹ ^{bc}	۲۰۲,۶۹۶,۰۰۰ ^{bc}	۱۰۴,۰۰۰ ^{abc}	۰/۰۸۸ ^d
۴	۶۹ کیلوگرم نیترژن اوره (مصرف پایه)	۲۰۷۱ ^b	۲۱۵,۳۸۴,۰۰۰ ^{bc}	۱۰۴,۰۰۰ ^{abc}	۰/۰۹۴ ^{cd}
۵	۹۲ کیلوگرم نیترژن اوره (مصرف پایه)	۲۲۹۳ ^a	۲۶۳,۶۹۵,۰۰۰ ^a	۱۱۵,۰۰۰ ^{ab}	۰/۰۹۶ ^{bcd}
۶	۴۶ کیلوگرم نیترژن اوره (۲/۳ پایه و ۱/۳ سرک)	۱۹۸۰ ^{bc}	۲۰۳,۹۴۰,۰۰۰ ^{bc}	۱۰۳,۰۰۰ ^{abc}	۰/۰۹۹ ^{bc}
۷	۶۹ کیلوگرم نیترژن اوره (۲/۳ پایه و ۱/۳ سرک)	۲۳۱۷ ^a	۲۲۲,۴۳۲,۰۰۰ ^{bc}	۹۶,۰۰۰ ^{bc}	۰/۰۹۳ ^{cd}
۸	۹۲ کیلوگرم نیترژن اوره (۲/۳ پایه و ۱/۳ سرک)	۲۳۳۳ ^a	۲۰۵,۳۰۴,۰۰۰ ^{bc}	۸۸,۰۰۰ ^c	۰/۱۰۴ ^b
۹	۴۶ کیلوگرم نیترژن اوره (نصف پایه و نصف سرک)	۲۰۴۲ ^{bc}	۲۲۰,۵۳۶,۰۰۰ ^{bc}	۱۰۸,۰۰۰ ^{abc}	۰/۱۰۲ ^b
۱۰	۶۹ کیلوگرم نیترژن اوره (نصف پایه و نصف سرک)	۲۳۲۰ ^a	۲۳۲,۰۰۰,۰۰۰ ^{ab}	۱۰۰,۰۰۰ ^{abc}	۰/۱۰۴ ^b
۱۱	۹۲ کیلوگرم نیترژن اوره (نصف پایه و نصف سرک)	۲۳۷۵ ^a	۲۲۳,۲۵۰,۰۰۰ ^{bc}	۹۴,۰۰۰ ^{bc}	۰/۱۱۳ ^a

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، از لحاظ آماری یکسان می‌باشند.

قیمت کیلوگرم توتون: بیشترین بهای برگ توتون بارلی در استفاده از ۶۹ کیلوگرم نیتروژن از منبع نیترات‌آمونیم (معادل با ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیم در هکتار) به دست آمد و بقیه تیمارها به غیر از تیمارهای مصرف توام پایه و سرک ۶۹ و ۹۲ کیلوگرم نیتروژن اوره، از لحاظ میانگین قیمت توتون یکسان بودند. مصرف توام پایه و سرک مقدار بیش از ۴۶ کیلوگرم نیتروژن اوره سبب افت قیمت توتون به ارزش ۲۷۰۰۰ ریال در هر کیلوگرم (حدود ۲۳ درصد کاهش) در مقایسه با قیمت آن در استفاده از نیترات‌آمونیم شد و علی‌رغم عملکرد بالای برگ توتون در این تیمارها، بیشترین درآمد ناخالص حاصل از برگ توتون به دست نیامد.

درآمد ناخالص حاصل از برگ توتون: بیشترین درآمد ناخالص حاصل از برگ توتون در استفاده از ۶۹ کیلوگرم نیتروژن از منبع نیترات‌آمونیم (۲۶۵ میلیون ریال در هکتار) و مصرف پایه ۹۲ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره (۲۶۴ میلیون ریال در هکتار) به دست آمد. کمترین درآمد ناخالص با حدود ۱۸۶ میلیون ریال در هکتار مربوط به شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) بود (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

عملکرد برگ توتون در شاهد (با میانگین ۱۸۲۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمارهایی که در آن ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار عمدتاً به صورت پایه مصرف شده بود (با میانگین عملکرد ۱۹۶۴ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عملکرد سایر تیمارهای کودی به طور معنی‌دار کمتر بوده و رشد عمومی بوته‌های توتون در این تیمارها کمتر بود. بهای برگ توتون بارلی در استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم نیترات‌آمونیم و بقیه تیمارها به غیر از تیمارهای مصرف توام پایه و سرک ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره، از لحاظ میانگین قیمت توتون یکسان بودند. مصرف توام پایه و سرک مقدار بیش از ۱۰۰ کیلوگرم اوره سبب افت ۲۳ درصدی قیمت توتون شد. درآمد ناخالص حاصل از برگ توتون در استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع نیترات‌آمونیم (۲۶۵ میلیون ریال در هکتار) و مصرف پایه ۲۰۰ کیلوگرم اوره (۲۶۴ میلیون ریال در هکتار) به دست آمد. در شرایط بافت خاک لومی تا لوم رسی و آبیاری قطره‌ای، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در مزارع توتون بارلی می‌تواند به صورت پایه استفاده نمود. در خاک‌های درشت بافت به دلیل پتانسیل بالای آبشویی نیتروژن، پیشنهاد می‌شود بررسی‌هایی صورت گیرد.

منابع:

- صالح زاده، ح، قلی‌پور م، عباسدخت، ح، برادران، ر، رنجبر ر. و نام‌وررضایی، ا. ۱۳۹۴. تاثیر منابع مختلف کود نیتروژن بر کمیت و کیفیت توتون واریته بارلی ۲۱. همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. ارومیه.
- Lu, Y. X., Li C. J. and Zhang, F. S. 2005. Transpiration, potassium uptake and flow in tobacco as affected by nitrogen forms and nutrient levels. *Annals of Botany*, 95, 991-998.
- Lugert, I., Gerendas, J., Bruech, H. and Sattelmacher B. 2001. Influence of N form on growth and water status of tomato plants. In: Horst WJ, Schenk MK, Buerkert A, *et al*, eds. *Food security and sustainability of agro ecosystems through basic and applied research*. Dordrecht: Kluwer, 306-307.
- Marchand, M. 2010. Effect of Potassium on the Production and Quality of Tobacco Leaves. *Research Findings: e-ific* No. 24
- Parker, R. G. 2009. Evaluation of Nitrogen sources and Rates on Yield and Quality of Modern Flue-Cured Tobacco Cultivars. A dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Pearce, B., Bailey, A. and Palmer, G. 2006. Alternative fertilizer nitrogen sources for tobacco production. *Soil Science News & Views*, 26 (3), 1-5.
- Raab, T. K. and Terry, N. 1995. Carbon, nitrogen, and nutrient interactions in *Beta vulgaris* L. as influenced by nitrogen sources, NO_3^- versus NH_4^+ *Plant Physiology*, 107, 575-584.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of nitrogen fertilizers on quantitative and qualitative features of air-cured tobacco

Ranjbar^{*1}, R., Mesbah², R., Rahbari, A.³ Namvarrezaei, A.⁴

¹ Soil and water researcher, Research Department, Iran Tobacco Company, Iran

² Agronomy and plant breeding researcher, Research Department, Iran Tobacco Company, Iran

³ Plant protection researcher, Research Department, Iran Tobacco Company, Iran

⁴ Agronomy and plant breeding researcher, Urmia Tobacco Research Center, Iran Tobacco Company, Iran

Abstract

Global production of ammonium nitrate as common fertilizer in the tobacco fields, is limited and it is necessary to consider how to apply nitrogen alternative fertilizers in the tobacco fields. therefore, an experiment was carried out in complete block design with three replications and 11 treatments in Urmia Tobacco Research Center in 2018. Treatments are 1: control 1 (without nitrogen application); 2: control 2 (application of 69 kg ha⁻¹ ammonium nitrate nitrogen (one third on base way and two - thirds in top-dress way); 3, 4 and 5: application of 46, 69 and 92 kg ha⁻¹ of urea nitrogen (on base way); 6, 7 and 8: application of 46, 69 and 92 kg ha⁻¹ of urea nitrogen (tow- third on base way and one thirds on top-dress way); 9, 10 and 11: application of 46, 69 and 92 kg ha⁻¹ of urea nitrogen (Half on base way and a half on top-dress way). According to the results, the highest leaf yield (2334 kg ha⁻¹) was obtained applying 92 kg ha⁻¹ urea nitrogen. at 7, 8, 10 and 11 treatments (application of 69 and 92 kg ha⁻¹ urea nitrogen), top leaves of tobacco were dark green and the quality and price of the leaf were reduced due to the non-depletion of soil nitrogen after blossoming. Leaf prices were the highest in the use of 92 kg ha⁻¹ ammonium nitrate nitrogen. Base belong top-dress application of urea nitrogen more than 46 kg ha⁻¹ caused a 23% drop in leaf prices. According to the tobacco income, the base application of 92 kg ha⁻¹ of urea nitrogen in drip irrigation conditions was recommended as an alternative fertilizer in air-cured tobacco

Keywords: Leaf quality, Ammonium nitrate, Urea

* Corresponding author, Email: ranjbarrahim14@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر کود اوره پوشش داده شده با مواد پلیمری در عملکرد برنج

صابر حیدری^{۱*}، مجید نیکنژاد^۲، سید محمد علوی سینی^۳

^۱ عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

^۲ کارشناس ارشد گروه تکنولوژی زراعی، مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

^۳ عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

چکیده

اطلاعات کافی بر روی اثر کود پلیمری بر مزارع برنج ایران وجود ندارد، بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثرات کود اوره پلیمری بر برنج رقم طارم هاشمی بود. این آزمایش در ۴ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل تیمار شاهد (T0) بدون مصرف کود اوره، تیمار T1، اوره معمول که به صورت سرک مصرف شد. تیمار T2، کود اوره پوشش پلیمری که به یکباره مصرف شد و تیمار T3، کود اوره پوشش پلیمری به صورت مخلوط با اوره معمول بود. نتایج نشان داد که صفات تعداد پنجه، تعداد خوشه در هر کپه، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در هر کپه، وزن بیوماس و عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع کود اوره و روش مصرف آن قرار گرفتند. حداکثر تعداد پنجه در تیمار T3 (کود اوره با پوشش پلیمری مخلوط با اوره معمول در نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد در ابتدای فصل رشد) می‌باشد که نسبت به تیمار T0 (بدون کود اوره) ۴۵/۸ درصد افزایش نشان داد. عملکرد دانه در تیمار T3 به ترتیب ۵۹، ۱۱/۵ و ۱۱/۸ درصد نسبت به تیمارهای T0، T1 (اوره معمول به صورت تقسیم در دو مرحله) و T2 (کود اوره پوشش پلیمری در ابتدای فصل رشد) بیشتر بود. همچنین استفاده از کود پلیمری بیشترین اثر را در افزایش پنجه موثر و تعداد دانه در هر کپه را داشتند. پیشنهاد می‌شود استفاده از اوره پوشش پلیمری مخلوط با اوره معمول در ارائه برنامه‌های توصیه کودی مد نظر قرار گیرند.

کلمات کلیدی: کود پوشش پلیمری، تعداد پنجه، اوره، سرک

مقدمه

بهبود بهره‌وری استفاده از مواد کودی در کشاورزی، اولویت تحقیقاتی برای اهداف زراعی و زیست محیطی است. به منظور به حداقل رساندن آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از نیترات و فسفات در هنگام آبیاری پس از مصرف کود و بهینه‌سازی کارایی کود، کودهای کنترل ره‌ا اخیراً توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند (Li و همکاران ۲۰۱۳). اوره^۲ به طور گسترده و اغلب تنها منبع نیتروژن استفاده شده توسط اکثر کشاورزان است و بیش از ۵۰ درصد کود نیتروژن جهان را تشکیل می‌دهد (Glibert و همکاران ۲۰۰۶). کارایی نیتروژن در کود اوره با توجه به شرایط و روش‌های مصرف، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد و حتی کمتر گزارش شده است که این امر علاوه بر زیان اقتصادی، آلودگی زیست محیطی را نیز به دنبال خواهد داشت (Choudhury and Khanif, 2004) به طور کلی هدف عمده در مدیریت نیتروژن خصوصاً در کود اوره باید جذب حداکثر آن در مراحل بحرانی رشد گیاه و کاهش تلفات آن از خاک باشد. از جمله روش‌هایی که برای کاهش تلفات نیتروژن و افزایش کارایی آن خصوصاً در مزارع برنج پیشنهاد شده‌اند، تقسیم کود اوره در مراحل مناسب رشد، استفاده از اوره پوشش‌دار و استفاده از مواد بازدارنده نیتریفیکاسیون هستند. کودهای نیتروژن کندها^۳ به دلیل دارا بودن پوشش‌هایی از جنس موم، پارافین، رزین یا گوگرد قابلیت انحلال سریع اوره معمولی را ندارد و با مصرف این کود خصوصاً در مزارع شالیزاری

* ایمیل نویسنده مسئول: s.heydari@areeo.ac.ir

۱ - Controlled release fertilizer

۲ - NH₂-CO-NH₂

۳ - Slow release

تلفات ناشی از آبیاری یا تصعید کاهش می‌یابد (Russo, 1996). آزداسازی نیتروژن از SCU بستگی به کیفیت پوشش دارد. نمونه‌های کود اوره با پوشش معمول گوگرد، درصد شکست بالایی از پوشش گوگردی دارند که در این حالت بلافاصله اوره در تماس با آب قرار می‌گیرد (Shaviv, 2001).

انواع مختلفی از کودهای کنترل‌رها در دسترس هستند، ولی با این حال گزارش‌های کمی در مورد کاربرد الاستومرهای پلی اورتان به عنوان مواد پوششی در کود اوره کنترل‌رها گزارش شده است. در حال حاضر قیمت جهانی کودهای کنترل رها ۴ تا ۸ برابر کود اوره معمول می‌باشد. هزینه مواد پوشش دهنده، دلیل اصلی قیمت بالای این کودها می‌باشد (Choudhury and Kennedy, 2005). بنابراین استفاده از مواد پوشش دهنده ارزان و دوستدار محیط زیست یا بهبود تکنیک‌های پوشش‌دار کردن کود که منجر به کاهش مصرف مواد پوششی می‌شود، می‌تواند روش موثری برای کاهش هزینه تولید کودهای کنترل رهش باشد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثرات کود پلیمری با پوشش پلیمری بر برنج است.

مواد و روش‌ها

کود اوره پوشش پلیمری مورد نیاز با استفاده از مواد پلیمری پلی اورتان، ایزوسیانات و در استوانه دوار در یک محدوده دمای مشخص و با پاشش این مواد به اوره معمول تهیه گردید. ضخامت لایه پوششی در اوره به صورت درصد تعیین شد به عنوان مثال در کود اوره پوششی با ۵ درصد پلیمر از هر ۱۰۰ گرم کود اوره، ۵ گرم مواد پلیمری استفاده شد. با این مقدار پوشش، این کود ماندگاری حدود ۲ ماه در خاک را داشت (Li و همکاران، ۲۰۱۲). این تحقیق در یک مزرعه شالیزاری (مزارع تحقیقی ترویجی موسسه تحقیقاتی هراز در روستای سوته از شهرستان محمودآباد) انجام گرفت. قبل از انجام آزمایش، بافت خاک مزارع به روش پیپت (Gee and Bauder, 1986) و برخی خصوصیات خاک مانند اسیدیته، نیتروژن کل، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل تبادل، درصد شن، سیلت و رس با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد (Sparks و همکاران، ۱۹۹۶). این آزمایش در ۴ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. تیمارها شامل تیمار شاهد (T0) بدون مصرف کود اوره، تیمار T1، اوره معمول بود که به صورت ۷۰ درصد در مرحله کاشت و ۳۰ درصد سرک مصرف شد. تیمار T2، کود اوره پوشش پلیمری که به یکباره در مرحله کاشت مصرف شد و تیمار T3، کود اوره پوشش پلیمری به صورت مخلوط با اوره معمول با نسبت ۷۰ درصد پلیمری و ۳۰ درصد اوره معمول که به یکباره در زمان کاشت نشاء برنج مورد استفاده قرار گرفت. مساحت هر کرت ۱۲ متر مربع (۳×۴ متر) بود. به منظور اجتناب از اختلاط کودها، برای هر کرت کانال آبیاری و زهکشی به صورت جداگانه طراحی شد. مرزهای هر کرت با پلاستیک نایلونی به عمق ۳۰ سانتی‌متر پوشانده شد. نشاهای برنج در مرحله ۳ تا ۴ برگی به کرتها منتقل و تعداد نشاء در هر کپه ۳ عدد و فاصله کشت ۲۵×۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل به مقدار ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم طی دو مرحله (نصف به صورت پایه و نصف در مرحله حداث پنجه‌زنی) به مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. در همه کرت‌ها مصرف کود اوره معمول یا پوشش پلیمری بر اساس مقدار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود. رقم برنج مورد مطالعه نیز رقم طارم هاشمی یک رقم محلی و دارای دوره رشد ۲ ماهه بود. در طول اجرای آزمایش مراقبت‌های لازم برای کنترل علفهای هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام گرفت. در طی رشد و نمو گیاه، نمونه‌ها به صورت تصادفی با حذف اثرات حاشیه‌ای از هر کرت انتخاب شدند و صفات زیر برای هر تیمار آزمایشی مورد بررسی قرار گرفتند. ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد کل پنجه با شمارش و اندازه‌گیری از روی ۶ کپه در هر کرت به دست آمد. وزن هزار دانه با شمارش ۱۰ نمونه صدتایی و توزین آن‌ها بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. عملکرد دانه (شلتوک) و عملکرد کاه با برداشت بوته از یک مترمربع هر کرت اندازه‌گیری شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.



شکل ۱. نمایی از کرت‌های مورد آزمایش در مزرعه برنج

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد مطالعه در کلاس بافت لوم رسی قرار داشت و با توجه به مشخصات از نظر نیتروژن و پتاسیم دارای محدودیت بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

کلاس بافت خاک	Sand (g kg ⁻¹)	Silt (g kg ⁻¹)	Clay (g kg ⁻¹)	CEC (cmol kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	N (%)	OC (%)	pH
لوم رسی	۳۲۰	۳۶۰	۳۲۰	۴۷	۱۸۰	۱۱	۰/۱۹	۲/۰۸	۷/۵

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر عملکرد تعداد پنجه، تعداد خوشه در هر کپه، تعداد دانه در هر کپه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۰/۰۱ و بر صفات ارتفاع گیاه و وزن بیوماس در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی دار بود. همچنین از نظر طول خوشه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای متفاوت در صفات فیزیولوژیک برنج

منابع	درجه آزادی	تعداد پنجه	تعداد خوشه در هر کپه	ارتفاع گیاه (Cm)	طول خوشه (Cm)	تعداد دانه در هر کپه	وزن بیوماس (kg/ha)	وزن هزار دانه	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت
تیمار	۳	۹۶/۸۳**	۷۶/۹۲**	۳۲/۳۵*	۰/۰۷ ^{ns}	۴۲۴۱۵۸/۷**	۳۳/۱*	۰/۱۶ ^{ns}	۲۵۳۱۷۷۲/۷**	۶/۲۷ ^{ns}
بلوک	۳	۰/۵ ^{ns}	۱/۵۸ ^{ns}	۱۴/۲۶ ^{ns}	۰/۶۹ ^{ns}	۱۷۴۵۲/۴ ^{ns}	۲/۶۵ ^{ns}	۰/۵۳ ^{ns}	۲۳۳۲۳/۴ ^{ns}	۷/۸۱ ^{ns}
خطا	۹	۱/۷۸	۲/۲	۶/۲۹	۱/۰۲	۹۷۱۱/۲	۵/۸۸	۰/۳۵	۵۶۳۹۸/۱	۶/۵۸
ضریب تغییرات (%)		۶/۷	۸/۶۳	۱/۷	۴/۴۹	۵/۷۱	۲/۱۲	۷/۷	۵/۵۳	۷/۹

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد و ۱ درصد.

در بررسی اثر تیمارهای مختلف در اجزای عملکرد برنج، همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، تعداد پنجه در تیمار T3 که بیشترین مقدار بود نسبت به تیمارهای T0، T1 و T2 به ترتیب ۴۵/۸، ۱۵/۶۲ و ۵/۲ درصد افزایش یافت. همچنین حداکثر تعداد خوشه در هر کپه ۲۰/۵ در تیمار T3 بود که نسبت به تیمارهای T0، T1 و T2 به ترتیب ۸۶/۳، ۱۳/۸ و ۲/۵ درصد افزایش نشان می‌دهد. همچنین ارتفاع گیاه در تیمار T2 و T3 با مقادیر ۱۵۰/۴ و ۱۴۸/۴ سانتی‌متر بیشتر از تیمارهای T0، T1 با مقادیر ۱۴۳/۶۵ و ۱۴۶/۹۴ سانتی‌متر بوده است. این رفتار ناشی از افزایش دسترسی به نیتروژن توسط گیاه است که می‌تواند منجر به افزایش تمایز سلولی و تشکیل بافت شود. تحقیقات مشابه دیگری نیز به افزایش تعداد پنجه با افزایش نیتروژن اشاره داشتند (Fageria and Carvalho, 2014). البته در تحقیق حاضر، کود اوره افزایش نیافت، بلکه دسترسی به نیتروژن با توجه به کاهش سرعت رهاسازی آن از کود اوره افزایش یافت. Moro و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند از آنجا که تعداد پنجه‌های موثر عامل تعیین کننده مهمی در عملکرد نهایی گیاه است، می‌تواند یک شاخص بسیار مناسب برای بررسی اثرگذاری کود باشد. با استفاده از کود پوشش پلیمری و ترکیب آن با کود معمول، تعداد پنجه‌ها و خوشه‌های بارور به طور قابل توجهی افزایش یافت. با توجه به جدول ۲ در شاخص عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح ۱ درصد و در شاخص وزن بیوماس تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح ۵ درصد وجود دارد. عملکرد دانه در تیمارها به طور میانگین بین



۳۱۵۶ تا ۵۰۱۸ کیلوگرم بر هکتار در نوسان بود (جدول ۳). بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار T3 (کود اوره پلیمری و اوره معمول به صورت مخلوط) به دست آمد. عملکرد دانه در تیمار T3 به ترتیب ۵۹، ۱۱/۵ و ۱۱/۸ درصد نسبت به تیمارهای T0، T1، T2 (وره معمول به صورت تقسیط) و T2 (وره پلیمری به تنهایی) بیشتر بود. وزن بیوماس نیز در تیمار T3 بیشترین مقدار بود و نسبت به تیمارهای T0، T1 و T2 به ترتیب ۲۴/۵، ۴/۸ و ۶/۷ درصد بیشتر بود (جدول ۳). نیتروژن از عناصر بسیار ضروری برای تولید برنج است و نقش مهمی در حفظ عملکرد بالا دارد. کمبود نیتروژن خاک یکی از عوامل محدود کننده اصلی برای دستیابی به عملکرد بالا در تولید برنج است (Duan و همکاران ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد تحت شرایط پلیمری شدن کود اوره، فراهمی نیتروژن مورد نیاز گیاه برنج در مراحل مختلف رشد افزایش یافته و زمینه مناسبی برای تولید پنجه‌ها بارور ایجاد کرده که در نهایت این پنجه‌ها افزایش عملکرد کاه و دانه را به دنبال خواهند داشت. عملکرد بالاتر برنج در تیمار T3 می‌تواند به عرضه مناسب نیتروژن از کود اوره پوشش داده شده با مواد پلیمری در مدت زمان طولانی تر نسبت داده شود (Vyas و همکاران، ۱۹۹۱). Fageria و Carvalho (۲۰۱۴) در تحقیقات خود بیان داشتند که با افزایش مصرف نیتروژن در محدوده ۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به صورت اوره معمول و اوره با پوشش پلیمری، عملکرد دانه و عملکرد کاه افزایش یافت. اگرچه، عملکرد کاه با افزایش نیتروژن، افزایش بیشتری نسبت به عملکرد دانه نشان داد. در تحقیق حاضر با کاربرد کود پلیمری، عملکرد دانه بیشتر از عملکرد کاه افزایش نشان داد. احتمالاً دلیل مغایرت این بررسی با تحقیقات Fageria و Carvalho (2014) به عدم افزایش میزان کود نیتروژن در تحقیق حاضر برمی‌گردد.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای متفاوت در اجزای عملکرد برنج

تیمار	تعداد پنجه	تعداد خوشه در هر کپه	ارتفاع گیاه (Cm)	تعداد دانه در هر کپه	وزن بیوماس (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)
T ₀	۱۳c	۱۱b	۱۴۳/۶۵b	۱۲۵۷/۷۵c	۲۷/۳۷b	۳۱۵۶/۱c
T ₁	۲۰/۲۵b	۱۸a	۱۴۶/۹۴ab	۱۸۴۵/۵b	۳۲/۵a	۴۴۹۷/۵b
T ₂	۲۲/۷۵a	۲۰a	۱۴۸/۴a	۱۷۸۴b	۳۱/۹۲a	۴۴۸۷/۸b
T ₃	۲۴a	۲۰/۵a	۱۵۰/۴a	۲۰۱۱a	۳۴/۰۷a	۵۰۱۸/۵a

نتیجه‌گیری

از ضروری‌ترین عوامل در تولید محصولات گیاهی، تغذیه گیاه است که عمدتاً می‌تواند از طریق کودهای شیمیایی تامین شوند. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کود اوره با پوشش پلیمری بعلاوه کود اوره معمول در نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد در ابتدای فصل رشد، سبب افزایش حدوداً ۱۰ درصدی عملکرد برنج طارم هاشمی نسبت به مصرف اوره معمول به صورت دو تقسیط شد. همچنین استفاده از کود پلیمری بیشترین اثر را در افزایش پنجه موثر و تعداد دانه در هر کپه را داشتند. از این رو پیشنهاد می‌شود استفاده از اوره پوشش داده شده با مواد پلیمری به صورت مخلوط با اوره معمول در ارائه برنامه‌های توصیه کودی همواره مد نظر قرار گیرند.

منابع

- Choudhury, A., Kennedy, I., 2005. Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36, 1625-1639.
- Choudhury, A., Khanif, Y., 2004. Effects of Nitrogen and Copper Fertilization on Rice Yield and Fertilizer Nitrogen Efficiency: A. Dr. Anwarul Haq 47, 50-55.
- Duan, Y., Zhang, Y., Shen, Q., Chen, H., Zhang, Y., 2005. Effect of partial replacement of NH₄⁺ by NO₃⁻ on nitrogen uptake and utilization by different genotypes of rice at the seedling stage. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* 11, 160-165.



- Fageria, N., Carvalho, M., 2014. Comparison of conventional and polymer coated urea as nitrogen sources for lowland rice production. *Journal of plant nutrition* 37, 1358-1371.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis 1. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
- Glibert, P.M., Harrison, J., Heil, C., Seitzinger, S., 2006. Escalating worldwide use of urea—a global change contributing to coastal eutrophication. *Biogeochemistry* 77, 441-463.
- Li, Q., Wu, S., Ru, T., Wang, L., Xing, G., Wang, J., 2012. Synthesis and performance of polyurethane coated urea as slow/controlled release fertilizer. *Journal of Wuhan University of Technology, Materials Science Edition*. 27, 126-129.
- Li, Z., Zhang, Y., Li, Y., 2013. Zeolite as slow release fertilizer on spinach yields and quality in a greenhouse test. *Journal of plant nutrition* 36, 1496-1505.
- Moro, B.M., Nuhu, I.R., Ato, E., Nathaniel, B., 2015. Effect of nitrogen rates on the growth and yield of three rice (*Oryza sativa* L.) varieties in rain-fed lowland in the forest agro-ecological zone of Ghana. *International Journal of Agricultural Science* 5, 878-885.
- Russo, S., 1996. Rice yield as affected by the split method of N application and nitrification inhibitor DCD. *Cahiers Options Méditerranéennes*. 15, 43-53.
- Shaviv, A., 2001. Advances in controlled-release fertilizers. *Advances in Agronomy* 71, 1-49.
- Sparks, D., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C., Sumner, M., 1996. Methods of soil analysis, Parts 2 and 3. Chemical analysis. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Vyas, B., Godrej, N., Mistry, K., 1991. Development and evaluation of neem extract as a coating for urea fertilizer. *Fertiliser News* 36, 19-21.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of polymer coated urea on rice yield

Heidari^{*1}, S., Niknezhad², M., Alavi Siney, S.M.³

¹ Faculty members of Soil and Water Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran

² M.Sc. Organic Rice Production Technology, Haraz Extension and Technology Development Center, AREEO, Amol, Iran

³ Faculty member of Horticulture Crops Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran

Abstract

There is no available information on the effect of polymer fertilizers on Iranian rice fields. In this research, the effects of polymer-coated urea on rice variety of Tarom Hashemi has been investigated. This experiment was performed in 4 treatments with 4 replicates in a randomized complete design. Treatments included control (T0) without urea fertilizer, T1 treatment, common urea split in two stages. Treatment of T2, polymer coated urea and T3 treatment, polymer coated urea mixed with common urea. The results suggested that tiller number, panicle and grain number per hill, plant height, straw yield and grain yield were significantly affected by urea fertilizer and its method of application. The maximum tiller number was on T3 treatment (urea fertilizer with polymer coating mixed with common urea at a ratio of 70 to 30% at the beginning of the growth season) and was shown to be 45.8% more than T0 treatment (without urea fertilizer). Grain yield in T3 treatment was 59, 11.5 and 11.8% higher than T0, T1 (common urea split in two stages) and T2 (polymer coated urea at the beginning of growing season). Also, the use of polymer-coated urea had the greatest effect on increasing the effective tiller and panicle number. The results of experiment demonstrated that the application of polymer-coated urea in mix with the common urea is the most suitable method for Tarom Hashemi cultivar.

Keywords: Polymer-Coated Fertilizer, Tiller, Urea, split-applied

* Corresponding author, Email: s.heydari@areeo.ac.ir

بررسی تأثیر سولفات آلومینیوم و گوگرد عنصری بر توزیع شکل‌های شیمیایی روی در خاک آهکی

سمیرا رَون^۱، ابراهیم سپهر^{۲*}، رقیه حمزه نژاد^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۳ فارغ‌التحصیل دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر سولفات آلومینیوم و گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر تحرک و شکل‌های شیمیایی روی در خاک آهکی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. روی قابل جذب گیاه با روش DTPA و توزیع شکل‌های شیمیایی روی با روش عصاره‌گیری متوالی تسیر تعیین شد. نتایج نشان داد که تیمار سولفات آلومینیوم باعث افزایش ۸۳ درصدی روی قابل جذب گیاه در مقایسه با تیمار شاهد گردید، درحالی‌که تأثیر معنی‌داری در تیمار گوگرد مشاهده نشد. افزودن سولفات آلومینیوم سبب کاهش شکل تبادلی و توزیع روی به شکل کربناتی شد؛ همچنین افزودن گوگرد به خاک مورد مطالعه سبب کاهش غیرمعنی‌دار شکل تبادلی و اکسیدی و افزایش شکل کربناتی و روی متصل به ماده آلی گردید. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزودن سولفات آلومینیوم سبب افزایش زیست‌فراهمی روی در خاک‌های آهکی شد.

کلمات کلیدی: گوگرد، عصاره‌گیری متوالی، روی قابل جذب گیاه.

مقدمه

روی (Zn) یکی از عناصر کم‌مصرف برای گیاهان بوده و کمبود آن در خاک‌های آهکی رایج است، به‌طوری‌که حدود ۵۰٪ از اراضی زیرکشت غلات در جهان با کمبود روی مواجه هستند. از دلایل کمبود روی می‌توان به میزان کربنات کلسیم و pH بالا، ماده آلی پائین و وجود بافت سنی اشاره کرد (Fathietal., 2014). در این بین pH و مقدار بالای کربنات کلسیم، مهمترین عامل فراهمی پائین عناصر غذایی گیاه در این خاک‌هاست به‌طوری‌که با افزایش pH از ۵ به ۸، غلظت روی در محلول خاک به دلیل رسوب آن به صورت $Zn(OH)_2$ و یا $ZnCO_3$ از 10^{-4} به 10^{-7} کاهش می‌یابد (Hafeez et al., 2013). یکی از راهکارهای کاهش pH و در نتیجه افزایش فراهمی عناصر میکرو در خاک، استفاده از ترکیبات گوگردی از جمله اسید سولفوریک، گوگرد عنصری و همچنین ترکیبات سولفات‌های مانند سولفات آهن و سولفات آلومینیم می‌باشد (Tisdale et al., 1985). باتوجه به مشکلات کاربرد اسیدسولفوریک و نیاز به ابزار و تجهیزات به هنگام استفاده و همچنین اکسیداسیون کند گوگرد در شرایط نامساعد خاک‌ها، هم اکنون کشاورزان تمایل دارند از سولفات آلومینیوم به منظور کاهش pH خاک در باغات و زمین‌های کشاورزی استفاده کنند. سولفات آلومینیوم در شرایط خاک‌های قلیایی با OH⁻ رسوب کرده و منجر به کاهش pH خاک می‌شود (Wang et al., 2006). آلومینیوم جزء عناصر ضروری برای گیاه نیست و سمیت آن برای گیاهان در pH‌های پائین‌تر از ۴/۵ (خاک‌های اسیدی) اتفاق می‌افتد که آلومینیوم به صورت یون‌های Al^{3+} حضور دارد، ولی در خاک‌های آهکی به دلیل رسوب آلومینیم به صورت $Al(OH)_3$ سمیتی برای گیاهان ایجاد نمی‌کند (Marschner 1995). Januszek و همکاران (۲۰۱۴) کاهش pH خاک را در نتیجه افزودن کود سولفات آلومینیوم را گزارش نمودند. کود گوگرد نیز با اکسیدشدن توسط باکتری تیوباسیلوس و تولید اسیدسولفوریک می‌تواند شرایط لازم را برای کاهش pH خاک منطقه‌ی ریزوسفر و افزایش جذب عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد محصولات را فراهم نماید (Irshad et al., 2011). Lindemann و Cifuentes (1993) گزارش کردند که گوگرد عنصری در خاک‌های آهکی، اثری بر روی سطوح فسفر، آهن و روی نداشت و دلیل آن را به ظرفیت بافری خاک نسبت دادند. لذا علیرغم مصرف سولفات آلومینیوم در خاک، مطالعات اندکی در این ارتباط و تأثیر آن بر زیست‌فراهمی عناصر در خاک‌های آهکی صورت گرفته است (Januszek et al., 2014)، در این پژوهش، تأثیر سولفات آلومینیوم و گوگرد عنصری بر زیست‌فراهمی و شکل‌های شیمیایی روی در یک خاک آهکی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای آزمایش‌های خاک‌ی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری دانشگاه ارومیه در سال ۹۷ نمونه‌برداری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری جهت بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نظیر بافت به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، pH، سوسپانسیون ۱:۵ خاک به آب، کربن آلی به روش والکلی و بلک (Walky and Black, 1934)، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی

* ایمیل نویسنده مسئول: e.sepehr@urmia.ac.ir

با اسید کلریدریک (Higgison and Reymont, 1992)، روی قابل جذب گیاه با روش DTPA و روی کل در خاک با روش هضم با اسید (Soon and Abboud, 1986) اندازه‌گیری شد.

به منظور مطالعه تأثیر ترکیبات سولفات آلومینیوم و گوگرد عنصری بر توزیع شکل‌های شیمیایی روی در خاک آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. به منظور خنثی‌سازی ۰.۲٪ وزنی از آهک بترتیب مقادیر ۲۲/۲۱ و ۳/۲ گرم از سولفات-آلومینیوم و گوگرد عنصری با ۲ درصد تیوباسیلوس (۰/۰۶۴ گرم) به ۵۰۰ گرم خاک افزوده شد. پس از مخلوط شدن تیمار با خاک، نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی ریخته شده و رطوبت نمونه‌ها با افزودن آب مقطر به صورت اسپری در رطوبت ظرفیت زراعی تنظیم شدند. نمونه‌ها به مدت ۲ هفته در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در طول مدت خواباندن، درصد رطوبت نمونه ثابت نگه داشته شد. بعد از دو هفته، از هر یک از تیمارها مقدار یک گرم برداشت شده و شکل‌های شیمیایی روی با استفاده از روش عصاره‌گیری متوالی تسییر (۱۹۷۹) استخراج شد. خلاصه روش عصاره‌گیری متوالی تسییر در جدول ۱ نشان داده شده است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزارهای SPSS و مقایسه میانگین از طریق آزمون‌های چند دامنه‌ای S-N-K در سطح احتمال ۰/۰۵ و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

جدول ۱. خلاصه روش عصاره‌گیری متوالی برای جزءبندی عناصر سنگین برای یک گرم خاک (Tessier et al., 1979).

زمان (ساعت)	دما (سلسیوس)	عصاره‌گیر	جزء	F _i
۱	۲۵	۱۰ میلی‌لیتر استات آمونیوم ۱ مولار (pH=۸/۵)	محلول + تبادل (EX)	F ₁
۵	۲۵	۱۰ میلی‌لیتر استات سدیم ۱ مولار (pH=۵)	پیوند با کربنات‌ها (CAR)	F ₂
۵-۶	۹۵	۲۰ میلی‌لیتر ۰/۰۴ NH ₂ OH.HCl مولار (در اسید استیک ۰/۲۰٪ با pH=۲)	پیوند با اکسیدهای آهن و منگنز (OX)	F ₃
۲-۳	۸۵	۳ میلی‌لیتر ۰/۰۲ HNO ₃ مولار + ۵ میلی‌لیتر H ₂ O ₂ (۰/۳۰٪ با pH=۲)	پیوند با ماده آلی (OM)	F ₄
۳	۸۵	۳ میلی‌لیتر H ₂ O ₂ (۰/۳۰٪ با pH=۲)		
۰/۵	۲۵	۵ میلی‌لیتر استات آمونیوم ۳/۲ مولار (در اسید نیتریک ۰/۲۰٪)		
۰/۵	۹۵	هضم با اسید کلریدریک به اسید نیتریک (۳/۱)	بخش باقیمانده (RES)	F ₅

نتایج و بحث

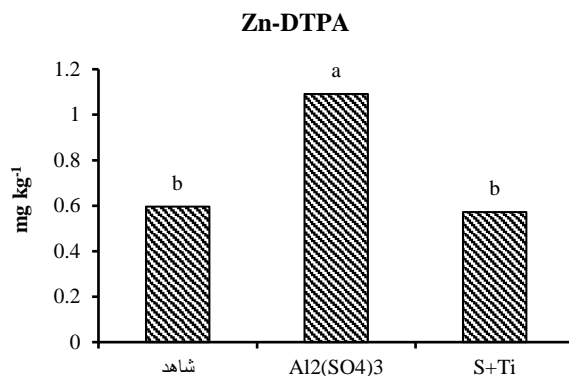
خاک مورد مطالعه دارای بافت لومی شنی و pH قلیایی با مقدار کربنات کلسیم ۱۹/۵ درصد بود (جدول ۲). غلظت روی قابل جذب با DTPA نیز به میزان ۰/۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که کمتر از حد بهینه آن در خاک بود.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه.

pH	روی قابل جذب (mg kg ⁻¹)	روی کل (mg kg ⁻¹)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (٪)	بافت خاک
۷/۶۹	۰/۵۹	۹۳	۰/۵۹	۱۹/۵	لومی‌شنی

تأثیر ترکیبات گوگردی بر شکل قابل جذب گیاه

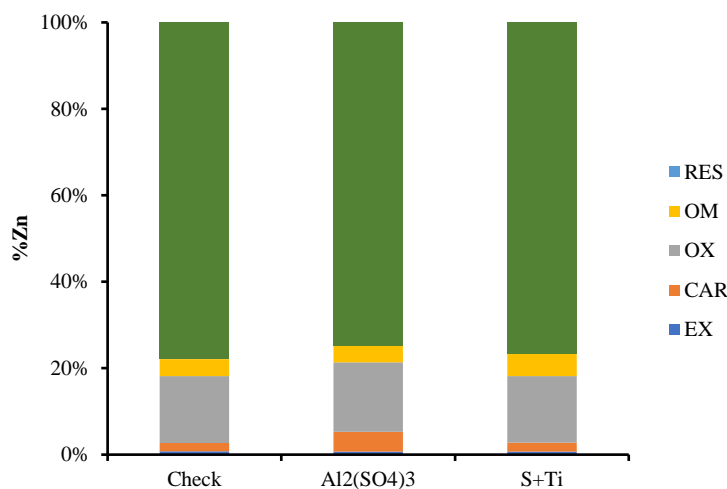
افزودن سولفات آلومینیوم سبب افزایش معنی‌دار (P≤۰/۰۵) روی عصاره‌گیری شده با DTPA در مقایسه با شاهد گردید، درحالی‌که افزایش معنی‌داری در روی قابل جذب گیاه در تیمار گوگرد با تیوباسیلوس مشاهده نشد (شکل ۱). نتیجه مشابهی توسط Modaihs و همکاران (۱۹۸۹) گزارش شد، بطوریکه با اعمال تیمار گوگرد عنصری تأثیر معنی‌داری بر روی Zn-DTPA در خاک‌های آهکی مشاهده نکردند و دلیل آن را ظرفیت بافری خاک عنوان نمودند. جایگزینی Al³⁺ به جای Zn²⁺ قابل تبادل (طبق سری لیوتروپیک) طی هیدرولیز سولفات آلومینیوم در خاک سبب حضور روی در محلول خاک می‌شود؛ همچنین سولفات آلومینیوم با تولید پروتون و ایجاد رقابت با روی بر سر مکان‌های جذبی، باعث کاهش جذب روی و افزایش شکل قابل جذب گیاه می‌شود. Januszek و همکاران (۲۰۱۴) طی استفاده از سولفات آلومینیوم، افزایش تجمع روی در جوانه‌های کاج را گزارش نمودند.



شکل ۱. تأثیر ترکیبات گوگردی بر روی Zn عصاره‌گیری شده با DTPA

تأثیر ترکیبات گوگردی بر شکل‌های شیمیایی روی در خاک

میانگین کل روی در خاک مورد مطالعه ۹۳/۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد که به گزارش Chahal و همکاران (۲۰۰۵) مقدار کل روی در خاک‌ها بین ۱۹-۱۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است. شکل‌های باقیمانده روی با میانگین ۷۲/۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۷۷/۸۹ درصد) بیشترین مقدار را در بین اشکال روی در خاک شاهد داشت، نتایج مشابهی Herencia و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شد. شکل اکسیدی نیز با میانگین ۱۴/۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۱۵/۵۲ درصد)، دومین شکل روی را در خاک شاهد را به خود اختصاص داد. مجموع شکل‌های تبادلی (۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کربناتی (۱/۷۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و آلی (۳/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمتر از ۷ درصد شکل‌های روی در خاک را تشکیل دادند (شکل ۲).



شکل ۲- توزیع نسبی شکل‌های شیمیایی روی حاصل از عصاره‌گیری متوالی با نسبت ۲٪ ترکیبات گوگردی (EX، بخش تبادلی؛ CAR، بخش کربناتی؛ OX، بخش اکسیدی؛ OM، بخش متصل به ماده آلی؛ RES، بخش باقیمانده)

اعمال تیمار سولفات آلومینیوم و گوگرد سبب کاهش شکل تبادلی و افزایش شکل کربناتی گردید، به‌طوری‌که شکل تبادلی از میزان ۰/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۶۶ و ۰/۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب در خاک تیمار شده با سولفات آلومینیوم و گوگرد با تیوباسیلوس کاهش یافت که به ترتیب بیانگر کاهش ۸ و ۴ درصدی بود. غلظت روی به شکل کربناتی در تیمار سولفات آلومینیوم و گوگرد به ترتیب ۴/۳ و ۱/۸۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم دیده شد که اختلاف آن نسبت به شاهد فقط در تیمار سولفات آلومینیوم معنادار بود (شکل ۲). سولفات آلومینیوم و گوگرد با تولید اسید سولفوریک باعث حل شدن کربنات کلسیم موجود در خاک می‌شود، با افزایش مقدار کلسیم محلول عمل تبادل کلسیم با روی بیشتر صورت گرفته (دانشور ۱۳۹۰) و روی تبادلی به صورت نمک‌های محلول کربنات کلسیم می‌کند. دانشور (۱۳۹۰) در پژوهشی با افزودن سولفات آلومینیوم به خاک‌های سدیمی؛ کاهش سدیم در فاز تبادلی و افزایش آن به شکل‌های کربناتی و سولفات را گزارش نمودند.

اعمال تیمارها بترتیب سبب کاهش و افزایش شکل اکسیدی در تیمار گوگرد به همراه تیوباسیلوس و سولفات آلومینیوم شد، ولی این تغییرات معنادار نبود (شکل ۲). همچنین استفاده از ترکیبات گوگردی تغییر معنی‌داری در شکل روی متصل به ماده آلی ایجاد نکرد، به جزء تیمار گوگرد با تیوباسیلوس

که باعث افزایش ۳۲ درصدی در مقایسه با شاهد شد (شکل ۲)، که از دلایل افزایش آن می‌توان به وجود باکتری تیوباسیلوس اشاره کرد. مواد آلی ظرفیت نگهداری عنصر را در خاک از طریق تشکیل کمپلکس‌های سه‌تایی رس، فلز و ماده آلی افزایش می‌دهند (حمزه‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). استفاده از تیمارها تأثیر معنی‌داری بر شکل باقیمانده روی در خاک نداشت، گرچه این شکل در هر دو تیمار کاهش یافت اما اختلاف معناداری با شاهد نشان نداد (شکل ۲).

نتیجه‌گیری

مطالعه شکل‌های شیمیایی روی در خاک مورد بررسی نشان داد که تیمارهای سولفات آلومنیوم باعث افزایش روی قابل جذب گیاه شدند، درحالی‌که گوگرد عنصری با تیوباسیلوس بدلیل مدت انکوباسیون کم اختلاف معناداری را با شاهد نداشت. اعمال تیمار سولفات آلومنیوم سبب کاهش شکل تبادل‌پذیری روی و توزیع آن به شکل کربناتی شد؛ همچنین تیمار گوگردی سبب کاهش شکل تبدلی و افزایش شکل آلی و کربناتی روی گردید. با این وجود استفاده از یافته‌های این مطالعه نیاز به بررسی درازمدت در شرایط مزرعه‌ای دارد.

منابع

حمزه نژاد، ر.، سپهر، ا.، صمدی، ع.، رسولی صدقیانی، م. ح. و خداوردیلو، ح. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر نانوذرات صفرظرفیتی (nZVI) بر تحرک و شکل‌های شیمیایی عناصر کادمیوم و سرب در خاک. نشریه تحقیقات آب و خاک ایران ۴۹(۳):۵۴۹-۵۵۹.

دانشور، س.، ۱۳۹۰. پایان‌نامه اصلاح یک خاک سدیمی با استفاده از پلیمرهای محلول در آب، گچ و سولفات آلومنیوم. دانشگاه زنجان.

- Chahal, D. S., Sharma, B. D., and Singh, P. K., 2005. Distribution of Forms of Zn and Their Association with Soil Properties and Uptake in Different Soil Orders in Semi-arid Soils of Punjab, India. *Soil Science and Plant Analysis*, 36: 2857-2874.
- Cifuentes, F. R., Lindemann, W. C. 1993. Organic matter stimulation of elemental sulfur oxidation in a calcareous soil. *Soil Science Society of America Journal*, 57, 727-731.
- Fathi, H., Aryanpour, H., Fathi, H. and Moradi, H. 2014. Distribution of Zn and copper fractions in acid and alkaline (highly calcareous) soils of Iran. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 3(1), 6-13.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In: A. Klute (ed.), *Methods of Soil Analysis (Part 1)*. 2nd ed. (pp. 383-412). Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Hafeez, B., Khanif, Y. M. and Saleem, M. 2013. Role of Zn in Plant Nutrition- A Review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2), 374-391.
- Herencia, J. F., Ruiz, J. C., Morillo, E., Melero, S., Villaverde, J. and Maqueda, C. 2008. The effect of organic and mineral fertilization on micronutrient availability in soil. *Soil Science*, 173(1), 69-80.
- Irshad, A. H., Ahmad, S. F. and Sultan, P. 2011. Effect of sulphur dioxide on the biochemical parameters of spinach (*Spinaceaoleracia*). *Trakia Journal Science*, 9, 24-27.
- Januszek, K., Stępniewska, H., Błońska, E., Moliccka, J., Kozieł, K., Gdula, A. and Wójs, A. 2014. Impact of aluminiumsulphatefertiliser on selected soil properties and the efficiency and quality of pine seedlings in the forest ground tree nursery. *Forest Research Papers*, 75 (2): 127-138.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Edn. Academic Pres.
- Modaihsh, A. S., AL-Mustafa, W. A. and Metwally, A. I. 1989. Effect of elemental sulphur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. *Plant and Soil*, 116, 95-101.
- Rayment, G. E. and Higginson, F. R. 1992. *Australian laboratory handbook of soil and water chemical methods*. Melbourne, Inkata Press.
- Soon Y.K. Abboud S. 1993. Cadmium, chromium, lead and nickel. *Soil sampling and method of analysis*. Lewis publishers, pp. 103 - 107.
- Tessier, A., Campbell, P. G. C. and Bisson, M. (1979). Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace-metals. *Analytical chemistry*, 51, 844-851.
- Tisdale, S. L., Nelson, W. L. and Beaton, J. D. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. 4th ed. MacMillan, New York, NY. 754 pp.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.
- Wang, Y., Han, X., Zhao, L. P., 2006. Study on Function of Aluminum Sulfate on Soda Alkali-saline Soil Improvement [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 20(4):50-53.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of aluminum sulfate and elemental sulfur on distribution of chemical forms of zinc in a calcareous soil

Ravan¹, S., Sepehr^{1*}, E. and Hamzenejad³, R.

1) MSc Student, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran

2) Associate Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran

3) PhD Graduated, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Abstract

In order to study the effect of aluminum sulfate and sulfur with *Tiobacillus* on the mobility and chemical forms of zinc in calcareous soils, an incubation experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. Plant available of Zn was determined by DTPA method and Zn distribution was determined by Tessier sequential extraction method. The results showed that aluminum sulfate significantly increased Zn-DTPA but sulfur had non-significant ($P \leq 0.05$) effect. The application of aluminum sulfate reduced the exchangeable form of zinc and distributed it in carbonate form. Also exchangeable and oxide forms decreased and bonded to OM and Carbonate forms increased in sulfur treatment. It was concluded that application of aluminum sulfate lead to increase the bioavailability of Zn in soil.

Keywords: Sulfur, Sequential extraction, DTPA-extractable.

* Corresponding author, Email: e.sepehr@urmia.ac.ir

امکان‌سنجی استفاده از ورمی‌کمپوست بقایای درخت کاج و توت به عنوان جایگزین کوکوپیت در کشت‌های بدون خاک

یاسمن زیلاب پور^{*}، حسین شریعتمداری^۲، مهران شیروانی^۳^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان^۲ استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان^۳ دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

سالانه مقادیر زیادی از سرشاخه‌های حاصل از هرس درختان توت و برگ و مخروط کاج تولید می‌شود که دفع صحیح آنها یکی از معضلات مسئولین شهری می‌باشد. در این پژوهش امکان تبدیل این ضایعات به عنوان جایگزین کوکوپیت برای پرورش گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک مورد بررسی قرار گرفت. ورمی‌کمپوست‌های تولید شده به همراه مواد اولیه آنها مورد تجزیه شیمیایی (اندازه‌گیری pH، هدایت الکتریکی، کربن آلی و نیتروژن) و تجزیه فیزیکی (ظرفیت نگهداری آب و وزن مخصوص ظاهری) قرار گرفت و همچنین یک نمونه کوکوپیت به صورت مخلوط حجمی با نسبت ۵۰:۵۰ با پرلیت جهت پرورش گوجه‌فرنگی مورد آزمایش قرار گرفت. گیاهان در گلخانه با شرایط نور طبیعی و دمای ۱۸-۲۵ درجه سلسیوس نگهداری و روزانه ۴-۵ نوبت با محلول غذایی جانسون کامل آبیاری شدند. پس از دو ماه گیاهان رشد یافته برداشت و فاکتورهای عملکرد آنها اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از کمترین اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد و طرح آماری کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد ورمی‌کمپوست حاصل از کمپوست‌های غنی‌شده به خصوص تراشه توت و مخروط کاج نسبت به کوکوپیت از نظر شاخص‌های عملکرد گوجه‌فرنگی برتر بودند و جایگزین مناسبی برای کوکوپیت هستند.

کلمات کلیدی: کمپوست غنی‌شده، محلول جانسون، گوجه‌فرنگی

مقدمه

به کارگیری سیستم‌های کشت گلخانه‌ای به دلیل برخورداری از مزایای مهمی مانند امکان تولید در تمام طول سال و صرفه‌جویی نهاده‌های اولیه نظیر آب و خاک، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (میلی و همکاران، ۱۳۹۰). تلفیق کشت‌های گلخانه‌ای با تکنیک‌های جدید نظیر کشت بدون خاک (هیدروپونیک) امکان کنترل هرچه بهتر تغذیه گیاهان را فراهم آورده و تحول شگرفی را در عرصه تولید محصولات گلخانه‌ای ایجاد کرده است (دلشاد، ۱۳۷۹). تولید ورمی‌کمپوست، یکی از روش‌های شناخته شده‌ای است که طی آن مواد زاید آلی به مواد شبه هوموسی و با ارزش تبدیل می‌شود که به عنوان اصلاح‌کننده‌های خاک و همچنین بستر کاشت گیاهان قابل استفاده می‌باشند. این فرایند سرعت نسبتاً زیاد و توانایی قابل توجهی برای مصرف انواع مواد آلی زاید که جزو آلاینده‌های محیط محسوب می‌شوند را دارد و می‌تواند ضایعات را به یک کود آلی با کیفیت ممتاز تبدیل کند (Nedgwa و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعه کریمی (۱۳۸۲) در مورد گل دیفن‌باخیا با استفاده از ضایعات چای، پوست درخت و پوسته شلتوک به منظور تهیه بستر مناسب جهت جایگزینی پیت مشاهده گردید که عمده‌ترین عامل کاهش رشد در بسترهای ضایعات چای با پوست برنج، زیاد بودن میزان شوری است. هدف از این پژوهش تولید ورمی‌کمپوست از بقایای میوه و برگ کاج و تراشه چوب توت و استفاده از این ورمی‌کمپوست‌ها به عنوان بستر کشت هیدروپونیک گوجه‌فرنگی بود.

مواد و روش‌ها

برگ‌های خشک و مخروط‌های درختان کاج تهران (*Pinus eldorica*) و همچنین سرشاخه‌های هرس درختان توت (*Morus alba*) از جنگل فضای سبز شمال دانشگاه صنعتی اصفهان جمع‌آوری و به وسیله آسیاب چکشی به قطعاتی با قطر کمتر از یک سانتی‌متر خرد شدند. سرشاخه هرس شده درختان توت پس از خرد شدن در این تحقیق تراشه چوب توت نامیده شد. به بقایای خرد شده پنج درصد کود گاوی به عنوان شروع‌کننده اضافه شد و پس از حدود یک ماه خواباندن، بقایا وارد مرحله ورمی‌کمپوست‌سازی شدند. به این منظور بقایا در پارچه توری و داخل سبدهای پلاستیکی به ظرفیت ۱۰ کیلوگرم قرار گرفتند. تیمارها شامل برگ کاج، مخروط کاج و تراشه چوب توت از بقایای خام و همچنین دو سری از این بقایا که قبلاً مرحله کمپوست شدن را گذرانده بودند شامل کمپوست‌های معمولی و کمپوست‌های غنی‌شده (طبق جدول ۱) بودند. به هر کدام از سبدها ۴۵۰ عدد کرم خاکی از نوع ایزنیا فتیدا (*Eisenia feotida*) که از مراکز تولید ورمی‌کمپوست خریداری شد، اضافه شد و سپس نمونه‌ها به گلخانه مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل

شدند و برای حفظ رطوبت و تریک نکه داشتن محیط، روی بسترها به طور کامل با پلاستیک سیاه‌رنگ پوشیده و به مدت شش ماه خوابانیده شدند. در طی این دوره هر دو هفته یک‌بار در صورت لزوم به‌وسیله یک آبپاش دستی آب به نمونه‌ها اضافه شد و هر یک ماه نیز یک مرتبه نمونه‌ها کاملاً زیر و رو شدند. نمونه‌های ورمی‌کمپوست تولید شده به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت و پس از آن نمونه‌ها به کمک دستگاه آسیاب خرد و برای تجزیه آزمایشگاهی استفاده شد. تجزیه‌های فیزیکی شامل ظرفیت نگهداری آب و وزن مخصوص ظاهری (Bergmann و همکاران، ۱۹۹۲) و تجزیه شیمیایی شامل اندازه‌گیری پ-هاش عصاره توسط پ-هاش متر مدل ۲۶۲ (Tilt و همکاران، ۱۹۸۷) و هدایت الکتریکی وسط هدایت سنج مدل ۶۶۴ اندازه‌گیری شد (Rhoades و همکاران، ۱۹۹۶) و کربن آلی به روش سوزاندن تر (Allison و همکاران، ۱۹۶۷)، نیتروژن کل و فسفر کل با روش اولسن اندازه‌گیری شد (Olsen و همکاران، ۱۹۸۲). تعیین ویژگی‌های بقایای اولیه و همچنین ورمی‌کمپوست‌های تولید شده از این بقایا در آزمایشگاه‌های گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. تیمارها شامل: ورمی‌کمپوست برگ کاج (PLV)، ورمی‌کمپوست کمپوست برگ کاج (PLCV)، ورمی‌کمپوست کمپوست غنی‌شده برگ کاج (EPLCV)، برگ کاج (PL)، کمپوست برگ کاج (PLC)، کمپوست غنی‌شده برگ کاج (EPLC)، ورمی-کمپوست مخروط کاج (PCV)، ورمی‌کمپوست کمپوست مخروط کاج (PCCV)، ورمی‌کمپوست کمپوست غنی‌شده مخروط کاج (EPCCV)، مخروط کاج (PC)، کمپوست مخروط کاج (PCC)، کمپوست غنی‌شده مخروط کاج (EPCC)، ورمی‌کمپوست تراشه چوب توت (BV)، ورمی‌کمپوست کمپوست تراشه چوب توت (BCV)، ورمی‌کمپوست کمپوست غنی‌شده تراشه چوب توت (EBCV)، تراشه چوب توت (B)، کمپوست تراشه چوب توت (BC)، کمپوست غنی‌شده تراشه چوب توت (EBC) و کوکوپیت (CO) بود. بسترهای کشت شامل ۵۰ درصد حجمی از مخلوط بقایا و پرلیت بود. گیاهان آزمایشی دو ماه پس از نشا کاری برداشت و شاخص‌های مربوط به عملکرد آن‌ها شامل طول ساقه، طول ریشه، قطر ساقه، تعداد برگ، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، تعداد گل و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه اندازه‌گیری شدند که نمودار مربوط به شاخص تعدا میوه آورده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها در آزمایش پرورش گیاهان در بسترهای آزمایشی بر اساس طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار SAS، و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

جدول ۱- مقادیر نیتروژن، پتاسیم و فسفر برای غنی‌سازی کمپوست‌ها توسط اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم

کمپوست‌ها	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
برگ کاج	۵/۳۶	۸/۷۲	۱۷/۴۳
مخروط کاج	۷/۴۳	۸/۷۶	۱۰/۲۲
تراشه چوب توت	۱۱/۴۵	۱۰/۲۲	۲/۱۲

نتایج و بحث

تراشه چوب توت pH بیشتری نسبت به بقایای خام و بقایای کمپوست شده داشت. در میان بقایای کمپوست شده، کمپوست تراشه چوب توت دارای کربن آلی و مقدار C/N بیشتری نسبت به سایر بقایا بود. به دلیل خشبی و محکم بودن کمپوست تراشه چوب توت و شدت تجزیه کمتر این بقایا نسبت کربن به نیتروژن در آن نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی افزایش یافته است. در بین بقایای کمپوست غنی‌سازی شده با عناصر نیتروژن و فسفر بقایای مربوط به تراشه چوب توت دارای فسفر و نیتروژن بیشتر و بقایای مخروط کاج دارای هدایت الکتریکی بالاتر و بقایای برگ کاج دارای بیشتری نسبت به سایرین بود. بیشترین جرم مخصوص ظاهری در بین بقایای مورد آزمایش مربوط به کمپوست غنی‌شده تراشه چوب توت بود و بیشترین ظرفیت نگهداری رطوبت را تراشه چوب توت داشت. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی بقایا قبل از ورمی‌کمپوست شدن در جدول ۲ نشان داده شده است. تبدیل بقایای اولیه به ورمی‌کمپوست تا حدودی موجب افزایش pH و میل آن به سمت خنثی شد. گرچه تغییرات ناچیز بود اما یکی از دلایل آن می‌تواند معدنی‌شدن کاتیون‌های بازی و هیدرولیز آنها باشد. بیشترین pH در بقایایی که ورمی‌کمپوست شده‌اند مربوط به بقایای برگ کاج می‌باشد. یدا و گارک (۲۰۰۹) در مطالعات خود بر روی تغییرات شیمیایی در ورمی‌کمپوست به دست آمده از ضایعات فاضلاب صنایع غذایی مخلوط با کود گاوی با استفاده از کرم خاکی گونه *Eisenia feotida* اعلام کردند میزان pH بعد از تولید ورمی‌کمپوست نسبت به قبل از آن تغییراتی داشته و به سمت خنثی رفته است. به طور کلی قابلیت هدایت الکتریکی در بقایای ورمی‌کمپوست شده نسبت به بقایای اولیه افزایش یافت. ممکن است علت این افزایش تجزیه بقایای گیاهی در طی فرایند ورمی‌کمپوست‌سازی و همچنین معدنی‌شدن ترکیبات آلی و آزاد شدن املاح موجود در آنها باشد. همچنین فعالیت کرم‌ها می‌تواند موجب افزایش حلالیت عناصر و در نتیجه موجب بالا رفتن غلظت محلول و هدایت الکتریکی شود. هدایت الکتریکی در بقایای ورمی‌کمپوست شده مربوط به کمپوست غنی‌شده تراشه چوب توت می‌باشد و کمترین مربوط کود گاوی و ضایعات محصولات کشاورزی نتایج مشابهی را بدست آوردند.

جدول ۲- میانگین برخی از ویژگی‌های شیمیایی بقایای مورد استفاده برای تولید ورمی کمپوست

بقایای مورد استفاده	N (%)	P (%)	OC (%)	C/N	ρ_b (g/cm ³)	WHC (%)
برگ کاج	1/00 ± 0/05	0/113 ± 0/005	±1/43 0/47	43/15 ± 1/07	0/2 ± 0/01	182/4 ± 2/8
مخروط کاج	1/01 ± 0/05	0/09 ± 0/004	46/7 ± 0/46	46/12 ± 2/58	0/19 ± 0/005	205/4 ± 3/1
تراشه چوب توت	1/08 ± 0/05	0/109 ± 0/00	45/0 ± 0/93	47/52 ± 2/82	0/16 ± 0/005	277/7 ± 3/4
کمپوست برگ کاج	2/05 ± 0/03	0/184 ± 0/01	48/1 ± 0/56	23/44 ± 0/5	0/21 ± 0/01	171/9 ± 1/0
کمپوست مخروط کاج	1/11 ± 0/005	0/209 ± 0/005	48/8 ± 1/00	±71/43 1/11	0/20 ± 0/005	233/0 ± 3/0
کمپوست تراشه چوب توت	0/88 ± 0/01	0/189 ± 0/004	49/9 ± 0/64	51/74 ± 1/32	0/20 ± 0/005	252/0 ± 8/8
کمپوست غنی شده برگ کاج	2/07 ± 0/03	0/262 ± 0/01	47/5 ± 0/56	22/97 ± 0/71	0/21 ± 0/005	191/8 ± 2/1
کمپوست غنی شده مخروط کاج	1/19 ± 0/005	0/230 ± 0/007	46/2 ± 0/89	37/22 ± 1/25	0/21 ± 0/005	168/4 ± 3/8
کمپوست غنی شده تراشه چوب توت	2/24 ± 0/10	0/401 ± 0/007	43/9 ± 1/00	19/64 ± 1/7	0/32 ± 0/01	233/1 ± 1/9

جدول ۳- میانگین برخی از ویژگی‌های شیمیایی اندازه‌گیری شده در ورمی کمپوست‌های مختلف و کوکوپیت

بقایای مورد استفاده	N (%)	P (%)	OC (%)	C/N	ρ_b (g/cm ³)	WHC (%)
برگ کاج	1/18 ± 0/03	0/033 ± 0/002	39/86 ± 2/83	33/56 ± 1/58	0/26 ± 0/01	208/4 ± 11/2
مخروط کاج	1/03 ± 0/005	0/03 ± 0/009	42/99 ± 2/26	41/45 ± 2/83	0/22 ± 0/005	210/7 ± 5/6
تراشه چوب توت	1/08 ± 0/05	0/031 ± 0/008	44/11 ± 0/93	40/66 ± 1/88	0/16 ± 0/005	286/7 ± 14/4
کمپوست برگ کاج	2/1 ± 0/005	0/08 ± 0/001	47/39 ± 2/07	22/49 ± 0/26	0/26 ± 0/005	203/7 ± 12/5
کمپوست مخروط کاج	1/23 ± 0/01	0/07 ± 0/002	44/33 ± 2/98	36/06 ± 1/31	0/2 ± 0/02	241/6 ± 4/4
کمپوست تراشه چوب توت	1/04 ± 0/02	0/04 ± 0/02	1/17 ± 0/02	46/94 ± 0/44	0/2 ± 0/005	281/7 ± 3/2
کمپوست غنی شده برگ کاج	2/16 ± 0/05	2/16 ± 0/05	1/34 ± 0/02	47/24 ± 0/34	0/25 ± 0/01	218/1 ± 4/9
کمپوست غنی شده مخروط کاج	1/24 ± 0/04	1/24 ± 0/04	1/41 ± 0	42/02 ± 1/02	0/2 ± 0/01	228/5 ± 10/1
کمپوست غنی شده تراشه چوب توت	2/4 ± 0/07	2/4 ± 0/07	1/67 ± 0/02	37/55 ± 2/69	0/32 ± 0/01	241/13 ± 11/7
کوکوپیت	0/61 ± 0/005	0/61 ± 0/005	1/71 ± 0	47/24 ± 0/34	0/13 ± 0/01	634/8 ± 10/2

اعداد جدول میانگین تکرارها و \pm متوسط انحراف از میانگین را نشان می‌دهد، ρ_b وزن مخصوص ظاهری و WHC ظرفیت نگهداری رطوبت

به تراشه چوب توت بود. رابندران و همکاران (۲۰۰۸) در طی تحقیق بر روی تولید ورمی کمپوست از ضایعات پوست حیوانی مخلوط با و گزارش نمودند که میزان EC به طور معنی‌داری نسبت به قبل از تولید ورمی کمپوست افزایش یافته است. با تبدیل بقایای اولیه به ورمی کمپوست مقدار نیتروژن کل افزایش یافت. احتمالاً یکی از دلایل افزایش آن معدنی شدن نیتروژن باشد از میان بقایای مورد استفاده در تولید ورمی کمپوست کمپوست غنی شده تراشه چوب توت بیشترین میزان و مخروط کاج کمترین میزان نیتروژن را دارا بود. با توجه به غنی سازی کمپوست‌ها قبل از تبدیل شدن به ورمی کمپوست افزایش مقدار نیتروژن نسبت به سایر بقایا بیشتر بوده است. مقدار نیتروژن در بقایای ورمی کمپوست شده نسبت به کوکوپیت بیشتر بوده و ممکن است تا حدودی بتواند نیاز به نیتروژن در گیاه پرورشی را کاهش دهد. قاسم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) ۳۰۰ عدد کرم خاکی را در ۱۳ بستر مختلف قرار داده و گزارش کردند که این کود در مقایسه با کودهای معمول کشاورزی دارای درصد نیتروژن بیشتری بود. بیشترین مقدار کربن آلی مربوط به بقایای ورمی کمپوست شده حاصل از کمپوست

برگ کاج و کمترین مقدار مربوط به بقایای غنی شده کمپوست تراشه چوب توت بود و بقایای ورمی کمپوست شده نسبت به بقایای اولیه در میزان کربن کاهش داشتند. ماهیو و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند در طی فرایند ورمی کمپوست سازی مقدار کربن آلی کاهش یافت که می تواند بیان کننده معدنی شدن مواد آلی باشد، همچنین تجزیه مواد آلی توسط کرمها موجب کاهش نسبت کربن به نیتروژن در مقایسه با مواد اولیه می شود. بیشترین مقدار نسبت کربن به نیتروژن مربوط به بقایای ورمی کمپوست شده مخروط کاج و کمترین مربوط به بقایای کمپوست غنی شده تراشه چوب توت بود. نسبت کربن به نیتروژن در کوکوپیت نسبت به ورمی کمپوست های تولید شده بیشتر بود. نسبت کربن به نیتروژن در ورمی کمپوست ها نسبت به بقایای اولیه کاهش داشت. آتیه و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که در اثر فعالیت کرم های خاکی نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی کاهش می یابد. بیشترین مقدار فسفر در بقایای کمپوست غنی شده و کمترین مقدار در بقایای مخروط کاج وجود دارد. به طور کلی ورمی کمپوست حاصل از بقایای کمپوست غنی شده نسبت به بقایای عادی به دلیل غنی شدن با کودهای فسفوری مقدار فسفر بیشتری داشتند. بقایای اولیه نسبت به ورمی کمپوست تولید شده دارای فسفر بیشتری بودند. بر خلاف این مطالعه ندگوا و تامپسون (۲۰۰۰) شاهد افزایش غلظت فسفر در ورمی کمپوست نسبت به سوبسترای اولیه بوده اند. علت این تفاوت ها می تواند مدت زمان فرایند، کیفیت مواد مصرفی کرمها و شرایط آزمایش باشد. خصوصیات فیزیکی بقایای ورمی کمپوست شده شامل وزن مخصوص ظاهری و ظرفیت نگهداری رطوبت در جدول ۳ نشان داده شده است. بقایای ورمی کمپوست شده برگ کاج و کمپوست غنی شده برگ کاج نسبت به بقایای اولیه میزان وزن مخصوص ظاهری افزایش یافته ولی سایر تیمارها تفاوتی با بقایای اولیه نداشتند احتمالاً در این بقایا میزان تجزیه و خرد شدن نسبت به بقایای اولیه بیشتر بوده است. وزن مخصوص ظاهری در کوکوپیت نسبت به تیمارهای ورمی کمپوست شده کمتر بود. ممکن است تخلخل بیشتر و قدرت ذخیره رطوبت بیشتر این ماده به دلیل کمتر بودن وزن مخصوص ظاهری آن باشد. تبدیل بقایای اولیه به ورمی کمپوست سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب شد. تیمارهای ورمی کمپوست شده تراشه چوب توت دارای بیشترین مقدار ظرفیت نگهداری آب و کمپوست برگ کاج کمترین مقدار را داشت. کوکوپیت نسبت به تیمارهای مورد آزمایش دارای ظرفیت نگهداری آب بیش از دو برابر بود.

نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده گیاهان رشد یافته در تیمارهای مختلف در جدول ۴ ارائه شده است. در بین صفات اندازه گیری شده فقط صفت تعداد گل، طول ریشه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نشان نداد. اثرات تیمارها بر میانگین صفات رویشی نیز توسط نمودار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در شکل ۱ اثر تیمارها بر میانگین تعداد میوه نشان داده شده است. تجزیه واریانس داده ها نشان داد بین تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۴). در بین تیمارهای مختلف بقایای ورمی کمپوست شده بیشترین تعداد میوه مربوط به تیمار کمپوست غنی شده تراشه چوب توت و کمترین مربوط به کمپوست تراشه چوب توت بود. ممکن است غنی بودن بستر موجب تجزیه بیشتر و آزادی عناصر بیشتر و در نتیجه تولید میوه بیشتر بوده باشد.

نتیجه گیری

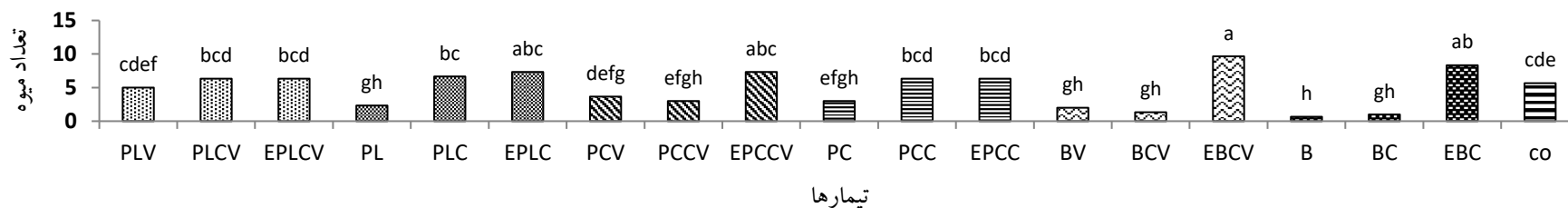
ورمی کمپوست های تولیدی دارای نیتروژن، pH، EC بیشتری نسبت به بقایای اولیه بودند. همچنین با تبدیل بقایا به ورمی کمپوست نسبت C/N، مقدار کربن آلی، کاهش یافت. کوکوپیت نسبت به ورمی کمپوست های تولیدی دارای نیتروژن و هدایت الکتریکی کمتری بود. اما در مقابل نسبت کربن به نیتروژن در آن نسبت به ورمی کمپوست های تولیدی بیشتر بود. نتایج شاخص های عملکرد گیاه در ورمی کمپوست های تولیدی نشان داد ورمی کمپوست ها از نظر آماری نتایجی مشابه با کوکوپیت داشتند. ورمی کمپوست حاصل از کمپوست غنی شده تراشه چوب توت و همچنین کمپوست غنی شده برگ کاج از نظر تعداد برگ و تعداد گل نسبت به کوکوپیت برتری داشتند. احتمالاً غنی سازی بقایا موجب تجزیه بهتر و در نتیجه آزاد سازی بیشتر عناصر غذایی شده و گیاه را از نظر عناصر غذایی حمایت کرده است. بنابراین طبق نتایج ورمی کمپوست حاصل از کمپوست های غنی شده تراشه چوب توت با توجه به غنی سازی با عناصر ضروری نیتروژن و فسفر و پتاسیم و تامین مواد غذایی ضروری گیاه نسبت به کوکوپیت که مقدار مواد مغذی در آن کمتر است می تواند جایگزین مناسبی برای کوکوپیت در کشت های بدون خاک باشد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده گیاهی در بسترهای آزمایشی

میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	تعداد میوه	تعداد گل	طول ساقه	طول ریشه	وزن میوه	قطر ساقه
تیمار	۱۸	۱۱۶*	۲۱/۳*	۱۳/۶ ^{n.s}	۵۹۳*	۱۲۰ ^{n.s}	۱۱۵۶۲۱*	۰/۰۲*
خطا	۳۸	۱۸/۳	۳/۱۴	۷/۵۹	۱۵۰	۶۶/۸	۱۰۲	۰/۰۰۲
میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	تعداد گل + تعداد میوه	وزن خشک ریشه/وزن خشک اندام هوایی	
تیمار	۱۸	۱۵۱۷۹*	۴۹۷*	۱۸۶۲*	۴۹/۲*	۲۳/۹*	۶۳/۱ ^{n.s}	
خطا	۳۸	۱۶۱۵	۵۲/۳	۳۹۶	۱۰/۲	۹/۵۰	۵۳/۹	

N.S عدم وجود اختلاف معنی‌دار و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

مقیاسات در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفته است.



شکل ۱- تأثیر بسترهای مختلف بر میانگین تعداد میوه گوجه‌فرنگی. تیمارها به ترتیب: PLV (ورمی کمپوست برگ کاج)، PLCV (ورمی کمپوست کمپوست غنی‌شده برگ کاج)، PL (برگ کاج)، PLC (کمپوست برگ کاج)، EPLC (کمپوست غنی‌شده برگ کاج)، PCV (ورمی کمپوست کمپوست غنی‌شده مخروط کاج)، PCCV (ورمی کمپوست کمپوست مخروط کاج)، EPCCV (ورمی کمپوست کمپوست غنی‌شده مخروط کاج)، PC (مخروط کاج)، PCC (کمپوست مخروط کاج)، EPCC (کمپوست غنی‌شده مخروط کاج)، BV (ورمی کمپوست تراشه چوب توت)، BCV (ورمی کمپوست کمپوست تراشه چوب توت)، EBCV (ورمی کمپوست کمپوست غنی‌شده تراشه چوب توت)، B (تراشه چوب توت)، BC (کمپوست تراشه چوب توت)، EBC (کمپوست غنی‌شده تراشه چوب توت)، CO (کوکوپیت)



منابع

- دلشاد، م.، ۱۳۸۵. بررسی امکان جایگزین کردن بستر رایج هیدروپونیک با بسترهای آلی و یافتن محلول غذایی مناسب کشت بدون خاک گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۷: ۱۷۶-۱۸۶.
- کریمی، و.، ۱۳۸۲. بررسی کمیوست ضایعات چای، پوست درخت و پوست برنج به منظور تهیه بستر مناسب برای جایگزینی پیت در پرورش گیاه دیفن باخیا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.
- قاسم زاده، ف.، آوان، ا.، حسینیان مهر، م.، و کرمانشاهی، ح.، ۱۳۹۲، پرورش کرم خاکی (*Eisenia feotida*)، اهمیت آن در مکمل غذایی طیور و Vermicompost، مجله پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، ۲۰۰-۱۹۲: (۲): ۲۶.
- مبلی، م.، و پ. عقدک، ۱۳۹۰. تکنولوژی پرورش سبزی‌های گلخانه‌ای (در کشت خاکی و بدون خاک)، انتشارات ارکان دانش.
- Allison, I. E. 1965. Organic carbon. PP. 1367-3-1378. In: C. A. Black, D. Evans, J. L. White, L. E. Ensmiger, F. E. Clark and R. C. Dinauer (Eds.), *Methods of soil Analysis*, Part 2, ASA, Madison, Wisconsin, USA
- Atiyeh, R. M., S. Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J. D. Metzger and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*. 44: 579-590.
- Ravindran, B., S. L. Dinesh, L. John Kennedy and G. Sekaran 2008. Vermicomposting of Solid Waste Generated from Leather Industries Using Epigeic Earthworm *Eisenia feotida*. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 151, PP. 480-488.
- Rhoades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solid. PP. 65-90. In: D. L. Sparks (Ed.), *Methods of soil Analysis*, Part 3, Chemical Methods, SSSA, Madison, WI.
- Rodda, M. R. C., L. P. Canellas and A. R. Facanha. 2006. Improving lettuce seedling root growth and ATP hydrolysis with humates from vermicompost concentration. *J. Food Sci.* 30 (4): 649-656
- Nedgwa, P. M and S. A. Thompson. 2001. Intergration composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresour. Technol.* 76:107-112.
- Mahieu, N., D. C. Olk and E. W. Randall. 2002. Multinuclear magnetic resonance analysis of two humic acid fraction from low land rice soils. *J. Enviorn. Qual.* 31: 421-430.
- Nedgwa, P. M., S. A. Thompson and K. C. Das. 2000. Effect of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bioresour. Technol.* 71: 5-12.
- Tilt, K. M., T. E. Bilderback and W. C. Fonteno. 1987. Particle size and container size effects on growth of three ornamental species. *J. Am. Sci.* 112: 981-984.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation use remains of Pin and Mulberries Pruning Vermicompost as Alternative for Coco peat in Soiless Culture System

Zeilabpour, Y^{*1}, Shariatmadari, H,² Shirvani, M.³

PHD. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Gorgan Agriculture and Natural Resources

Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology

³ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Isfahan University of Technology

Abstract

Annually, large quantities of berry leaves and leaves and pine cones are produced that their correct times are one of the responsible citizens. Therefore, in this study, the possibility of conversion of these lesions as alternative cocopeat for tomato cultivation in a non-soil culture system was investigated. Vermicompost produced with their raw materials Chemical analysis (pH measurements, electrical conductivity, organic carbon and nitrogen) and physical decomposition (water holding capacity and bulk density), as well as a Coco peat sample, were mixed in a 50:50 volumetric mixture with perlite for breeding freezer cows. The plants are kept in a greenhouse under natural light conditions and kept at 18-25 ° C and kept irrigated daily with 4-7 times complete Johnson's food solution. After two months, the plants were harvested and their performance factors were measured. Statistical analysis of data was done by SAS software and comparison of meanings using the least significant difference at 5% level and completely randomized design. The results showed that vermicompost derived from enriched compost, especially the berry wood chips and pine cones, had superiority to coco peat in terms of tomato yield indexes and could be a suitable substitute for coco peat in non-soil crops.

Keywords: Enriched compost, Johnson solution, Tomato

* Corresponding author, Email: y.zeilabpour@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی تغییرات کیفی گندم در رابطه با کاربرد کودهای نیتروژنه و گوگرد

فریدون نورقلی‌پور^{۱*}، ساناز توحیدلو^۲

^۱ عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۲ کارشناس ارشد موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

جنبه کیفی تولید گندم نیز همانند جنبه کمی حائز اهمیت است تا بتوان آردی تولید نمود که دارای ارزش غذایی و نانواپی خوبی باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییر خصوصیات کمی و کیفی گندم در رابطه با مصرف مقادیر مختلف نیتروژن و گوگرد، انجام شد. پروژه به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در قالب فاکتوریل، در سه تکرار در شرایط مزرعه‌ای اجرا گردید. تحقیق شامل سه فاکتور (مقدار نیتروژن در دو سطح: الف) ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، ب) ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، فاکتور دوم، مقدار گوگرد در دو سطح: الف) بدون مصرف گوگرد، ب) ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور سوم منابع گوگرد در سه سطح شامل گوگردپودری، سولفات آمونیم و گچ بود. بر اساس نتایج، افزایش مصرف نیتروژن، باعث افزایش عملکرد دانه نشد. مصرف گوگرد به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای بهبود عملکرد دانه و خصوصیات کیفی گندم رقم بهار (درصد پروتئین، شاخص سدیم‌تاسیون یا زلنی، شاخص سختی، و مقدار رطوبت خمیر) در خاک‌هایی مشابه این آزمایش قابل توصیه است.

کلمات کلیدی: عملکرد دانه، شاخص زلنی، سختی دانه، پروتئین، جذب رطوبت

مقدمه

مصرف عمده گندم بعنوان مهم‌ترین محصول زراعی، به صورت نان بوده که کیفیت مطلوب آن از نظر طعم و مزه، ارزش غذایی، طول مدت نگهداری و کاهش ضایعات، اهمیت بسزایی دارد. نان یکی از غذاهای مهم به ویژه در ایران و سایر کشورهای جهان سوم است، بطوریکه حدود ۴۰ درصد انرژی مصرفی مردم از طریق آن تامین می‌گردد (صادقی و دهقانی ۱۳۹۳). کیفیت نانوائی علاوه بر ساختار ژنتیکی دانه، تحت تأثیر مجموعه‌ای از اثرات خاک، آب، هوا، ذخیره بذر و ترکیبات دانه می‌باشد. خاک به عنوان یکی از ارکان تولید، نقش بسیار مهمی در کمیت و کیفیت گیاهان زراعی از جمله گندم دارد. رشد، نمو و عملکرد گندم ممکن است تحت تأثیر کمبود یا فزونی عرضه هر یک از عناصر غذایی و یا مواد سمی قرار گیرد (مشیری و همکاران ۱۳۹۳). نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در گیاهان زراعی به شمار می‌آید و کمبود آن در اکثر خاک‌های آهکی دیده می‌شود. نیتروژن به عنوان یک ترکیب ضروری دیواره سلول‌ها، پروتئین‌های سیتوپلاسمی، اسیدهای هسته‌ای، کلروفیل و بخش بزرگی از سایر اجزای سلول، نقش اصلی را در بیوشیمی گیاه به عهده دارد. بهترین زمان مصرف نیتروژن نزدیک به زمان حداکثری نیاز، مطابق با فنولوژی رشد گندم، می‌باشد (مشیری و همکاران ۱۳۹۳).

تاکنون تحقیقات متعددی در زمینه مقدار، نحوه کاربرد و زمان مصرف کودهای نیتروژنه در گندم انجام شده است. در بررسی‌های انجام گرفته در زمینه نیتروژن و گندم ملاحظه می‌گردد که به خصوصیات کمی (عملکرد) توجه بیشتری شده و از خصوصیات کیفی نیز تنها به درصد پروتئین، آن هم در تعدادی از پروژه‌ها توجه شده است. از دیگر عناصری که در تغذیه گیاهان نقش بسزایی دارد، گوگرد می‌باشد. مطابق نظر Schulte و Kelling (۲۰۰۴) گوگرد به عنوان جزئی که تشکیل دهنده آنزیم نیترات ردوکتاز است در تبدیل نیترات به نیتروژن آلی، نقش دارد. بنابراین کمبود آن با متابولیسم نیتروژن در ارتباط بوده و این توضیحی است بر اینکه چرا کمبود گوگرد به کمبود نیتروژن، شبیه است. در زمینه تأثیر کاربرد گوگرد در گندم برعکس نیتروژن، تحقیقات انجام شده در کشور محدود می‌باشد. در تحقیقات انجام شده، به گزارش نتیجه عملکرد بسنده شده و به فاکتورهای مقدار گوگرد خاک، آب، دانه و یا کاه، کمتر اشاره شده است (داوودی و همکاران ۱۳۹۷).

* ایمیل نویسنده مسئول: nourfg@yahoo.com



بررسی منابع داخل کشور نشان می‌دهد که تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد توام گوگرد و نیتروژن در گیاه گندم نیز محدود بوده و در مطالعات انجام شده نیز به خصوصیات کیفی گندم اشاره ای نشده است. در صورتی که مطابق مطالعات انجام گرفته، بسیاری از خصوصیات کیفی گندم و آرد تحت تاثیر میزان نیتروژن و گوگرد استفاده شده و یا موجود در خاک، قرار می‌گیرد (Hogel و همکاران ۲۰۰۵، Flaete و همکاران ۲۰۰۵، Thomason و همکاران ۲۰۰۷ و Järvan و همکاران ۲۰۱۷). بنا به نظر Zaidel و همکاران (۲۰۱۰)، آرد با کیفیت نسبت به آرد بی کیفیت، گلوتن و کیفیت خمیر بهتری از بابت حجم نان و ارتفاع و افزایش حجم تولید می‌نماید. در آرد با کیفیت، تراکم ذرات بیشتر است و نفوذ آب در آنها آهسته‌تر بوده و به علت تراکم بیشتر ذرات، آب بیشتری نیز برای تهیه خمیر مورد نیاز است. از جمله خصوصیات کیفی گندم می‌توان به درصد پروتئین، شاخص رسوب زلنی، حجم نان، سختی دانه و میزان جذب آب آرد، اشاره نمود. میزان پروتئین گندم تاثیر مستقیمی بر کیفیت نان دارد. بیشتر بودن میزان پروتئین آرد، باعث افزایش قابلیت کشش خمیر حاصله می‌شود و افزایش پروتئین می‌تواند ضایعات نان را به حداقل برساند. عواملی که بر میزان پروتئین اثر می‌گذارند عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشند (جاسمی و همکاران ۱۳۹۶). ارقامی که سختی دانه بالایی دارند می‌توانند کیفیت بهتری نیز داشته باشند. اختلاف شاخص زلنی به تفاوت کیفیت گلوتن وابسته است. این شاخص در محدوده ۲۰ دارای کیفیت ضعیف و در محدوده ۳۰ دارای کیفیت خوب است. سختی دانه توسط ژن‌های بزرگ اثر که روی کروموزوم ۵D، در مکان ژنی Ha قرار دارند، کنترل می‌شود. آرد هایی که دارای جذب آب بالایی هستند گاز بیشتری در خمیر نگهداری می‌کنند که این عامل به افزایش حجم قرص نان کمک می‌کند (جاسمی و همکاران ۱۳۹۶).

با بررسی سوابق تحقیق داخل و خارج از کشور ملاحظه می‌گردد که در مطالعات داخل کشور بیشتر به اثرات کمی مصرف منابع و زمان‌های مختلف کاربرد کودهای نیتروژن و گوگرد در گندم توجه شده و در مورد اثرات تلفیقی کاربرد نیتروژن و گوگرد بر جنبه‌های کیفی گندم، مطالعات بسیار محدود می‌باشد. شاید این امر به این دلیل بوده که در گذشته جنبه کمی تولید گندم بیشتر از جنبه کیفی آن مورد توجه بوده ولی در حال حاضر جنبه کیفی تولید آن نیز همانند جنبه کمی، حائز اهمیت است تا بتوان آردی تولید نمود که دارای ارزش غذایی و نانوائی خوبی باشد. با توجه به این که در این زمینه اطلاعات اندکی موجود می‌باشد و نیز به دلیل اهمیت موضوع، این پروژه به منظور بررسی خواص کیفی و نانوائی آرد گندم در رابطه با مصرف مقادیر مختلف نیتروژن و گوگرد، انجام شد. سطح بالای نیتروژن در آزمایش از آن لحاظ انتخاب شد که برخی از زارعین، علی‌رغم تاکیدات انجام شده، مقادیر بیش از مقدار توصیه شده را نیز مصرف می‌نمایند.

مواد و روش‌ها

طرح در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات خاک و آب کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه)، اجرا شد. در اواخر فصل تابستان یک نمونه مرکب خاک تهیه و مقدار عناصر در آن اندازه‌گیری شد. مقدار گوگرد خاک به روش مونوکلاسیم فسفات اندازه‌گیری شد (Eik و Shulte ۱۹۸۸). تحقیق شامل سه فاکتور (مقدار نیتروژن در دو سطح: الف) ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، ب) ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، فاکتور دوم، مقدار گوگرد در دو سطح: الف) بدون مصرف گوگرد، ب) ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور سوم منابع گوگرد در سه تیمار شامل گوگرد پودری، سولفات آمونیم و گچ) بود. پروژه به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در قالب فاکتوریل در سه تکرار انجام گرفت. در تیمار گوگرد پودری، مایه تلقیح باکتری تیوباسیلوس به صورت چهار درصد وزنی گوگرد، استفاده شد. نیتروژن از منبع اوره و در سه تقسیم مساوی (همزمان با آب دوم، پنجه‌زنی و قبل گلدهی) و با توجه به تیمار مصرف شد. بذر گندم رقم بهار به وسیله دست، کشت شد. سطح کرت در ابعاد ۲/۵ × ۵ متر برابر ۱۲/۵ متر مربع بود. به منظور جلوگیری از اختلاط تیمارها در کرت‌ها، آبیاری هر تکرار به صورت مجزا، انجام گرفت. پس از پایان دوره رشد، مقدار عملکرد دانه و نسبت دانه به کاه اندازه‌گیری شد. سختی دانه (Hardness Index) و درصد پروتئین دانه با استفاده از دستگاه اینفراماتیک ۱۸۱۰۰ اندازه‌گیری شد. درصد جذب آب، حجم نان و درصد رطوبت دانه با استفاده از دستگاه اینفراماتیک تعیین شد. اندیس سدیماتاسیون یا زلنی با استفاده از روش استاندارد ICC اندازه‌گیری شد (ICC 116/1، ۱۹۷۲). نتایج بر اساس موازین آماری پروژه به وسیله نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد. مقدار همبستگی بین شاخص‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل تعیین شد.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های خاک و آب آبیاری استفاده شده در آزمایش در جدول (۲ و ۱) ارائه شده است. خاک مورد آزمایش، غیر شور، دارای بافت متوسط و کمبود فسفر و آهن بود. آب استفاده شده برای آبیاری نیز شور نبود.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قطعه آزمایش قبل از اعمال تیمارها (قطعه ۵)

عمق (سانتی‌متر)	پ.هاش	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	رطوبت اشباع (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	کربن آلی (درصد)	گوگرد	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بافت خاک
۰-۳۰	۷/۶	۱/۸۸	۳۳	۸/۷	۰/۵۲	۲۶/۵	۴/۸	۲۵۲	۳/۹۶	۲	۲۰	۱/۲۸	لوم

(میلی‌گرم بر کیلوگرم)

جدول ۲- نتایج تجزیه آب آبیاری مورد استفاده

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کل مواد جامد محلول (میلی‌گرم در لیتر)	کربنات بی‌کربنات	کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم	سدیم
۰/۳۷	۰/۵۶	۰/۰	۱/۱	۰/۶	۱/۹	۲	۱/۲
۸/۱۱	۰/۵۶	۰/۰	۱/۱	۰/۶	۱/۹	۲	۱/۲

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مقدار نیتروژن، مقدار و منبع گوگرد بر شاخص‌های کمی و کیفی گندم

منبع	درجه آزادی	عملکرد دانه	نسبت دانه به کاه	درصد پروتئین	حجم رسوب زلنی	حجم نان	شاخص سختی دانه	جذب رطوبت خمیر
میانگین مربعات								
مقدار نیتروژن	۱	۲۰۷۰۲۵۰۰*	۰/۰۰۴	۰/۳۶*	۱/۸	۱۱۱۳۰**	۱۳/۴**	۳۲/۷**
مقدار گوگرد	۱	۱۵۹۱۸۰۲۷۸**	۰/۰۳*	۱۹/۱*	۴۹۹**	۱۳۲	۳۷۳/۸**	۲۷/۲**
منبع گوگرد	۲	۵۹۹۶۹۴۴	۰/۰۰۵	۰/۰۴	۱/۶۹	۱۰۸	۷/۷*	۵/۹
تکرار	۲	۱۱۵۵۲۷۸	۰/۰۰۰۶	۰/۰۳۷	۵/۷۸	۲۴۸۷	۳/۱۱	۰/۴۵
نیتروژن × مقدار گوگرد	۱	۱۲۶۰۲۵۰۰	۰/۰۱۳	۰/۸۱**	۱۸/۸*	۲۵۵۰	۰/۴۴	۰/۰۳
نیتروژن × منبع گوگرد	۲	۲۸۵۸۳۳	۰/۰۰۳	۰/۱۰۳	۲/۵۳	۱۲۷	۱/۱۹	۵/۹۶

مقدار × منبع گوگرد	۲	۵۹۹۶۹۴۴	۰/۰۰۸	۰/۰۴	۱/۶۹	۱۰۸	۳۷/۶۹	۵/۸۹
نیترژن × مقدار × منبع گوگرد	۲	۲۸۵۸۳۳	۰/۰۰۵	۰/۱	۲/۵۳	۱۲۷	۱/۱۹	۵/۹۶
خطای آزمایشی	۲۲	۵۹۷۲۵۴	۰/۰۰۶۹	۰/۰۶۷	۳/۲۳	۹۵۲	۱/۶۳	۳/۲۳

(××: معنی دار در سطح یک درصد، × معنی دار در سطح پنج درصد، اعداد بدون ستاره: غیر معنی دار)

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، در قسمت عملکرد دانه اثر اصلی مقدار نیترژن و گوگرد بر آن معنی دار بود و اثرات اصلی و متقابل دیگر معنی دار نگردید. افزایش مصرف نیترژن در میانگین، باعث کاهش عملکرد دانه گردید که یکی از دلایل آن می‌تواند ورس ایجاد شده با کاربرد زیاد نیترژن و امکان استفاده کمتر گیاه از نیترژن بکاربرده شده در این شرایط باشد. در میانگین، کاربرد گوگرد باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه در شرایط آزمایش گردید. نسبت دانه به کاه در زمان مصرف مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیترژن، بیشتر از مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیترژن بود. این نسبت در زمان مصرف گوگرد از ۰/۳۹۶ در تیمار بدون گوگرد به ۰/۴۵۵ افزایش یافت و این اثر در زمان مصرف مقدار بیشتر نیترژن بارزتر بود. اثرات متقابل سه گانه بر هیچ یک از شاخص‌ها معنی دار نبود. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) و میانگین اثرات متقابل مقدار نیترژن و گوگرد (جدول ۴) در هر سطح نیترژن، مصرف گوگرد باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد و این اثر در زمان مصرف مقدار بیشتر نیترژن بارزتر بود و از ۱۰/۲۳ درصد به ۱۱/۹۹ درصد افزایش یافت. با توجه به نتایج، بیشترین درصد زنی از مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیترژن و ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد حاصل شد و در هر سطح نیترژن با مصرف گوگرد، درصد زنی افزایش یافت. از نظر درصد زنی، تفاوت بین منابع کودی گوگرد در سطح ۵ درصد معنی دار نگردید. ولی اثر متقابل منابع کودی گوگرد و مقدار آن بر شاخص سختی دانه در سطح ۵ درصد، معنی دار بود. در هر سطح نیترژن مصرف گوگرد باعث افزایش شاخص سختی دانه گردید و اثر گوگرد پودری بیشتر بود. این اثر در سطح بالاتر نیترژن بارزتر بود. مصرف گوگرد در سطح ۱۸۰ کیلوگرم نیترژن باعث افزایش حجم نان شد ولی در سطح بالای نیترژن، مصرف گوگرد باعث کاهش حجم نان شد. در زمان مصرف گوگرد مقدار رطوبت دانه نیز از ۱۰/۵۷ درصد به ۹/۸۳ کاهش یافت (نتایج ارائه نشد). مقدار کمتر رطوبت به انبار مانی محصول نیز کمک می‌نماید. در هر سطح نیترژن، مصرف گوگرد باعث افزایش شاخص مقدار جذب رطوبت خمیر گردید و این اثر در سطح بالاتر نیترژن بارزتر بود. این نتایج با نتایج محققین دیگر نیز هماهنگ است (Hogel ۲۰۰۵، Flaete و همکاران ۲۰۰۵، Thomason و همکاران ۲۰۰۷، Järvan و همکاران ۲۰۱۷). بیشترین همبستگی میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده بین درصد پروتئین و شاخص زنی وجود داشت (r= ۰/۸۷۹) که در سطح یک درصد این همبستگی معنی دار بود و با افزایش درصد پروتئین، شاخص زنی نیز افزایش یافت.

جدول ۴- اثر متقابل مقدار نیترژن × مقدار گوگرد بر درصد پروتئین

مقدار نیترژن	مقدار گوگرد	پروتئین	زنی
(کیلوگرم در هکتار)		(درصد)	(میلی لیتر)
۱۸۰	۰	۱۰/۷۳ b	۲۶/۳۳ c
۱۸۰	۱۰۰	۱۱/۸۹ ab	۳۲/۳۳ b
۲۲۰	۰	۱۰/۲۳ b	۲۵/۳۳ c
۲۲۰	۱۰۰	۱۱/۹۹ a	۳۴/۲۲ a

*حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

جدول ۵ - اثر متقابل سه فاکتور بر عملکرد دانه، نسبت دانه به کاه و خصوصیات کیفی دانه

مقدار نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	مقدار گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	منبع گوگرد	پروتئین (درصد)	زلنی (میلی لیتر)	حجم نان (میلی متر مکعب)	رطوبت دانه درصد	شاخص سختی -	جذب رطوبت آرد (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت عملکرد دانه به کاه
۱۸۰	۰	۰	۱۰/۷	۲۶/۳	۴۵۵	۱۰/۶	۴۷	۶۱/۵	۳۷۸۳	۰/۴۲۶
۱۸۰	۱۰۰	سولفات آمونیم	۱۱/۶	۳۰/۷	۴۷۷	۱۰/۱	۵۱/۳	۶۳/۵	۵۲۱۷	۰/۴۲
۱۸۰	۱۰۰	گچ	۱۲	۳۲/۳	۴۷۲	۹/۷	۵۲/۷	۶۰/۵	۵۲۶۷	۰/۴۵
۱۸۰	۱۰۰	پودری	۱۲/۱	۳۴	۴۷۷	۹/۶	۵۵/۶	۶۶/۱	۶۲۰۰	۰/۴۷
۲۲۰	۰	۰	۱۰/۲	۲۵/۳	۵۰۷	۱۰/۵	۴۸	۶۳/۵	۳۲۰۰	۰/۳۶
۲۲۰	۱۰۰	سولفات آمونیم	۱۲/۱	۳۴/۳	۵۰۴	۹/۷	۵۳/۷	۶۴/۹	۴۱۱۷	۰/۴
۲۲۰	۱۰۰	گچ	۱۲/۱	۳۴/۳	۴۹۷	۱۰/۴	۵۴/۷	۶۵/۳	۴۹۶۷	۰/۵۵
۲۲۰	۱۰۰	پودری	۱۱/۸	۳۴	۴۸۰	۹/۵	۵۵/۷	۶۵/۳	۵۱۶۷	۰/۴۴

*براساس جدول تجزیه واریانس، اثرات متقابل سه گانه، معنی دار نبود.

نتیجه گیری

افزایش میزان مصرف نیتروژن (بیشتر از مقدار توصیه شده) نه تنها عملکرد دانه گندم را افزایش نداد بلکه باعث کاهش آن شد. در سطح توصیه شده نیتروژن (۱۸۰ کیلوگرم در هکتار)، مصرف گوگرد به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در خاک‌هایی با مشخصات مشابه خاک آزمایش شده باعث افزایش عملکرد دانه خواهد شد. همچنین کاربرد این ماده باعث افزایش شاخص‌های کیفی گندم از جمله درصد پروتئین، حجم رسوب زلنی، شاخص سختی و مقدار رطوبت خمیر نسبت به شرایط عدم کاربرد آن شد. همانگونه که بیان شد خصوصیات کیفی گندم علاوه بر ژنتیک به شرایط محیطی رشد از جمله عناصر قابل دسترس دارد. مطابق نتایج مصرف گوگرد به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای بهبود عملکرد دانه و خصوصیات کیفی گندم رقم بهار در خاک‌هایی مشابه این آزمایش قابل توصیه است. اجرای آزمایش در خاک‌هایی با خصوصیات و مقادیر مختلف گوگرد و درصد آهک و در مورد رقم‌های دیگر گندم در نقاط مختلف کشور، ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- جاسمی، س. ش.، نقی پور، ف.، سنجانی، س.، اسفندیاری پور، ا.، خرسندی، ه. و نجفیان، گ. ۱۳۹۶. ارزیابی خصوصیات کیفی دانه چهار رقم گندم نان در استان‌های تولید کننده گندم کشور. مجله علوم زراعی ایران، (۲) ۱۹، ۱۰۲-۱۱۵.
- داوودی، ح.، قادری، ج. و خاوازی، ک. ۱۳۹۷. تاثیر گوگرد بر برخی از خصوصیات شیمیایی خاک و غلظت عناصر غذایی در دانه گندم. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، (۵) ۲۵، ۲۸۰-۲۶۵.
- صادقی، ف. و دهقانی، ح. ۱۳۹۳. تجزیه عاملی و علیت صفات وابسته به کیفیت نانوائی گندم نان. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۸ (۱۹)، ۸-۱.
- مشیری، ف.، شهابی، ع. ا.، کشاورز، پ. و خوگر، ز. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.



- Erekul, O., Götz, K. P. and Koca, Y. O. 2012. Effect of sulphur and nitrogen fertilization on bread-making quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties under Mediterranean climate conditions. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 85(1), 17.
- Flaete, N. E. S., Hollung, K., Ruud, L., Sogn, T., Faergestad, E. M., Skarpeid, H. J., Magnus E. M. and Uhlen, A. K. 2005. Combined nitrogen and sulphur fertilization and its effect on wheat quality and protein composition measured by SE-FPLC and proteomics. *Journal of Cereal Science*, 41: 357-369.
- Hagel, I. 2005. Sulfur and baking-quality of bread making wheat. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft*, 283: 23-36.
- ICC 116/1 .1972. Determination of the sedimentation value (according to Zeleny) as an approximate measure of baking quality. Ed. 1995. International Association for Cereal Science and Technology, Vienna.
- Järvan, M., Lukme, L., Adamson, A. and Akk, A. 2017. Responses of wheat yield, quality and bread-making properties on the sulphur fertilization. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 67(5), 444-452.
- Schulte, E. E. and Eik, K. 1988. Recommended sulfates –S test. PP: 17-20. In: W. C. Dahnke (ed.) Recommended chemical soil test procedures for the north central region. *North Dakota Agric. Stn. Bull.* 499.
- Schulte; E. E. and Kelling. K. A. 2004. Understanding plant nutrients, Soil and applied sulfur./ URL: <http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/a2525.pdf>.
- Thomason, W. E., Phillips, S. B., Pridgen, T. H., Kenner, J. C., Griffey, C. A., Beahm, B. R. and Seabourn, B.W. 2007. Managing nitrogen and sulfur fertilization for improved bread wheat quality in humid environments. *Cereal chemistry*, 84(5),450-462.
- Zaidel, D. A., Chin, N. L. and Yusof, Y. A. 2010. A review on rheological properties and measurements of dough and gluten. *Journal of Applied Sciences*, 10(20), 2478-2490.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Variation in Wheat Quality in Relation to Nitrogen and Sulphur Nutrition

Nourgholipour^{*1}, F., Tohidlou², S.

¹ Scientific staff in soil and water research institute, agricultural research education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran

² Master of science in soil and water research institute, agricultural research education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Wheat quality is important as its quantity yield to produce flour with nutritional value and good bakery properties. This study was carried out to investigate changes in wheat quantity and quality properties in relation to using of different amounts of nitrogen and sulfur fertilizers. The project was carried out in randomized completely block design with three replications in factorial and in farm condition. Study had three factors, first one, and amount of Nitrogen in two levels a) 180 kg N ha⁻¹. The second factor was amounts of sulfur a) without S, b) 200 kg S ha⁻¹. The three factor was sulfur sources in three levels: a) Ammonium sulfate; b) gypsum c) powdered sulfur. Based on results, increase in amounts of nitrogen rate, will not increase the grain yield. For yield and quality (% protein, sedimentation index or zeleny value, hardness index, water absorption of dough) improvement of wheat variety Bahar, application of 200 kg S ha⁻¹ in association with 180 kg N ha⁻¹ is recommended in soils similar to this experiment.

Keywords: grain yield, zeleny index, hardness index, protein, water absorption

* Corresponding author, Email: nourfg@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر منابع مختلف مواد آلی، باکتری محرک رشد و تنش شوری بر زیست فراهمی برخی عناصر غذایی در خاک تحت کشت اسفناج

زهرا بوالحسنی^{۱*}، عبدالمجید رونقی^۲، رضا قاسمی فسائی^۳، مهدی زارعی^۴^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز^۲ استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز^۳ دانشیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

به منظور بررسی اثر باکتری محرک رشد و منابع مواد آلی بر زیست فراهمی برخی عناصر در خاک تحت تنش شوری پس از برداشت اسفناج، دو آزمایش جداگانه (با و بدون باکتری) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. تیمارها شامل مواد آلی (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج) و سطوح شوری (صفر، ۲ و ۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با حضور یا عدم حضور ریزو باکتری (سودوموناس فلورسنس) با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد در هر دو تیمار با و بدون باکتری، با افزایش سطوح شوری، غلظت پتاسیم در عصاره اشباع و غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت، بطور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. افزودن مواد آلی و باکتری محرک رشد، زیست فراهمی نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم را در خاک پس از برداشت در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد.

کلمات کلیدی: بیوجار، سودوموناس فلورسنس و ریزوباکتر

مقدمه

قسمت قابل توجهی از خاک‌های ایران با مشکل شوری با درجات متفاوتی مواجه است و دامنه این مشکل در حال گسترش می‌باشد، بطوری که سطح وسیعی از دشت لوت، جنوب گرمسار، جنوب سمنان، غرب کرج، زمین‌های بین قم و کاشان، قسمت‌هایی از مناطق اطراف دریاچه ارومیه، مهارلو در فارس، جنوب قزوین، زمین‌های بین قم و تهران مبتلا به شوری است (کردوانی ۱۳۶۸). شوری سبب ایجاد سمیت یون‌های ویژه (Romero & Maranon, 1996) در گیاه، رقابت آن‌ها با جذب سایر عناصر غذایی و عدم تعادل یون‌ها در گیاه می‌شود (Zhu, 2002). شوری آب آبیاری یا خاک سبب تغییر ترکیب فاز محلول و تبادل و حتی فاز جامد خاک شده و از این طریق نیز بر جذب عناصر غذایی به‌وسیله ریشه و رشد گیاه اثر می‌گذارد. شدت اثر به سطح شوری، نوع نمک، نوع گیاه، وجود سایر تنش‌ها و برخی عوامل دیگر بستگی دارد (Grattan & Grieve, 1998). کشت گیاهان در خاک شور یا آبیاری آن‌ها با آب شور می‌تواند جذب عناصر غذایی و غلظت عناصر در گیاهان را از طریق سمیت یون‌هایی نظیر Cl^- ، Na^+ و SO_4^{2-} و کاهش پتانسیل آب خاک، تحت تاثیر قرار دهد. مواد آلی از شاخص‌های مهم و تاثیرگذار در حاصلخیزی خاک می‌باشد. با وجود مطالعات فراوان درباره مواد آلی و نقش آن در باروری خاک و کشاورزی پایدار، امروزه مزارع خشک و نیمه خشک ما با مشکل کمبود مواد آلی مواجه هستند و آنچه ضروری بنظر می‌رسد ارائه راهکارهای کاربردی برای افزایش بهره‌وری از این مزارع بوده و یکی از ضروریات آن افزایش مواد آلی خاک است (اسدی و همکاران، ۱۳۸۸). بیوجار، زغال تهیه شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرآیند آتشفکافت تولید می‌شود (Lehmann & Joseph, 2009). بیوجار را می‌توان از بقایای محصولات کشاورزی مانند کاه گندم، ذرت، سبوس برنج و تفاله نیشکر تهیه کرد. بیوجار می‌تواند به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک برای بهبود کیفیت خاک استفاده شود. از اثرات این ماده می‌توان به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش پتاسیم، کاهش آبشویی عناصر غذایی، افزایش پهاش در خاک‌های اسیدی، کاهش نیاز به آبیاری و کاربرد کود اشاره کرد (Lehmann et al., 2003). کاربرد کود های بیولوژی یک یکی از مؤلفه های اساسی در بیوتکنولوژی خاک و به تبع آن مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه محسوب می‌شود. امروزه با توجه به ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی و بهداشتی که از مصرف کودهای شیمیایی حاصل می‌شود، تولید و مصرف کودهای بیولوژیک بعنوان رویکرد جدیدی در زمینه بیوتکنولوژی خاک به شمار رفته و مورد توجه سرمایه‌گذاران بخش کشاورزی در سطح جهان قرار گرفته است. تولید بهینه و سالم محصول از طریق بهبود کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست، با بهره‌گیری از بیوتکنولوژی می‌تواند تأمین شود (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴). پژوهش حاضر با بررسی اثر مواد آلی و باکتری محرک رشد بر زیست فراهمی برخی عناصر پر مصرف در خاک پس از برداشت اسفناج تحت تنش شوری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: z.bolhasani93@yahoo.com

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها شامل سطوح شوری (صفر، ۲ و ۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، مواد آلی (۰، ۵/۰ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۵/۰ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج) و باکتری در دو سطح (بدون مایه زنی باکتری و با مایه زنی باکتری *Pseudomonas fluorescens*)، بصورت فاکتوریل و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. پوسته برنج از کارخانه برنج کوبی شهرستان مرودشت (استان فارس) جمع‌آوری و به آزمایشگاه تحقیقاتی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی منتقل شد. پس از هوا خشک شدن پوسته‌های برنج، آن‌ها را آسیاب کرده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. جهت تهیه بیوجار، پوسته‌های برنج هوا خشک شده را در ورقه آلومینیومی بسته‌بندی و به مدت چهار ساعت در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره قرار داده شد تا فرآیند پیرولیز (آتشکافت) انجام شود. برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک اولیه و پوسته و بیوجار پوسته برنج در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و مواد آلی مورد مطالعه

بافت خاک	پ‌هاش	قابلیت هدایت الکتریکی	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل %	نیترژن کل %	**پتاسیم mg.kg ⁻¹	**فسفر mg.kg ⁻¹
مواد آلی	لوم رسی	۰/۷	۰/۶۹	۴۰/۰۵	۰/۰۹	۲۸۰	۲۰
پوسته برنج	-	۰/۳۴	۶۲/۲	-	۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۳۵
بیوجار پوسته برنج	-	۲/۴	۶۸/۳	-	۰/۴۶	۰/۸۲	۰/۴۲

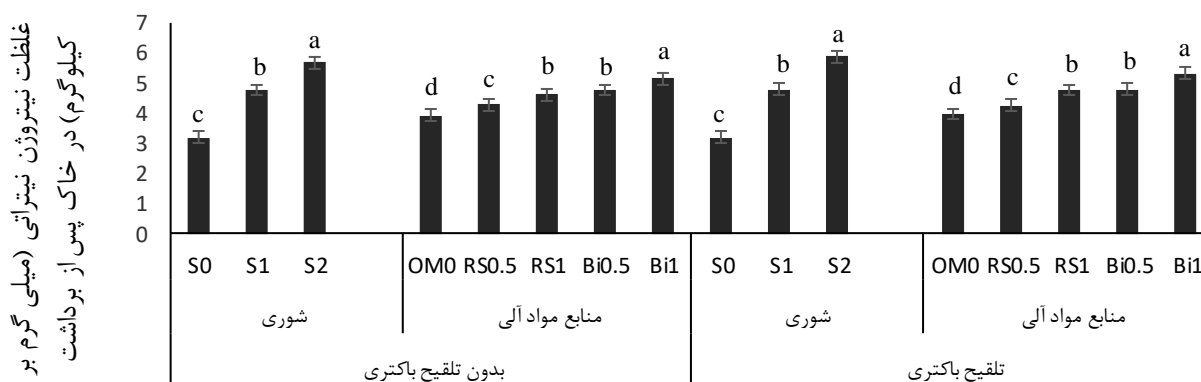
* پ‌هاش و قابلیت هدایت الکتریکی پوسته و بیوجار برنج در نسبت ۱:۱۰ بیوجار یا پوسته برنج به آب

** برای نمونه خاک به ترتیب پتاسیم یا فسفر قابل عصاره‌گیری با استات آمونیوم و بی کربنات سدیم و برای بیوجار و پوسته برنج پتاسیم و فسفر کل

در ابتدا با توجه به کاربرد منابع مواد آلی (پوسته برنج و بیوجار آن)، نمونه‌های خاک به وزن سه کیلوگرم آماده و سپس در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی سایر عناصر غذایی و بر اساس نتایج آزمون خاک عناصر نیترژن، آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب از منابع اوره، سکوسترین آهن، سولفات منگنز، سولفات روی و سولفات مس و به صورت محلول به خاک اضافه شد. پس از رسیدن به رطوبت مناسب خاک درون کیسه‌ها کاملاً مخلوط شده و به داخل گلدان‌های سه کیلوگرمی پلاستیکی منتقل شد. در هر گلدان ده عدد بذر اسفناج (رقم *Viroflay*) در عمق حدود سه سانتی متری خاک کاشته شد و همچنین تیمارهای حاوی باکتری را پس از تهیه‌ی زاد مایه باکتری در شرایط آزمایشگاهی به مقدار دو میلی لیتر به ازای هر بذر اسفناج درون گلدان افزوده و روی آن با مقدار کافی خاک پوشانده شد و رطوبت خاک در طول آزمایش در حدود رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. بعد از استقرار کامل بوته‌ها، تعداد آن‌ها به پنج عدد کاهش یافت. تیمار نیترژن به صورت دو قسط (نصف قبل از کاشت و نصف دیگر ۲۰ روز بعد از کاشت) اعمال شد. به منظور جلوگیری از تنش ناگهانی، تیمار شوری بعد از استقرار کامل بوته‌ها و به صورت تدریجی و در طول دو هفته اعمال شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و در حدود ظرفیت مزرعه صورت گرفت. ۶۳ روز بعد از کاشت، اسفناج برداشت شده و خاک گلدان‌ها الک و هوا خشک گردید. نیترژن نیتراتی به روش فنول دی سولفونیک اسید (Bremner, 1966)، فسفر قابل استفاده به وسیله عصاره‌گیری با بی کربنات سدیم (Olsen, 1954) و پتاسیم به وسیله عصاره‌گیری با استات آمونیوم (Knudsen et al., 1982) و قرائت به وسیله دستگاه شعله سنج اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

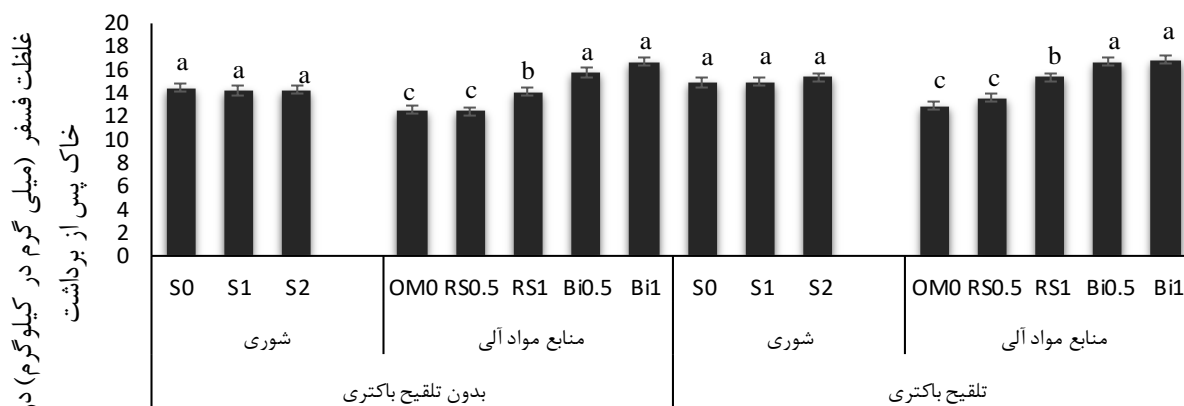
با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی (شکل ۱)، در هر دو تیمار با و بدون تلقیح باکتری، با افزایش سطوح کلرید سدیم، غلظت نیتروژن نیتراتی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی داری یافته است. در تیمار بدون باکتری، با کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک به ترتیب به میزان ۵۰/۲۱ و ۷۹/۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار یافت. و در تیمار با کاربرد باکتری نیز، با کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک به ترتیب به میزان ۵۰/۴۶ و ۸۴/۷۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار یافت. با افزایش سطوح شوری، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک افزایش یافت و علت را می توان جذب کمتر نیتروژن



شکل ۱- اثر سطوح اصلی شوری و مواد آلی در دو شرایط با و بدون تلقیح باکتری بر غلظت نیتروژن نیتراتی (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک پس از برداشت اسفناج

نیتراتی توسط گیاه در شرایط تنش شوری دانست و در نتیجه مقدار بیشتری نیتروژن نیتراتی در خاک باقی مانده است. با افزایش سطوح شوری از ۰/۳ تا ۳ دسی زیمنس بر متر غلظت نیترات خاک افزایش می یابد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). پتانسیل آبشویی نیترات ممکن است تحت شرایط شوری متوسط تا زیاد افزایش یابد. زیرا جذب و یا استفاده از نیتروژن به کار برده شده توسط گیاهان تحت تنش شوری در مقایسه با عدم وجود شوری کاهش می یابد (Bowman et al., 2006). در هر دو تیمار با و بدون باکتری، کاربرد ماده آلی، سبب افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی شد. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۹/۲۸، ۱۷/۴۰، ۲۱/۳۱ و ۳۰/۸۲ درصد افزایش داد. در تیمار با باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار پوسته برنج، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۶/۹۲، ۱۹/۸۸، ۲۰/۷۶ و ۳۴/۱۶ درصد افزایش داد. در هر دو تیمار، از نظر آماری تفاوت معنی داری بین سطوح ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج مشاهده نشد. با افزودن بیوچار به خاک، غلظت نیتروژن نیتراتی و آمونیوم افزایش یافت (جاودانی صعودی و همکاران، ۱۳۹۱). اثر کاربرد باکتری محرک رشد سبب افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت شد. میکروارگانیسیم های خاک عناصر غذایی را به فرم های قابل دسترس برای میکروارگانیسیم ها و گیاهان در می آورند (Miransari, 2011). در نواحی با سطوح مواد آلی قابل دسترس، باکتری-ها از طریق تولید انزیم قادر به معدنی کردن نیتروژن آلی و تبدیل آن به نیتريت و سپس نیترات هستند که این فرم های نیتروژن توسط گیاه جذب می-شود. کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن در محیط کشت آبی موجب افزایش نیتروژن نیتراتی و نیتروژن نیتريتی در مقایسه با تیمار کنترل شد (Tripathy & Ayyappan, 2005). کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی و در ترکیب با کودهای شیمیایی موجب افزایش کل نیتروژن محلول در خاک شد، با افزایش سطوح کاربردی کود نیتروژنه، نیتروژن نیتراتی افزایش یافت، این افزایش با کاربرد کود بیولوژیک (ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم، باسیلوس و سودوموناس) افزایش بیشتری داشت (Hellal et al., 2011).

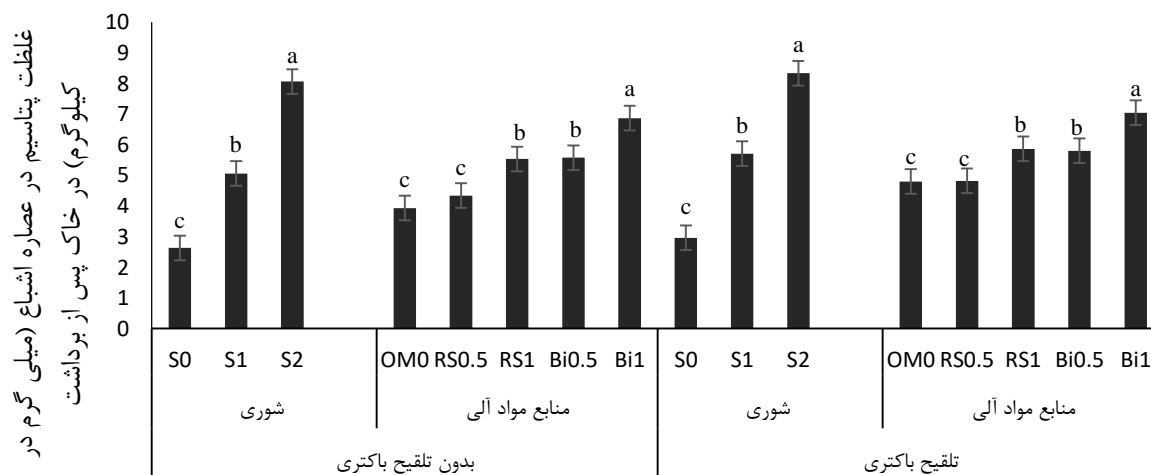
با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی (شکل ۲)، در هر دو تیمار با و بدون تلقیح باکتری، تفاوت معنی داری بین سطوح شوری بر غلظت فسفر در خاک پس از برداشت مشاهده نشد. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۲۹/۴۸ و ۳۰/۶۴ درصد افزایش داد. هرچند اختلاف میانگین غلظت فسفر در خاک پس از برداشت در سطوح وزنی بیوجار از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. کاربرد ۱ درصد وزنی پوسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک را در مقایسه با شاهد به میزان ۱۹/۲۳ درصد افزایش داد. در تیمار با باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک پس از



شکل ۲- اثر سطوح اصلی شوری و مواد آلی در دو شرایط با و بدون تلقیح باکتری بر غلظت فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک پس از برداشت اسفناج

برداشت را در مقایسه تیمار با شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۲۵/۶۵ و ۳۲/۷۴ درصد افزایش داد. هرچند اختلاف میانگین غلظت فسفر در خاک پس از برداشت در سطوح بیوجار از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. کاربرد ۱ درصد وزنی پوسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک را در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۱۲/۱۹ درصد افزایش داد. در حالیکه میانگین غلظت فسفر در سطح ۰/۵ درصد وزنی پوسته برنج تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشتند. سطوح ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ گرم در کیلوگرم بیوجار تهیه شده از کاه ذرت در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس فراهمی فسفر را در خاک افزایش داد (Zhao et al., 2014).

با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی (شکل ۳)، در تیمار بدون باکتری، کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت پتاسیم در عصاره اشباع خاک پس از برداشت به ترتیب ۱/۹۲ و ۳/۰۶ برابر تیمار شاهد بود. در تیمار با باکتری نیز، کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت پتاسیم در عصاره اشباع خاک پس از برداشت به ترتیب ۲/۷۴۶ و ۲/۸۱ برابر تیمار شاهد بود. یکی از دلایل افزایش غلظت پتاسیم در تنش شوری را می توان جذب کمتر پتاسیم قابل استفاده خاک توسط گیاه در شرایط تنش شوری دانست که سبب می شود پتاسیم بیشتری در خاک باقی بماند. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ درصد وزنی پوسته برنج سبب افزایش میانگین غلظت پتاسیم در خاک در مقایسه با تیمار شاهد بود ولی این افزایش معنی دار نبود. کاربرد ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج، میانگین غلظت پتاسیم در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۴۰/۶۸، ۴۱/۸۰ و ۷۴/۵۷ درصد افزایش داد. در تیمار با باکتری، کاربرد ۰/۵ درصد وزنی پوسته برنج سبب افزایش میانگین غلظت پتاسیم در خاک در مقایسه با تیمار شاهد بود ولی این افزایش معنی دار نبود. کاربرد ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج، میانگین غلظت پتاسیم در خاک پس از برداشت را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۲۰/۸۳، ۲۲/۲۰ و ۴۶/۷۵ درصد افزایش داد. در هر دو تیمار، اختلاف میانگین غلظت پتاسیم بین سطوح ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. مقدار پتاسیم محلول در خاک های اصلاح شده با بیوجار افزایش یافته است و دلیل این افزایش را مقدار پتاسیم زیاد در خاکستر بیوجار اضافه شده دانستند (Novak et al., 2010).



شکل ۳- اثر سطوح اصلی شوری و مواد آلی در دو شرایط با و بدون باکتری بر غلظت پتاسیم در عصاره اشباع (میلی گرم بر کیلوگرم) خاک پس از برداشت اسفناج

بررسی اثر اصلی باکتری نشان می‌دهد افزودن باکتری سودوموناس فلورسنس، اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر و پتاسیم در خاک پس از برداشت اسفناج در مقایسه با تیمار عدم کاربرد باکتری دارد. ریزجانداران مختلف از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و گل‌سنگ‌ها قادرند سیلیکات‌ها را تجزیه کرده و (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). (Shady et al., 1984). عناصری چون پتاسیم، فسفر، آهن، روی و سیلیسیم را آزاد کنند (با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح شوری و منابع مواد آلی (جدول ۲)، در هر دو تیمار با و بدون تلقیح باکتری، بیشترین غلظت نیتروژن نیتراتی و پتاسیم در خاک، در تیمار چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج بود. و کمترین غلظت نیتروژن نیتراتی مربوط به تیمار بدون کاربرد نمک و بدون کاربرد ماده آلی بود. هرچند با برخی تیمارهای دیگر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. در حالیکه بر همکنش سطوح شوری و منابع مواد آلی بر غلظت فسفر در خاک پس از برداشت، معنی‌دار نبود.

جدول ۲. اثر متقابل سطوح شوری و منابع مواد آلی بر غلظت برخی عناصر در خاک پس از برداشت اسفناج در دو شرایط با و بدون تلقیح باکتری

بدون باکتری		با باکتری		با باکتری		بدون باکتری		سطوح ماده آلی		سطوح کلرید سدیم (شوری)	
پتاسیم		فسفر		نیتروژن نیتراتی		میلی گرم بر کیلوگرم					
۲/۶۳۳h	۲/۱۳۳g	۱۳/۰۶d	۱۲/۲۳f	۲/۹۳۱g	۲/۹۲۳g*			شاهد			
۲/۹۶۶gh	۲/۱۶۰g	۱۳/۰۷d	۱۲/۵۸ef	۳/۰۸۶fg	۳/۱۲۸fg			پوسته برنج ۰/۵ درصد وزنی		شاهد	
۳bc	۲/۶۰۰fg	۱۵/۱۷bc	۱۴/۷۸bcd	۳/۲۷۵f	۳/۲۱۵fg			پوسته برنج ۱ درصد وزنی		(بدون کلرید سدیم)	
۲/۸۳۳h	۲/۶۶۶fg	۱۶/۰۳ab	۱۵/۹۲ab	۳/۳۳۶f	۳/۲۸۴fg			بیوچار ۰/۵ درصد وزنی			
۳/۳۶۶fgh	۳/۶۰۰ef	۱۷/۱۸a	۱۶/۷۱a	۳/۳۶۲f	۳/۳۸۸f			بیوچار ۱ درصد وزنی			
۳/۹۳۳fg	۲/۹۰۰fg	۱۲/۶۳d	۱۳/۵۶def	۴/۳۴۰e	۴/۳۳۱e			شاهد			
۴/۲۶۶f	۴e	۱۳/۷۲cd	۱۲/۱۱f	۴/۶۶۰d	۴/۶۴۲de			پوسته برنج ۰/۵ درصد وزنی		۲ گرم نمک بر کیلوگرم خاک	
۵/۹۰۰e	۵/۴۰۰d	۱۵/۱۹bc	۱۳/۴۴def	۴/۹۳۸cd	۴/۹۲۰cd			پوسته برنج ۱ درصد وزنی			
۶/۸۰۰de	۶/۰۶۶cd	۱۷/۰۶a	۱۵/۴۵abc	۵/۰۰۴cd	۴/۹۷۶cd			بیوچار ۰/۵ درصد وزنی			
۷/۶۳۳cd	۶/۹۳۳c	۱۶ab	۱۶/۵۰ab	۵/۱۱۶c	۵/۰۷۹c			بیوچار ۱ درصد وزنی			
۷/۸۳۳bc	۶/۷۶۶c	۱۲/۹۸d	۱۱/۸۷f	۴/۶۸۹d	۴/۵۷۰de			شاهد			
۷/۲۳۳cd	۶/۸۶۶c	۱۳/۸۴cd	۱۲/۶۲ef	۵/۰۴۴c	۵/۱۵۰c			پوسته برنج ۰/۵ درصد وزنی		۴ گرم نمک بر کیلوگرم خاک	
۸/۷۰۰b	۸/۶۰۰b	۱۵/۷۶ab	۱۴/۰۲cde	۶/۱۲۸b	۵/۷۴۶b			پوسته برنج ۱ درصد وزنی			
۷/۷۶۶bcd	۸b	۱۷a	۱۵/۹۵ab	۶/۱۰۷b	۶/۰۸۴b			بیوچار ۰/۵ درصد وزنی			
۱۰/۱۳a	۱۰/۰۶a	۱۷/۳۶a	۱۶/۷۸a	۷/۵۶۹a	۷/۰۰۱a			بیوچار ۱ درصد وزنی			

* در هر قسمت جدول، اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد تفاوت معنی دار می باشند.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد شوری سبب افزایش معنی دار غلظت نیتروژن نیتراتی و پتاسیم در خاک پس از برداشت اسفناج در مقایسه با تیمار شاهد گردید. در حالیکه شوری اثر معنی داری بر غلظت فسفر نداشت. افزودن مواد آلی (پوسته برنج و بیوچار آن)، سبب افزایش معنی دار غلظت نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم در خاک پس از برداشت شد. همچنین تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس بطور قابل توجهی غلظت نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح باکتری)، افزایش داد. بطور کلی افزودن مواد آلی و باکتری محرک رشد، باعث بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی در خاک پس از برداشت اسفناج شد بنحوی که نیاز به افزودن برخی عناصر برای کشت بعدی را می تواند کاهش دهد.



منابع

خوازی، ک.، اسدی رحمانی، ه. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

کرمی، م.، نوری امامزاده ئی، م.، ر.، قبادی نیا، م. و محمدخانی، ع. ۱۳۹۵. تاثیر سطوح مختلف هوازای بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک تحت سطوح مختلف شوری آب آبیاری و بافت خاک بر گیاه فلفل قلمی. اولین همایش ملی عرضه و تقاضای آب شرب و بهداشت، چالش‌ها و راهکارها و دانشگاه صنعتی اصفهان.

ملکوتی، م.، شهابی، ع. و بازرگان، ک. ۱۳۸۴. پتاسیم در کشاورزی ایران. انتشارات سنا. ۳۰۲ صفحه.

- Bremner, J. M., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabaian, M. A., Johnston, C. T., & Sumner, M. E. 1996. Nitrogen-total. *Methods of Soil Analysis. Part 3-Chemical Methods.*, 1085-1121
- Bowman, D. C., Devitt, D. A., & Miller, W. W. 2006. The effect of moderate salinity on nitrate leaching from bermudagrass turf: a lysimeter study. *Water, Air, & Soil Pollution*, 175(1), 49-60.
- Grattan, S. R., & Grieve, C. M. (1998). Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78(1), 127-157.
- Hellal, F. A., Mahfouz, S. A., & Hassan, F. A. S. 2011. Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens L.*) plant. *Agriculture Biology Journal North American*, 2(4), 652-660
- Knudsen, D., Peterson, G. A., & Pratt, P. F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, (methods of soil an2)*, 225-246.
- Lehmann, J., da Silva Jr, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249(2), 343-357.
- Miransari, M. 2011. Soil microbes and plant fertilization. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 92(5), 875-885.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A., Ahmedna, M. A., & Niandou, M. A. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandiuult. *Geoderma*, 154(3), 281-288.
- Olsen, S. R. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate.
- Romero, J. M. and Maranon, T. 1996. Allocation of biomass and mineral elements in *Melilotus segetalis* (annual sweet-clover): effects of NaCl salinity and plant age. *New Phytologi*, 132, 565- 573
- Shady, M. a., I. Ibrahim, and A. H. Afify. 1984. Mobilization of elements and their effects on certain plant growth characteristics as influenced by some silicate bacteria. 27(7), 17-30.
- Tripathy, P. P., & Ayyappan, S. 2005. Evaluation of *Azotobacter* and *Azospirillum* as biofertilizers in aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21(8), 1339-1343
- Zhao, X. R., Dan, L. I., Juan, K. O. N. G., & LIN, Q. M. 2014. Does biochar addition influence the change points of soil phosphorus leaching?. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(3), 499-506.
- Zhu, J. K. 2002 Salt and drought signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53: 247–73. Grattan, S. R., Grieve, C. M. 1998. Salinitymineral nutrient relations in horticultural crops. *Science Horticulture*, 78, 127–157.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Influence of organic matter sources, PGPR and salinity stress on bioavailability of some nutrients in soil under spinach planting

Bolhasani¹, z, Ronaghi², A.M., Ghasemi Fasaei, R.³ Zarei, M.⁴

¹ M. Sc Graduate Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

² Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

^{4,3} Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

Abstract

In order to study the effect organic matter sources and PGPR on Bioavailability of Some Nutrients in Soil under Salinity Stress after spinach post-harvest, two separate experiments (with or without rhizobacteria) were carried out under greenhouse conditions. Treatments consisted of factorial arrangement of organic substances (0.0, 0.5 and 1.0% rice husk and 0.5 and 1.0% rice husk biochar, w/w) and salinity levels (0.0, 2.0 and 4.0 g NaCl kg⁻¹ soil) in a completely randomized design in the presence or absence of rhizobacteria (*pseudomonas florescence*) with three replications. Results showed both treatments with and without bacteria, increasing salinity levels, concentrations of potassium (K) in post-harvest soil saturation extract and concentration of NO₃-N in post-harvest soil increased significantly. addition of organic substances and inoculation with *pseudomonas florescence* significantly increased Bioavailability NO₃-N, P and K in post-harvest soil.

Keywords: Biochar, *pseudomonas florescence* and rhizobacteria

* Corresponding author, Email: z.bolhasani93@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثرات مصرف دو نوع کود کلات آهن بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه سورگوم در یک خاک آهکی

پریسا مشایخی^{۱*} و علی‌رضا مرجوی^۲^۱ اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات آهن از دو منبع کودی شامل یک کلات آهن ساخت داخل (با بنیان Citrate) و کلات سکوسترین آهن ۱۳۸ (با بنیان EDDHA) در یک خاک آهکی، بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه سورگوم، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح آهن (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از دو منبع کلات آهن بودند. بر اساس تست پایداری، هر دو نوع کود آهن از پایداری خوبی در pH های مختلف برخوردار بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح آهن از هر دو منبع کودی، وزن خشک اندام هوایی، شاخص کلروفیل، کلروفیل نوع a، کلروفیل نوع b، میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدهای اندازه‌گیری شده در برگ گیاه، در مقایسه با تیمار شاهد به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد. هر دو نوع کود آهن از پایداری خوبی در pH های مختلف برخوردار بودند. در بیشتر موارد دو نوع کود کلات آهن مورد استفاده از نظر تاثیر بر ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گیاه، به ویژه در سطوح بالاتر ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

کلمات کلیدی: سورگوم، عملکرد، کلات آهن، ویژگی‌های فیزیولوژیکی

مقدمه

با وجود آن‌که آهن فراوانترین عنصر کم مصرف در پوسته زمین است اما بیشترین محدودیت را برای تولید محصولات کشاورزی در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک سبب شده است. بر اساس گزارش سازمان خوار بار جهانی، میزان خسارت کمبود عناصر ریز مغذی از جمله آهن، در کشورهای در حال توسعه بیش از ۱۲۸ میلیارد دلار می‌باشد و اگر نقش این عناصر در ارتقای سطح سلامت جامعه نیز مطرح باشد در چنین شرایطی خسارت وارده به سلامت جامعه نیز بسیار نگران کننده خواهد بود (FAO, 2005). طبق تحقیقات انجام شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب در ایران کمبود ریز مغذی‌ها بخصوص آهن و روی در مزارع و باغ‌ها شیوع عمومی دارد (سماوات، ۱۳۸۱). آهن، عنصر ضروری برای رشد و نمو گیاهان است که عدم دسترسی گیاه به آن منجر به زردشدن برگ‌های جوان و کاهش چشمگیر فعالیت فتوسنتز و در نتیجه تولید بیوماس می‌شود (Briat و همکاران ۲۰۰۷). این امر نه تنها روی کشاورزی و اقتصاد تاثیر منفی دارد بلکه به کمبود آهن در بدن انسان، که یکی از شایع‌ترین مشکلات تغذیه‌ای امروز است، منجر خواهد شد (Cesco و همکاران ۲۰۰۲). این عنصر در فرایند رشد، تولید مثل، فتوسنتز، تنفس، جذب و ساخت نیتروژن و هم چنین در ساخت و تکوین کلروپلاست در گیاهان نقش دارد. در شرایط کمبود آهن، کاهش محتوای آهن برگ با کاهش محسوس مقدار کلروفیل همراه است (Gogor Cena و همکاران ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات Erdal و همکاران (۲۰۰۸) در درختان سیب نشان داد مقدار آهن کل و شاخص میزان کلروفیل برگ به طور معنی‌داری با افزایش میزان آهن کاربردی افزایش یافت. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین میزان آهن کل برگ و شاخص میزان کلروفیل برگ در تحقیقات Hirai و همکاران (۲۰۰۷) در جو نیز مشاهده شده است. فتحی امیر خیز و همکاران (۱۳۹۴) نیز افزایش محتوای کلروفیل a و b و نیز افزایش کارایی فتوشیمیایی سیستم فتوسنتزی II را در نتیجه افزایش میزان کود کلات آهن در خاک، گزارش نمودند. کمبود آهن قابل استفاده گیاه، در خاک‌های اکثر مناطق کشور، با توجه به ماهیت آهکی آن امری شایع است. این امر ممکن است به دلیل کمبود آهن قابل دسترس در اثر غلظت زیاد بی‌کربنات ناشی از pH زیاد باشد (به ازای هر یک واحد افزایش pH، حلالیت یون آهن سه ظرفیتی هزار برابر کاهش می‌یابد (Lucena و همکاران، ۲۰۰۷). در این شرایط استفاده از فرم‌های کلاته آهن به علت محلول نگه داشتن آهن در محیط ریشه گیاه بسیار مفید خواهد بود. همه کلات‌های آهن شامل یون‌های Fe⁺³ و ترکیباتی مانند EDTA، DTPA، EDDHA، آمینو اسیدها، هیومیک- فولویک اسیدها و سیترات و نیز یون‌های سدیم و یا



آمونیم هستند. کلات‌های مختلف آهن دارای پتانسیل‌های مختلفی در نگهداری از یون آهن در pH های مختلف هستند، همچنین حساسیت این کلات‌ها در ارتباط با جایگزینی یون‌های آهن با یون‌های رقیب متفاوت است (Rout and Sahoo, 2015). سکوسترین آهن- ۱۳۸ (با بنیان EDDHA)، موثرترین و پایدارترین کمپلکس آهن در pH متداول خاک‌های آهکی و قلیایی می‌باشد. Ylivainio و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که کاربرد خاکی کلات‌ها مانند Fe-EDTA و Fe-EDDHA در مقایسه با FeSO₄، در شرایط قلیایی، در گیاه کاهو باعث افزایش غلظت آهن و عملکرد گیاه شد. Wiersma (۲۰۰۷) نیز به نتیجه مشابهی در خصوص مصرف خاکی کلات آهن (Fe-EDDHA) در کشت سویا رسید. در ایران نیز تنها کود آهن موثری است که مورد مصرف بسیاری از کشاورزان است (سماوات، ۱۳۸۳). سماوات ۱۳۸۳ در بررسی اثر دو نوع کلات آهن داخلی و خارجی در رفع کلروز آهن در دو نوع خاک آهکی بر روی گیاه سویا به این نتیجه رسید که با مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک کلات آهن داخلی میزان غلظت آهن در اندام‌های گیاهی مشابه مصرف کلات خارجی بوده است. در بررسی انجام گرفته توسط منطری توکلی و همکاران (۱۳۹۲)، سکوسترین آهن- ۱۳۸ تاثیر بسیار بهتری در بهبود عملکرد کاهو در شرایط قلیایی، در مقایسه با یک نانو کلات ساخت داخل داشته است. بنابراین همانطور که گفته شد بهترین کود محتوی آهن جهت مصرف خاکی در خاک‌های آهکی نظیر اکثریت قریب به اتفاق خاک‌های ایران، ترکیبات شیمیایی کلاته با بنیان Fe-EDDHA (سکوسترین آهن- ۱۳۸) می‌باشد. با توجه به این که قیمت این کودها گران بوده و مستلزم خروج ارز از کشور می‌باشد، لذا در سال‌های اخیر توجه بیشتری به استفاده از کودهای داخلی شده است. این پژوهش با هدف بررسی اثرات مصرف یک کود کلات آهن ساخت داخل با بنیان سیترات در مقایسه با کود متداول سکوسترین آهن با بنیان (EDDHA) بر روی رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه سورگوم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، آزمایشی گلدانی در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان در سال ۹۵-۹۷، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح آهن (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از دو منبع کلات آهن داخلی با بنیان سیترات و سکوسترین آهن (Fe-EDDHA) ۱۲۸ و گیاه زراعی مورد نظر گیاه سورگوم بود. در ابتدا برای تست پایداری کلات‌های مورد استفاده، مقدار ۱ گرم از هر کود را در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده سپس با قرار دادن الکتروود pH متر در محلول pH را با کمک NaOH نیم مولار در دو تا سه مرحله، تا رسیدن به pH حدود ۹، بالا برده و در هر مرحله میزان آهن موجود در محلول با کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (فیض‌اله زاده اردبیلی و همکاران، ۱۳۹۴). برای مرحله کشت گلدانی، از یک نمونه خاک آهکی، بدون محدودیت شوری و با میزان آهن قابل استفاده زیر حد بحرانی مورد نیاز برای سورگوم (۶/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) استفاده شد. مقادیر مورد نیاز عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر اساس آزمون خاک انجام گرفته، به خاک گلدان‌ها افزوده شد. مدت زمان و میزان آبیاری بر اساس شرایط اقلیمی گلخانه (گرما و رطوبت) و دوره رشد گیاه به نحوی تنظیم شد که بستر گیاه همواره در حالت FC باشد. برای این منظور چند دستگاه تانسومتر به صورت تصادفی در چند گلدان قرار داده شد و آب مورد نیاز گلدان‌ها بر اساس عدد تانسومترها، تامین گردید. سطوح مختلف کلات آهن از هر دو منبع مورد مطالعه، در مرحله پنج برگی (دو هفته پس از کاشت) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. ده هفته پس از کاشت، ابتدا سبزی‌نگی برگ‌ها با استفاده از کلروفیل متر دستی مدل SPAD-502 اندازه‌گیری شد و سپس گیاهان از محل طوقه قطع و به آزمایشگاه منتقل شدند. آنالیزهای مورد نظر شامل اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی از قبیل کلروفیل نوع a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدهای موجود در برگ گیاه بود. برای این منظور از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. در این روش مقدار ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگ در استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد. حجم محلول‌ها پس از صاف کردن به وسیله کاغذ صافی به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید و میزان جذب نور با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر قرائت شد. غلظت رنگدانه‌ها با استفاده از روابط ذیل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 * A_{663} - 0.86 * A_{645}) V/100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 * A_{645} - 3.6 * A_{663}) V/100W$$

$$\text{Carotenoides} = 100(A_{470}) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl. b})/227$$

در رابطه‌های بالا V= حجم محلول صاف شده، A= جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر و W= وزن تر نمونه بر حسب گرم است. همچنین عملکرد گیاه از طریق وزن خشک اندام هوایی و میزان آهن موجود در برگ‌ها، پس از انجام هضم تر با اسید سولفوسالسیلیک، با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. در پایان داده‌های به دست آمده با استفاده از مدل آماری SAS پردازش شده و در صورت معنی دار شدن صفات مورد بررسی مقایسه میانگین‌ها انجام شد.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

abc _۲ /۳۳	a _۰ /۵۷	a _۱ /۶۹	abcd _۰ /۴۶	a _۱ /۲۳	ab _{۳۳} /۴۷	a _{۱۹} /۵۵	a _{۴۸} /۶۶	۱۰	
ab _۲ /۷۷	c _۰ /۳۸	a _۱ /۵۹	abcd _۰ /۴۳	ab _۱ /۱۲	a _{۳۴} /۳۰	ab _{۱۹} /۱۵	ab _{۴۴} /۰۰	۷/۵	سکوسترین
bcd _۲ /۲۲	c _۰ /۳۴	ab _۱ /۴۸	abc _۰ /۴۷	bc _۱ /۰۳	bcd _{۳۰} /۲۳	abcd _{۱۸} /۶۰	b _{۴۱} /۳۳	۵	آهن ۱۳۸
a _۳ /۲۷	c _۰ /۳۰	c _۱ /۰۹	de _۰ /۳۰	c _۰ /۹۸	de _{۲۸} /۴۷	de _{۱۷} /۵۰	cd _{۲۸} /۶۷	۲/۵	
bcd _۲ /۳۵	a _۰ /۵۵	a _۱ /۶۱	ab _۰ /۴۹	abc _۱ /۱۱	abc _{۳۳} /۰۷	abc _{۱۸} /۸۴	ab _{۴۶} /۶۶	۱۰	
d _۱ /۸۵	b _۰ /۴۴	a _۱ /۶۴	a _۰ /۵۸	bc _۱ /۰۵	abc _{۳۲} /۶۰	bcde _{۱۸} /۷۳	ab _{۴۴} /۶۶	۷/۵	کلات آهن
bcd _۲ /۱۲	c _۰ /۳۸	bc _۱ /۲۳	bcde _۰ /۴۰	d _۰ /۸۲	cd _{۲۳} /۹۳	cde _{۱۷} /۸۹	c _{۳۴} /۰۰	۵	داخلی
bcd _۲ /۳۹	d _۰ /۲۶	c _۰ /۹۹	cde _۰ /۳۲	d _۰ /۷۴	e _{۲۶} /۱۳	e _{۱۷} /۳۴	d _{۲۶} /۶۷	۲/۵	

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از کود آهن از هر دو منبع باعث افزایش معنی‌دار (در سطح ۰/۱ درصد) غلظت آهن در اندام هوایی گیاه شده (جدول ۳ و ۴). بیشترین میزان آهن اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه سورگوم در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA بود (۴۸/۶۶) که با تیمارهای ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از همان کود و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-Citrate آماری معنی‌داری نداشتند. استفاده از کودهای آهن از هر دو منبع دارای تاثیر معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد بر روی شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده در گیاه سورگوم بوده است (جدول ۳). کمترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد با میانگین ۲۰/۸۲ مشاهده گردید. بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی سکوسترین اندازه‌گیری شد که با تیمارهای ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از همین منبع کودی و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی کلات آهن داخلی تفاوت معنی‌داری نداشته است. کاهش شاخص میزان کلروفیل برگ در نتیجه کاهش میزان آهن به دلیل نقش آهن در ساخت کلروفیل است. ماده مشترک برای ساخت کلروفیل و هیم، اسید دلتا-آمینولولینیک است که میزان تشکیل آن به وسیله آهن مهار می‌شود. به کار رفتن آهن و یا منیزیم، به عنوان اتم مرکزی در درون تتراپیرول، به ترتیب به تشکیل کوآنزیم های هیم و منیزیم- پروتوپورفیرین منج ر میشود. ثابت شده است که آهن برای تشکیل پروتوکلروفیلید از منیزیم - پروتو پورفیرین لازم است. هم چنین آنزیم کپروپورفیرینوژن اکسیداز که یک پروتئین آهن‌دار است اکسید شدن منیزیم- پروتوپورفیرین را به پروتو کلروفیلید کاتالیز می‌کند (Rout and Sahoo, 2015). استفاده از کلات‌های آهن از هر دو منبع و در تمامی سطوح مصرف، محتوای کلروفیل نوع a، کلروفیل نوع b را در برگ گیاه سورگوم، به صورت معنی افزایش داد (در سطح ۱ درصد) (جدول ۳). همچنین در همه تیمارها، مقدار کلروفیل کل به صورت معنی‌داری (در سطح ۰/۱ درصد) نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد (جدول ۳). کمترین مقدار کلروفیل نوع a (۰/۴۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) و همچنین کمترین مقدار کلروفیل نوع b (۰/۲۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان کلروفیل نوع a در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع سکوسترین مشاهده شد که با تیمار ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از همین منبع کودی و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کودی کلات داخلی تفاوت آماری معنی‌داری نداشته است (جدول ۴).

همچنین کمترین کلروفیل کل در تیمار شاهد (میانگین ۰/۶۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) و بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع سکوسترین اندازه‌گیری شد (میانگین ۱/۶۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) که با تیمارهای ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از همان منبع کودی و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کلات آهن داخلی در یک گروه آماری قرار دارد. محتوای کلروفیل یکی از مهم ترین عواملی است که ظرفیت فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار می دهد. افزایش مقدار کلروفیل مشاهده شده در این آزمایش به دلیل تأثیر کلات آهن در خاک بر پیش‌سازهای سنتز کلروفیل است، زیرا آهن جزء متابولیک آنزیم کاپروپورفینوژن اکسیداز است و این آنزیم در بیوسنتز آلفا آمینو لینوولونیک (ALA) که پیش ساز کلروفیل است تأثیر دارد (Rout and Sahoo, 2015). به نظر می رسد در شرایطی که کمبود آهن در خاک کمتر از حد بهینه باشد، مقدار کلروفیل کاهش می‌یابد. بنابراین بهبود شرایط تغذیه ای با کاربرد کلات آهن می تواند در فتوسنتز و افزایش غلظت کلروفیل در گیاه مؤثر باشد (فتحی امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۴).

تاثیر سطوح مختلف کودهای مورد استفاده در پژوهش حاضر، بر نسبت کلروفیل a به b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۶). بیشترین میزان این نسبت در تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع سکوسترین (۳/۲۷) و کمترین میزان آن در تیمار ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کلات آهن داخلی بود (۱/۸۵) (جدول ۴). در پژوهش انجام گرفته توسط فتحی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۴) افزایش غلظت محلول پاشی کلات آهن، از ۲۰۰۰ به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، نسبت کلروفیل a به b را به طور معنی‌داری کاهش داد. نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح مختلف آهن مصرفی در هر دو نوع تیمار کودی مورد استفاده اثر معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) بر مقدار کاروتنوئید های محلول برگ گیاه



سورگوم داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف نشان داد که مقدار کاروتنوئیدهای محلول برگ با افزایش کاربرد آهن از هر دو منبع کلات آهن مورد استفاده به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) افزایش یافت (جدول ۳).

کمترین میزان کاروتنوئیدها در تیمار شاهد مشاهده شد (میانگین ۰/۲۲ میلی-گرم در گرم وزن تر برگ) و بیشترین مقدار کاروتنوئید برگ در تیمارهای ۱۰ میلی-گرم در کیلوگرم آهن از هر دو منبع کودی سکوسترین و کلات داخلی مشاهده شد (به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۵۵ میلی-گرم در گرم وزن تر برگ) (جدول ۴). کاروتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌های نارنجی و زرد هستند که محلول در چربی‌اند و در غشای کلروپلاست یافت می‌شوند و وظیفه آنها جمع‌آوری انرژی و حفاظت نوری است. کاروتنوئیدها از راه برگشت پذیر با رادیکال‌های اکسیژن و تشکیل زانتوفیل مانع تخریب کلروفیل‌ها می‌شوند. از طرفی آهن در سنتز کلروفیل، تیلاکوئیدها و نمو کلروپلاست‌ها دخالت دارد (Amal and Aly, 2008)؛ بنابراین کمبود مقدار آهن در گیاه می‌تواند علاوه بر کاهش سنتز کلروپلاست، با کاهش محسوس کاروتنوئید همراه شود؛ چراکه این رنگدانه‌ها در غشای کلروپلاست جای دارند. بنابراین وجود آهن کافی برای سنتز کلروپلاست‌ها ضروری به نظر می‌رسد. افزایش غلظت کاروتنوئید از طریق کاربرد کود کلات آهن می‌تواند تا حدودی خسارت ناشی از رادیکال‌های آزاد را کاهش دهد و در نتیجه بدین طریق موجب حفظ و پایداری کلروفیل شود (فتحی امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۴).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد کود آهن از هر دو منبع کود کلات آهن داخلی (با بنیان سترات) و سکوسترین آهن ۱۳۸ (Fe-EDDHA)، به ویژه در سطوح بالاتر (۱۰ و ۷/۵ میلی-گرم آهن در کیلوگرم خاک) بر بیشتر شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش تأثیر معنی داری داشته است. استفاده از هر دو نوع کود آهن به ویژه در سطح ۱۰ میلی-گرم آهن در کیلوگرم خاک باعث افزایش معنی دار عملکرد وزن خشک گیاه و شاخص‌های فتوسنتزی شامل شاخص کلروفیل، میزان کلروفیل نوع a و نوع b و کاروتنوئیدهای موجود در برگ نسبت به شاهد شد. همچنین در مورد بیشتر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده، به ویژه در سطح ۱۰ میلی-گرم در کیلوگرم آهن، اختلاف آماری معنی داری بین دو نوع کود مورد استفاده وجود نداشته است. انجام آزمون پایداری نیز نشان داد که هر دو نوع کلات، از پایداری خوبی در pH های مختلف برخوردار بودند. به نظر می‌رسد استفاده از نمونه کود کلات آهن داخلی به دلیل داشتن اثرات مشابه بر روی گیاه، در مقایسه با نمونه وارداتی از عملکرد مناسبی برخوردار بوده است؛ بنابراین استفاده از آن به عنوان جایگزین کودهای آهن وارداتی ضمن حمایت از تولید داخلی، در جهت صرفه جویی در ارز بسیار راهگشا خواهد بود.

منابع

- سماوات، س. ۱۳۸۳. بررسی اثر دو نوع کلات آهن داخلی و خارجی در رفع کلروز آهن در دو نوع خاک آهکی بر روی گیاه سویا. موسسه تحقیقات خاک و آب. گزارش نهایی. تهران. ایران
- فتحی امیرخیز، ک.، امینی دهقی، م. و حشمتی، س. ۱۳۹۴. بررسی اثر کلات آهن بر محتوای کلروفیل، کارایی کوانتومی فتوسینتزم II و برخی صفات بیوشیمیایی در گلرنگ در شرایط کم آبیاری. علوم گیاهان زراعی ایران. ۶۴ (۱)، ۱۴۵-۱۳۷
- فیض‌اله‌زاده اردبیلی، م.، شهبازی، کریم. و داوودی، م. ح. ۱۳۹۴. روش‌های تجزیه کودهای مخلوط. نشریه فنی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور. شماره ۵۳۲.
- منظری توکلی، م.، واحد باقری، و. و روستا، ح. ر. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی منابع مختلف آهن بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک کاهو در شرایط قلیائی در سیستم هیدروپونیک.

Amal, A. M. and Aly, A. A. 2008. Alteration of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants growth under seawater salt stress. *American Eurasian Journal of Science Research*, 3, 139-146.

Briat, J. F., Curie, C. and Gaynard, F. 2007. Iron utilization and metabolism in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 10, 276-282.

Cesco, S., Nikolic, M., Römheld, V., Varanini, Z. and Pinton, R. 2002. Uptake of ^{59}Fe from soluble ^{59}Fe -humate complexes by cucumber and barley plants. *Plant and Soil*, 241, 121-128

Erdal, I., M. Atilla Askin, Z. Kucukyumuk, F. Yildirim and Yildirim, A. 2008. Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4, 173-177.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. Land and Plant Nutrition Management Services Map of World Calcisols [Online]. Available at: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/prosoil/calc.htm>



- Gogor Cena, Y., Abadía, J. and Abadía, A. 2004. A new technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1701-1715.
- Hirai, M., K. Higuchi, K. Sasaki, H. Suzuki, T. Maruyama, T. Yoshiba and Tadano, T. 2007. Contribution of iron associated with high molecular weight substances to the maintenance of the SPAD value of young leaves of barley under iron deficient conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 53, 612-620.
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
- Lucena, C.F.J., Romera, C.L., Rojas, M.J., Garcia, F., Alcantara, E. and Perez-Vicente, R. 2007. Bicarbonate blocks the expression of several genes involved in the physiological responses to Fe deficiency of strategy I plants. *Funct.*
- Rout, G. R and Sahoo, S. 2015. Role of Iron in plant growth and metabolism. *Agricultural Science*, 3, 1-24.
- Wiersma, J. V. 2007. Iron Acquisition of Three Soybean Varieties Grown at Five Seeding Densities and Five Rates of Fe-EDDHA. *Agronomy. Journal*, 99, 1018-1028.
- Ylivainio, K., Jaakkola, A. and Aksela, R. 2004. Effect of Fe compounds on nutrient uptake by plants grown in sand media with different pH. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 167, 602-608.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of two chelated iron fertilizers on some of physiological characteristics of sorghum plant grown in a calcareous soil

Mashayekhi*1, P and Marjovvi, A.R. 2

1&2. Scientific members of Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Isfahan, Iran.

Abstract

To study the effects of two Iron chelate fertilizers, including Fe-citrate and Sequestrene-138 Fe (Fe-EDDHA), on the yield and some physiological characteristics of Sorghum, in a calcareous soil, a greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of five levels of Fe (0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mg kg⁻¹ soil) from the two Fe chelates. Based on the stability test, both types of iron fertilizers had good stability at different pH levels. The results showed that with increasing applied iron levels from both fertilizer sources, shoot dry weight, chlorophyll index, chlorophyll type a, chlorophyll type b, total chlorophyll content, and carotenoids in plant leaves significantly increased as compared to control. Moreover, the studied Fe chelates did not show significant differences in their effects on plant traits, especially at higher Fe levels of 10 and 7.5 mg kg⁻¹ soil.

Key words: Iron chelate, Physiological characteristics, Sorghum, Yield

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مقایسه کارایی دو نوع کلات آهن با بنیان‌های متفاوت بر میزان جذب عناصر غذایی در گیاه سورگوم در یک خاک آهنکی

پریسا مشایخی^{۱*} و علی‌رضا مرجوی^۲

^۱ اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

به منظور مقایسه تاثیر مصرف دو نوع کود کلات آهن با بنیان‌های سیترات و EDDHA، بر میزان جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف توسط گیاه سورگوم در خاک آهنکی، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح آهن (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از دو منبع کلات آهن مورد بررسی بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطح آهن از هر دو منبع کودی، جذب آهن و نیتروژن در بخش هوایی در مقایسه با تیمار شاهد به ویژه در تیمار ۱۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک به صورت معنادار افزایش پیدا کرد. کاربرد کودهای کلات آهن از هر دو منبع با کاهش معنادار جذب فسفر و منگنز در بخش هوایی گیاه همراه بود. استفاده از سطوح مختلف کود آهن از هر دو منبع مورد پژوهش بر روی غلظت عناصر روی، منیزیم و پتاسیم در گیاه سورگوم تاثیر معناداری نداشت. در بیشتر موارد دو نوع کود کلات آهن مورد استفاده از نظر تاثیر بر ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده در گیاه به ویژه در سطوح بالاتر ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک با یکدیگر تفاوت معناداری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

کلمات کلیدی: جذب، سورگوم، عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف، کلات آهن

مقدمه

آهن یکی از عناصر غذایی ضروری در تولید محصولات کشاورزی در جهان است و گیاهان برای رشد بهینه و مناسب، نیاز به استفاده پیوسته از آن دارند، با این وجود کمبود این عنصر بیشترین محدودیت را برای تولید محصولات کشاورزی در خاک‌های آهنکی مناطق خشک و نیمه‌خشک سبب شده است. بر اساس گزارش سازمان خوار بار جهانی، میزان خسارت کمبود عناصر ریز مغزی از جمله آهن، در کشورهای در حال توسعه بیش از ۱۲۸ میلیارد دلار می باشد و اگر نقش این عناصر در ارتقای سطح سلامت جامعه نیز مطرح باشد در چنین شرایطی خسارت وارده به سلامت جامعه نیز بسیار نگران کننده خواهد بود. کمبود آهن یکی از مهم ترین و عمومی ترین کمبود های تغذیه ای در جهان است که گستردگی وسیعی دارد. گزارش‌های غیر رسمی حاکی از آن است که بیش از ۳۰ درصد جمعیت جهان با کمبود آهن مواجه هستند، که البته در کشورهای در حال توسعه کمبود آهن شیوع بیشتری دارد. در خاورمیانه ۵۰ درصد زنان باردار و کودکان زیر هفت سال از کمبود آهن رنج می برند (FAO, 2005). آهن از جمله عناصر ضروری برای رشد و تولید مثل گیاهان بوده و برای انجام بسیاری از فعالیتهای سوخت و سازی گیاه، مورد نیاز است. عدم دسترسی گیاه به آهن منجر به زرد شدن برگهای جوان می‌شود و باعث کاهش چشمگیر فعالیت فتوسنتز و در نتیجه تولید بیوماس می‌شود؛ این امر نه تنها روی کشاورزی و اقتصاد تاثیر منفی دارد بلکه به کمبود آهن در بدن انسان، که یکی از شایع ترین مشکلات تغذیه ای امروز است، منجر خواهد شد (Briat و همکاران، ۲۰۰۷). پژوهش‌های مختلفی مبنی بر تاثیر آهن بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف و نیز تاثیر آهن بر جذب سایر عناصر غذایی موجود در خاک توسط گیاه وجود دارد (Jokar and Ronaghi, 2014). بر اساس پژوهش‌های انجام گرفته، افزایش غلظت آهن در خاک به دلیل وجود روابط آنتاگونیستی بین عناصر مختلف، تاثیر قابل توجهی بر قابلیت جذب سایر عناصر موجود در خاک توسط گیاه می‌گذارد. قلیایی بودن، مقادیر زیاد آهن، کمبود ماده آلی، آبیاری سنگین، تراکم خاک و نیز تهویه ضعیف خاک از عوامل کمبود آهن قابل دسترس در خاک است (Li و همکاران، ۲۰۰۵). در خاک‌های آهنکی وجود غلظت زیاد بی کربنات و pH بالا مانع از جذب آهن توسط گیاه می‌شود؛ به گونه‌ای که به ازای هر یک واحد افزایش pH، حلالیت آهن سه ظرفیتی هزار برابر کاهش می یابد (Lucena و همکاران، ۲۰۰۷). در این شرایط استفاده از فرم‌های کلاته آهن به علت محلول نگه داشتن آهن در محیط ریشه گیاه بسیار مفید خواهد بود. کلاته شدن (Chelation) فرایندی است که در آن یک عنصر فلزی توسط عوامل کلاته کننده به یک عنصر پایدار

* ایمیل نویسنده مسئول: mashayekhi_enj@yahoo.com

قابل جذب توسط گیاه تبدیل می‌شود. همه کلات‌های آهن شامل سه نوع ترکیب هستند: ۱- یون‌های Fe^{+3} ، ۲- ترکیباتی مانند EDTA، DTPA، EDDHA، آمینو اسیدها، هیومیک- فولویک اسیدها و سیترات، ۳- یون‌های سدیم و یا آمونیوم. کلات‌های مختلف آهن دارای پتانسیل‌های مختلفی در نگهداری از یون آهن در pH های مختلف هستند؛ همچنین حساسیت این کلات‌ها در ارتباط با جایگزینی یون‌های آهن با یون‌های رقیب متفاوت است (Rout and Sahoo, 2015). Ylivainio و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که کاربرد خاکی کلات‌ها مانند Fe-EDTA و Fe-EDDHA در مقایسه با $FeSO_4$ تحت شرایط قلیایی در گیاه کاهو باعث افزایش غلظت آهن و عملکرد گیاه شد. (Wiersma (2007) نیز به نتیجه مشابهی در خصوص مصرف خاکی کلات آهن (Fe-EDDHA) در کشت سویا رسید. در پژوهش انجام گرفته توسط منظری توکلی و همکاران (۱۳۹۳)، تاثیر مصرف آهن از سه منبع مختلف شامل نانوکلات آهن و نانوفرتایل و Fe-EDDHA در رشد و عملکرد کاهو در شرایط قلیایی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد از بین سه نوع کود آهن مورد استفاده، Fe-EDDHA بیشترین تاثیر را بر رشد گیاه داشت. در حال حاضر متداول‌ترین کود کلات آهن در بین کشاورزان، با توجه به ماهیت آهکی بودن خاک‌های کشور، کلات آهن با بنیان EDDHA است؛ در حالی که بر اساس بررسی منابع انجام گرفته کلات‌های دیگر هم در کشت‌های مختلف، اثرات مثبتی بر رشد و عملکرد گیاه داشته‌اند. استفاده از کلات‌های مختلف در صورت داشتن اثرات مثبت بر روی گیاه و حتی اثرات مشابه با نمونه کودهای موفق موجود، امکان استفاده راحت‌تر و قابل دسترس‌تر کودها را برای کشاورزان فراهم می‌کند. این امر به‌ویژه به دلیل وارداتی بودن بسیاری از این نوع کلات‌ها (برای مثال کود سکوسترین آهن با بنیان EDDHA) بسیار مفید و قابل اهمیت خواهد بود. این پژوهش با هدف بررسی اثرات مصرف سطوح مختلف آهن از دو منبع مختلف کلات آهن با بنیان‌های سیترات و EDDHA بر میزان جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف توسط گیاه سورگوم در شرایط یک خاک آهکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه تاثیر مصرف سطوح مختلف آهن از دو منبع کودی شامل دو نوع کلات آهن با بنیان‌های سیترات و EDDHA بر روی جذب عناصر غذایی پر مصرف و کم م صرف توسط گیاه سورگوم، آزمایشی گلدانی در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان در سال ۹۵-۹۷، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل پنج سطح آهن (۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از دو منبع کلات آهن مورد پژوهش بود. خاک مورد استفاده در این مطالعه یک خاک آهکی، بدون محدودیت شوری و با میزان آهن قابل استفاده پایین بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	ازت کل	کربن آلی	مواد خنثی شونده	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	مس قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز آهن قابل جذب		شن	سیلت رس	کلاس	
										دS/m	pH				%
مقدار	۳/۸۶	۷/۵۰	۰/۱	۰/۹۹	۳۵	۱۸/۸	۲۱۰	۱/۶۱	۰/۵۱	۴/۱۶	۳/۵۶	۲۹	۵۰	۲۱	لومی

مقادیر مورد نیاز عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر اساس آزمون خاک انجام گرفته، به خاک گلدان‌ها افزوده شد. مدت زمان و میزان آبیاری بر اساس شرایط اقلیمی گلخانه (گرما و رطوبت) و دوره رشد گیاه به نحوی تنظیم شد که بستر گیاه همواره در حالت FC باشد. سطوح مختلف کلات آهن از هر دو منبع مورد مطالعه، در مرحله در مرحله پنج برگی (دو هفته پس از کاشت) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. ده هفته پس از کاشت، گیاهان از محل طوقه قطع و پس از توزین و شستشو، در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا زمانی که وزن نمونه‌ها ثابت شد، خشک گردیدند. وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و جهت آنالیزهای شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت. آنالیزهای مورد نظر شامل اندازه‌گیری غلظت عناصر مختلف شامل پتاسیم، نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در اندام هوایی گیاه بود. در پایان داده‌های به دست آمده با استفاده از مدل آماری SAS پردازش شده و در صورت معنادار شدن صفات مورد بررسی مقایسه میانگین‌ها انجام شد. از آنجا بررسی غلظت عناصر به دلیل به وجود آمدن اثر رقت گاهی متناقض به نظر می‌رسد؛ لذا به جای غلظت از میزان جذب عناصر (حاصل ضرب غلظت عنصر در وزن خشک اندام هوایی) در مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول (۲) میزان آهن کل اندازه‌گیری شده در pH های مختلف را در دو کلات مورد پژوهش نشان می‌دهد. تغییرات کم میزان آهن محلول اندازه‌گیری شده در pH های مختلف نشان‌دهنده پایداری این کلات‌ها در pH های مختلف می‌باشد.

جدول ۲- نتیجه تست پایداری کلات‌های آهن مورد استفاده

pH(9.0)	pH(7.0)	pH(6.0)	آهن محلول (%)
۶/۴	۶/۶۴	۶/۶	کلات آهن با بنیان سیترات
۶/۸	۷/۰	۷/۰	کلات آهن با بنیان EDDHA

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمارهای مختلف (سطوح متفاوت از دو نوع کود کلات آهن مورد استفاده) دارای تاثیر معناداری بر روی میزان عناصر اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه سورگوم شامل نیتروژن و فسفر در سطح یک درصد، کلسیم و مس در سطح ۵ درصد و آهن و منگنز در سطح ۰/۱ درصد بوده است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد سطوح مختلف دو نوع کلات آهن مورد استفاده بر غلظت برخی عناصر غذایی در بخش هوایی سورگوم

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
Ca	Mg	K	P	N		
۰/۰۱*	۰/۰۰۹ ns	۰/۱۳ ns	۰/۰۰۵**	۰/۲۳**	۸	تیمار
۰/۰۰۱*	۰/۰۰۶	۰/۰۷	۰/۰۰۱**	۰/۰۵	۱۸	خطا
۱۶/۳۶	۵/۸۱	۷/۱۸	۱۳/۱۴	۱۵/۶۸		ضریب تغییرات
Fe/Mn	Cu	Zn	Mn	Fe		
۰/۰۸***	۸/۴۸*	۸۹/۹۱ ns	۳۳۵/۳۱***	۲۲۹/۴۵***	۸	تیمار
۰/۰۰۳	۲/۷۷	۲۹/۷۰	۲۵/۷۴	۱۶/۲۲	۱۸	خطا
۱۰/۶۳	۱۵/۲۵	۱۵/۶۵	۶/۷۶	۱۰/۵۱		ضریب تغییرات

*، ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد و ns غیر معنادار

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که استفاده از کود آهن از هر دو منبع باعث افزایش معنادار جذب آهن در اندام هوایی گیاه شده (جدول ۴). بیشترین میزان جذب آهن در اندام هوایی گیاه سورگوم در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA بود (۹۵۱/۳۰) که با تیمارهای ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از همان کود و نیز تیمارهای ۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-Citrate اختلاف آماری معناداری نداشتند. نتیجه به‌دست آمده با یافته‌های Schenkeveld و همکاران (۲۰۰۸) و جوکار و رونقی (۱۳۹۴) همخوانی دارد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها در مورد جذب عناصر اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه سورگوم (جدول ۴)، اعمال تیمارهای مختلف کود کلات آهن باعث افزایش معنادار میزان نیتروژن در گیاه شده است. کمترین میزان نیتروژن در تیمار شاهد (بدون کود کلات آهن) مشاهده شد (۱۷/۷۵ میکروگرم بر گلدان) و بیشترین میزان نیتروژن در تیمار ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک از منبع کلات آهن با بنیان سیترات بوده است (۳۶/۸۹ میکروگرم بر گلدان). پژوهشگران مختلفی وجود ارتباط بین آهن و نیتروژن در بافت‌های گیاهی را گزارش نموده‌اند. از آنجایی که قسمت عمده آهن از نیتروژن (۷۰ درصد) در کلروپلاست برگ ذخیره می‌شود، با توجه به نقش عمده آهن در تشکیل کلروپلاست، افزایش آهن تاثیر مثبتی در افزایش نیتروژن در بافت‌های گیاهی دارد (Schlemmer و همکاران، ۲۰۰۵). سایر تیمارها تفاوت معناداری از نظر غلظت نیتروژن موجود در بافت گیاهی نداشتند.

با افزایش سطح آهن در هر دو نوع کود کاربردی، جذب فسفر بخش هوایی کاهش معنی‌داری یافت. بیشترین جذب فسفر در بخش هوایی در تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کلات با بنیان سیترات اندازه‌گیری شد. کمترین جذب فسفر بخش هوایی در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در

کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA بود که با تیمار ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از همین منبع کودی و نیز با تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع کلات با بنیان سیترات تفاوت معناداری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفت. در پژوهش انجام گرفته توسط جوکار و رونقی (۱۳۹۴) افزایش سطوح آهن از منابع مختلف کلاته با کاهش غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه سورگوم همراه بوده است. این امر احتمالاً به دلیل تشکیل فسفات آهن یا فسفات هیدروکسید آهن بوده است (Rout and Sahoo, 2015).

با افزایش سطح آهن در هر دو نوع کود کاربردی، میزان جذب منگنز بخش هوایی کاهش معنی‌داری پیدا کرد (جدول ۴). کاهش جذب منگنز با افزایش سطح آهن می‌تواند به دلیل رابطه آنتاگونیستی آهن با منگنز و یا رقابت میان آهن و منگنز برای اشغال محل‌های جذب روی ناقل‌ها در سطح ریشه در گیاه باشد (Fageria, 2003). بیشترین جذب منگنز بخش هوایی در تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کلات آهن با بنیان سیترات مشاهده شد (میانگین ۱۶۸۷/۷۰ میکروگرم بر گلدان) که با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین میزان جذب منگنز بخش هوایی در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کلات Fe-EDDHA مشاهده شد (میانگین ۱۲۲۵/۱۹ میکروگرم بر گلدان) که با تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کلات آهن با بنیان سیترات تفاوت معناداری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند (میانگین ۱۳۱۲/۳۹ میکروگرم بر گلدان).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر نوع و سطوح مختلف کود کلات آهن، بر جذب عناصر غذایی توسط بخش هوایی گیاه سورگوم

Fe/Mn	Cu	Mn	Fe	Ca	P	N	عملکرد تیمار		
							سطح آهن mg/kg	گرم وزن خشک در گلدان	
		mg/Kg			میکرو گرم بر گلدان			منابع کود آهن	
de, ۰/۳۹	abc ۱۸۷/۷۲	ab ۱۶۷۲/۹۵	۴۴۶/۰۶	abcd ۶/۱۶	ab ۴/۷۵	d ۱۷/۷۵	de ۱۷/۶۱	۰	-
a, ۰/۷۸	abc ۲۰۸/۴	f ۱۲۲۵/۱۹	a ۹۵۱/۳۰	abc ۷/۸۲	d ۳/۷۱	bc ۲۹/۷۱	a ۱۹/۵۵	۱۰	کلات آهن
bc, ۰/۶۲	a ۲۴۸/۹۵	cde ۱۳۶۵/۹۶	ab ۸۲۴/۶۰	abc ۷/۴۶	bcd ۴/۵۹	ab ۳۴/۸۵	ab ۱۹/۱۵	۷/۵	با بنیان EDDHA
c, ۰/۵۵	ab ۲۴۷/۹۴	cd ۱۳۸۹/۰۴	b ۷۶۸/۷۴	a ۸/۱۸	abc ۴/۶۵	abc ۳۰/۱۲	abcd ۱۸/۶۰	۵	
ef, ۰/۳۳	bc ۱۷۰/۰۰	b ۱۵۲۲/۵۰	cd ۵۰۱/۷۲	bcd ۵/۶	ab ۴/۵۵	cd ۲۲/۹۲	de ۱۷/۵۰	۲/۵	
b, ۰/۶۷	abc ۲۱۳/۴۵	def ۱۳۱۲/۳۹	ab ۸۷۹/۰۷	ab ۷/۹۱	cd ۳/۷۶	bc ۲۷/۵۰	abc ۱۸/۸۴	۱۰	کلات آهن
bc, ۰/۵۸	ab ۲۲۴/۷۶	c ۱۴۴۲/۲۱	ab ۸۳۶/۴۸	abc ۷/۱۱	ab ۵/۰۵	a ۳۶/۸۹	bcde ۱۸/۷۳	۷/۵	با بنیان سیترات
d, ۰/۴۳	c ۱۵۴/۹۳	c ۱۴۰۷/۴۰	c ۶۰۸/۲۶	cd ۵/۲۰	ab ۴/۸۳	abc ۲۸/۸۰	cde ۱۷/۸۹	۵	
f, ۰/۲۷	c ۱۵۰/۱۶	a ۱۶۸۷/۷۰	d ۴۶۲/۲۶	d ۴/۵۱	a ۵/۳۷	bcd ۲۴/۶۲	e ۱۷/۳۴	۲/۵	

- اعدادی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشند.

استفاده از کودهای کلات آهن سبب افزایش شدید در نسبت Fe/Mn در اندام هوایی گیاه سورگوم شد (جدول ۴). بیشترین نسبت Fe/Mn در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کود Fe-EDDHA (۰/۷۸) و کمترین میزان این نسبت در تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کود Fe-Citrate مشاهده شد (۰/۲۷) که با تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کود Fe-EDDHA (۰/۳۳) تفاوت معناداری نداشت. تغییرات شدید این نسبت در اثر مصرف بیش از اندازه کلات‌های آهن می‌تواند باعث کاهش عملکرد در گیاه بشود.

با افزایش میزان کود کاربردی، جذب کلسیم در گیاه افزایش یافت (جدول ۴). کمترین مقدار کلسیم اندام هوایی گیاه در تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم Fe-Citrate مشاهده شد که با تیمارهای ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم همان نوع کلات و تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم Fe-EDDHA و نیز تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند. بیشترین میزان کلسیم مشاهده شده در اندام هوایی گیاه در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کود سکوسترین مشاهده شد که با دیگر تیمارهای باقی‌مانده تفاوت معناداری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

با وجود این که استفاده از کلات آهن از هر دو منبع تاثیر معناداری در سطح ۵ درصد بر میزان مس اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه سورگوم داشته است (جدول ۴)، اما این تاثیر از روند چندان مشخصی پیروی نمی‌کند. در هر صورت بیشترین میزان مس اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه



سورگوم در تیمار ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-EDDHA و کمترین مقدار در تیمارهای ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن از منبع Fe-Citrate مشاهده شد.

استفاده از کودهای کلات آهن از هر دو منبع تاثیر معناداری بر میزان عناصر منیزیم، پتاسیم و روی اندازه‌گیری شده در اندام‌های هوایی گیاه سورگوم نداشت. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط جوکار و رونقی (۱۳۹۴) همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد کود آهن از هر دو منبع کود کلات آهن، به ویژه در سطوح بالاتر (۱۰ و ۷/۵ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک) بر میزان جذب بیشتر عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در اندام هوایی گیاه سورگوم، تاثیر معناداری داشته است. در کل افزایش سطح مصرف آهن از هر دو منبع کلاته با بنیان سترات و EDDHA باعث افزایش جذب عناصر نیتروژن، آهن، کلسیم، مس و کاهش میزان جذب عناصر منگنز و فسفر توسط گیاه شد. مصرف کود آهن از هر دو منبع تاثیری بر غلظت عناصر پتاسیم، روی و منیزیم در اندام هوایی گیاه نداشت. همچنین در مورد بیشتر عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه سورگوم، در سطح ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن، تفاوت معنی‌داری بین دو نوع کلات آهن مورد استفاده، Fe-Citrate و Fe-EDDHA، مشاهده نشد.

منابع

- جوکار، ل. رونقی، ع. م. کریمیان، ن. و قاسمی فسایی، ر. ۱۳۹۴. اثر کاربرد سطوح مختلف آهن از نانوکود کلات آهن و سکوسترین آهن بر رشد و غلظت برخی عناصر غذایی گیاه لوبیا در یک خاک آهکی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال ششم، شماره ۲۲، ۱۸-۹.
- منظری توکلی، م. باقری، و روستا، ح. م. ۱۳۹۳. مقایسه کارایی منابع مختلف آهن بر رشد و ویژگیهای فیزیولوژیک کاهو در شرایط قلیایی در سیستم هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال پنجم، شماره ۲۰، ۴۹-۴۱.
- Briat, J. F., Curie, C. and Gaymard, F. 2007. Iron utilization and metabolism in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 10, 276-282.
- Fageria, N.K., Slaton, N.A. and Baligar, C. 2003. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advanced Agronomy*, 80, 63-152.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) .2005. Land and Plant Nutrition Management Services Map of World Calcisols [Online]. Available at:<http://www.fao.org/ag/agl/agll/prosoil/calc.htm>
- Li, L., Zhang, J., Wang, Y., Xing, W. and Zhu, A. 2005. Effects of soil properties and depth on fruit tree chlorosis in the loess region in northern China. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(9-10), 1129-1140.
- Lucena, C.F.J., Romera, C.L., Rojas, M.J., Garcia, F., Alcantara, E. and Perez-Vicente, R. 2007. Bicarbonate blocks the expression of several genes involved in the physiological responses to Fe deficiency of strategy I plants. *Funct.*
- Rout, G. R and Sahoo, S. 2015. Role of Iron in plant growth and metabolism. *Agricultural Science*, 3, 1-24.
- Wiersma, J. V. 2007. Iron Acquisition of Three Soybean Varieties Grown at Five Seeding Densities and Five Rates of Fe-EDDHA. *Agronomy Journal*, 99, 1018-1028.
- Schenkeveld, W.D.C., R. Dijcker, A.M. Reichwein, E.J.M. Temminghoff, and W.H. van Riemsdijk. 2008. The effectiveness of soil-applied FeEDDHA treatments in preventing iron chlorosis in soybean as a function of the Fe-EDDHA content. *Plant Soil*, 303, 161-176.
- Schlemmer, M. R., Francis, D. D., Shanahan, J. F. and Schepers, J. S. 2005. Remotly measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content, *Agronomy Journal*, 97, 106- 112.
- Wiersma, J. V. 2007. Iron Acquisition of Three Soybean Varieties Grown at Five Seeding Densities and Five Rates of Fe-EDDHA. *Agronomy Journal*, 99, 1018-1028.
- Ylivainio, K., Jaakkola, A. and Aksela, R. 2004. Effect of Fe compounds on nutrient uptake by plants grown in sand media with different pH. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 167, 602-608.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Comparison of efficiency of two Iron chelates with different foundations on nutrients absorption by sorghum in a calcareous soil

Mashayekhi* , P and Marjovvi, A.R. 2

1&2. Scientific members of Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Isfahan, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of two different iron chelates with citrate and EDDHA foundations on the macro and micro nutrient absorption by sorghum, in calcareous soils, a greenhouse experiment was carried out in a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of five iron levels (0, 2.5, 5, 7.5 and 10 mg kg⁻¹ of soil) from two iron chelate sources. The results showed that with increasing iron levels from both fertilizer sources, iron and nitrogen concentrations increased significantly compared to control treatment, especially in treatment 10 mg kg⁻¹. The application of both iron chelate fertilizers caused a significant decrease in the concentration of phosphorus and manganese in the plant's shoot. Different levels of iron fertilizer from both sources did not have a significant effect on zinc, magnesium and potassium concentration in sorghum. The studied iron chelates did not have significant statistical differences, especially at higher levels of 10 and 7.5 mg kg⁻¹, in terms of different measured characteristics in the plant.

Keywords: Absorption, Iron chelate, Macro and micro nutrient, Sorghum.

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

فسفر کارایی ارقام بهاره کلزا در شرایط تنش کمبود فسفر

فریدون نورقلی پور^{۱*}، حسین میرسید حسینی^۲، محمدمهدی طهرانی^۱، بابک متشعزاده^۲، فرهاد مشیری^۱ و ساناز توحیدلو^۲^۱ استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج^۲ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج^۲ کارشناس ارشد موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

چکیده

گیاهان در مواجهه با تنش کمبود فسفر، راهبردهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را در پیش می‌گیرند. گیاه کلزا در ایران به عنوان مهمترین گیاه دانه روغنی در نظر گرفته می‌شود. در آزمایش گلدانی، فسفر کارایی هفت رقم کلزا با تیپ رشد بهاره (آرجی اس، دلگان، زابل، جری، جولوس، هایولا ۴۰۱، ظفر) در شرایط کمبود فسفر (۴/۶ میلی گرم در کیلوگرم) و فراهمی فسفر (افزودن فسفر به میزان ۸۰ میلی گرم فسفر در کیلوگرم خاک) از منبع مونیو پتاسیم فسفات، بررسی گردید. بر اساس نتایج، ارقام از لحاظ تولید بیوماس، جذب فسفر و کارایی جذب و استفاده، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. فسفر کارایی از ۰/۵۱۸ در رقم دلگان تا ۰/۲۳۴ در رقم جری متغیر بود و کارایی جذب فسفر ارقام نیز از ۰/۳ در رقم دلگان تا ۰/۱۳۷ در رقم جری متغیر بود. به نظر می‌رسد که فسفر کارایی و تولید ماده خشک در زمان کمبود فسفر ارقام، بیشتر وابسته به کارایی آنها در جذب فسفر می‌باشد. در توصیه کودی فسفر برای گیاه کلزا، علاوه بر مقدار فسفر قابل دسترس خاک و دیگر خصوصیات خاک، باید نوع رقم و خصوصیات ریشه آن نیز مد نظر قرار گیرد. استفاده از ارقام فسفر کارایی کلزا از جمله رقم دلگان می‌تواند باعث کاهش هزینه مالی و زیست محیطی کاربرد کودهای فسفره گردد.

کلمات کلیدی: کارایی درونی استفاده از فسفر، شاخص استفاده از فسفر، کارایی جذب، شاخص تنش

مقدمه

فسفر یکی از ۱۷ عنصر غذایی ضروری برای رشد گیاهان بوده (Elanchezhian و همکاران ۲۰۱۵) و تمامی واکنش‌های بیوشیمیایی و توسعه‌ای در گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹). کاربرد کودهای معدنی فسفره اگرچه مقدار تولید محصولات کشاورزی را به صورت غیر قابل انکار افزایش داده ولی اثرات سوء نیز بر محیط زیست داشته است. بدین دلیل اصلاح گیاه برای هماهنگ شدن با خاک به جای اصلاح خاک برای هماهنگ شدن با نیاز گیاه، راهکار اکولوژیکی موثر در تولید پایدار محصولات کشاورزی است (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹). گیاهان در مواجهه با تنش کمبود فسفر، برخی از راهبردهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی را در پیش می‌گیرند تا بتوانند فسفر را جذب نمایند (Vance و همکاران ۲۰۰۳). مکانیسم‌های تطبیقی شامل: کاهش سرعت رشد، افزایش رشد به ازای هر واحد فسفر جذب شده، جابجایی مجدد فسفر، تغییر در اسیدیته محیط ریزوسفر ریشه، افزایش تولید و ترشح اسیدهای آلی و آنزیم‌های فسفاتاز و تغییر در آرایش و مورفولوژی ریشه، افزایش سطح تماس ریشه ناشی از افزایش رشد ریشه و افزایش تولید ناقلین فسفر معدنی (Vance و همکاران ۲۰۰۳) می‌باشد. تمامی مکانیسم‌هایی که در بالا در مورد واکنش‌های گیاهان در زمان کمبود فسفر گفته شد، می‌توانند در دو گروه‌بندی قرار گیرند: کارایی جذب فسفر و کارایی استفاده از فسفر. کلزا (*Brassica napus L.*) به دلیل سازگاری آن با شرایط مختلف، ارزش اقتصادی و قیمت مناسب آن در مقایسه با غلات، به عنوان مهمترین گیاه دانه روغنی در ایران بوده و بیشترین سطح کشت را در این گروه دارد (بی نام ۱۳۹۶). مقدار فسفر قابل دسترس در ۵/۲ میلیون هکتار از اراضی قابل کشت ایران (۷۰/۲ درصد از اراضی آبی) کمتر از ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (طهرانی و همکاران ۱۳۹۱). هدف از این پژوهش بررسی و مقایسه رشد و جذب فسفر ۷ رقم کلزا با تیپ رشد بهاره در شرایط مواجه شدن با تنش کمبود فسفر با استفاده از شاخص‌های مناسب کارایی بود. نتایج این تحقیق می‌تواند مشخص نماید که کدام یک از ارقام، برای رشد به مقدار کمتری از فسفر نیاز دارد. این امر می‌تواند به عنوان یک استراتژی سودمند برای شرایط کمبود فسفر در نظر گرفته شود.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: nourfg@yahoo.com



خاک از مزارع ایستگاه تحقیقات اسماعیل آباد قزوین (۱۵/۸۵' ۳۶° شمالی و ۱۸/۸۸' ۴۹° شرقی، ارتفاع ۱۲۷۸ متر) براساس مقدار فسفر قابل دسترس پایین و مقدار فسفر کل زیاد، انتخاب گردید. با توجه به این که حدود بحرانی فسفر برای گیاه کلزا مقدار ۱۲-۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم پیشنهاد شده، خاک انتخاب شده نیز دارای مقدار فسفر قابل دسترس پایین تر از این حد بود. هفت رقم کلزا (*Brassica napus* L.) عبارت بودند از زابل، ظفر، آرجی اس و دلگان (ارقام آزاد گرده افشان) و جری، جولیوس و هایولا ۴۰۱ (ارقام هیبرید). آزمایش در شرایط کنترل شده در اتاق رشد، انجام شد. دمای شب ۱۸ و روز ۲۰ درجه سانتی‌گراد، شدت نور $126 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR تامین گردید. ساعت روشنائی- تاریکی به ترتیب ۱۶-۸ ساعت بود. در این آزمایش گلدهی‌های پلی‌اتیلنی با ۲۲۰۰ گرم خاک هوا خشک (عبور نموده از الک ۴ میلی‌متر)، استفاده شد. دو تیمار فسفر صفر میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم افزوده شده به خاک (با فسفر قابل جذب اولیه ۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم)، فراهمی فسفر (۸۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم، افزوده شده به خاک از منبع مونوپتاسیم فسفات)، مورد مقایسه قرار گرفت. مقدار ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر بر اساس مطالعات Akhtar و همکاران (۲۰۰۹) و نیز پیش تیمار اولیه انجام شده با سطوح بیشتر و کم تر از این سطح، انتخاب گردید. ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم از منبع اوره و ۶ میلی‌گرم آهن از منبع Fe-EDDHA 138 که به صورت محلول غذایی پیش از کشت با خاک، مخلوط شدند. گلدهی‌ها با آب مقطر، آبیاری گردید. در هر گلدهی تعداد ۲ جوانه تا انتهای آزمایش، حفظ گردید. ۴۵ روز پس از کشت مقارن با مرحله رشدی ۱۸ از کد دو رقمی رشد کلزا (۵) برداشت انجام شد. ریشه‌ها در چند نوبت با آب مقطر تمیز شدند. نمونه‌های گیاه پس از قرارگیری در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت در اسید هیدروکلریک ۲ نرمال، هضم شدند. غلظت فسفر (mg g^{-1}) در ریشه و اندام هوایی گیاه به روش رنگ زرد مولیبدو و انادات (Chapman و Pratt ۱۹۶۲) با اسپکتروفوتومتر قرائت شد. کارایی درونی استفاده از فسفر (PUE= P utilization efficiency) و شاخص استفاده از فسفر (PUI=P utilization index) بر اساس روش Wissuwa و Rose (۲۰۱۲)، فسفر کارایی (PE= P efficiency) و کارایی جذب فسفر (P ACE= acquisition efficiency) بر اساس روش Ozturk و همکاران (۲۰۰۵) و شاخص تنش فسفر (PSF = P stress factor) بر اساس وزن خشک اندام هوایی (SDW) shoot dry weight تعیین شدند (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹).

- 1- $\text{PUE} (\text{g DW mg p}^{-1}) = (\text{mg plant}^{-1}) / \text{وزن خشک ساقه یا ریشه}$
- 2- $\text{PUI} (\text{g}^2 \text{ DW mg p}^{-1}) = (\text{mg g}^{-1}) / \text{غلظت فسفر} / (\text{g plant}^{-1})$ وزن خشک ریشه یا ساقه
- 3- $\text{PE} = \text{P}_0 / \text{P}_80$ وزن خشک ریشه یا ساقه در P_80 / (g plant^{-1}) وزن خشک ریشه یا ساقه در P_0
- 4- $\text{PACE} = \text{P}_0 / \text{P}_80$ جذب در ریشه یا ساقه در P_80 / (mg plant^{-1}) جذب در ریشه یا ساقه در P_0
- 5- $\text{PSF} = (\text{SDW P}_80 - \text{SDW P}_0) / \text{SDW p}_80$ $(\text{g plant}^{-1}) / (\text{g plant}^{-1})$

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه شده است. خاک غیر شور با فسفر و آهن کم بود. جدول ۱- برخی خصوصیات مهم فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در آزمایش

بافت	ماده آلی	پ.هاش	قابلیت هدایت الکتریکی	فسفر کل خاک	فسفر محلول در آب	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	روی
	(درصد)	(دسی‌زیمنس بر متر)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)
لوم شنی	۰/۳	۷/۹	۰/۷۹	۱۳۴۵	۴/۶	۴/۶	۲۷۰	۲/۵	۶/۳	۱	۱/۱

تاثیر تنش فسفر بر تجمع بیوماس و جذب فسفر در ارقام مختلف کلزا

تنش فسفر باعث کاهش ۲/۵ برابری وزن خشک اندام هوایی (حدود ۶۲/۵ درصد) گیاه گردید. در شرایط تنش فسفر رقم دلگان بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱/۰۸ گرم در گیاه) و رقم جولیوس کمترین مقدار وزن خشک را تولید نمود (۰/۴ گرم در گیاه). در شرایط تنش فسفر، ارقام کلزا، تفاوت معنی داری ($p < 0.01$) از لحاظ وزن خشک ریشه، داشتند (جدول ۲ و ۳). در شرایط کمبود فسفر مقدار وزن خشک ریشه حدود ۶۶/۶ درصد نسبت به شرایط فراهمی فسفر، کاهش یافت. نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در شرایط تنش فسفر در رقم دلگان به صورت معنی داری بیشتر



از ارقام دیگر کلزا بود. مقدار بیشتر این نسبت در ارقام دچار تنش، می تواند ناشی از افزایش مقدار انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه و مصرف مواد فتوسنتزی در ریشه و افزایش سطح ریشه و متعاقب آن افزایش جذب فسفر در این ارقام نسبت به ارقام دیگر کلزا گردد. رشد بیشتر ریشه در ارقام کارا می تواند به گیاه دچار تنش کمک نماید تا بتواند مقدار بیشتری فسفر از محیط اطراف نسبت به ارقام غیر کارا، جذب نماید (Akhtar و همکاران، ۲۰۰۹). ژنوتیپ هایی از گیاهان که دارای سیستم ریشه گسترده تر و در عین حال مقدار بیشتر ماده خشک در اندام هوایی هستند می توانند به عنوان ارقام فسفر کارا در شرایط تنش کمبود فسفر در نظر گرفته شوند (Elanchezhian و همکاران، ۲۰۱۵). تنش کمبود فسفر باعث کاهش معنی دار ($p < 0.01$) جذب فسفر در اندام هوایی (۷۷/۹ درصد) و ریشه (۸۳/۵ درصد) شد (جدول ۳) (نتایج جذب فسفر ریشه ارائه نشده است). در کلیه ارقام کلزا و در هر دو سطح فسفر، مقدار جذب فسفر در ساقه بیشتر از ریشه بود. بیشترین مقدار فسفر جذب شده اندام هوایی در رقم دلگان (۳/۰۹ میلی گرم در گیاه) و کمترین آن در رقم جری (۱/۲۵ میلی گرم در گیاه) مشاهده شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر شاخص های وزن خشک بوته و جذب فسفر

منابع تغییرات	میانگین مربعات			
	نسبت ریشه به شاخصاره	وزن خشک ریشه	جذب فسفر شاخصاره	وزن خشک اندام هوایی
رقم	۰/۰۰۴**	۰/۰۱۹**	۳/۷۶**	۰/۳۸**
مقدار فسفر	۰/۰۰۳**	۰/۳۵**	۶۱۶**	۱۷/۵**
رقم × مقدار فسفر	۰/۰۰۰۳*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}
خطا	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۶۲۹	۰/۰۳۸

ns, **, * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار



جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مقدار فسفر و نوع رقم بر وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و جذب فسفر ارقام کلزا

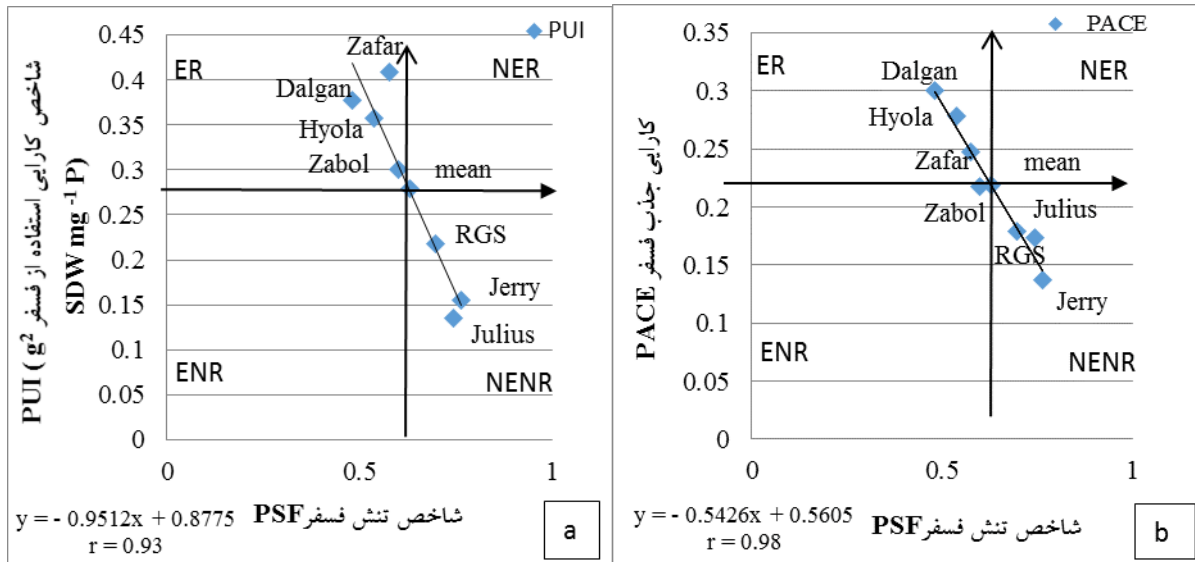
رقم	نسبت ریشه به شاخساره		وزن خشک ریشه		جذب فسفر شاخساره		وزن خشک اندام هوایی	
	-		(گرم در گیاه)		(میلی گرم در گیاه)		(گرم در گیاه)	
	P80	P0	P80	P0	P80	P0	P80	P0
دلگان	۰/۱۷۰ a	۰/۱۷۴a	۰/۱۸۱ a	۰/۳۶۴a	۳/۰۹ a	۱۰/۳۴ a	۱/۰۸a	۲/۰۹ b
ظفر	۰/۱۰۰ c	۰/۱۳۲b	۰/۱۰۴ bc	۰/۳۲۹ab	۲/۶۵ abc	۱۰/۷۷ a	۱/۰۴a	۲/۴۹ a
آرجی اس	۰/۱۱۶bc	۰/۱۲۷bc	۰/۱۲۸b	۰/۳۰۶abc	۱/۹۱ cd	۱۰/۵۹ a	۱/۰۱a	۲/۲ ab
زابل	۰/۰۷۷d	۰/۱۱۴cd	۰/۰۶d	۰/۲۲۴ de	۲/۰۶bcd	۹/۳۲ a	۰/۷۹ ab	۱/۹۸ bc
هایولا ۴۰۱	۰/۱۳۰b	۰/۱۳۹ b	۰/۰۷۶ cd	۰/۲۷۴ bcd	۲/۸۸ ab	۱۰/۴ a	۰/۶۴bc	۲/۱۴ ab
جری	۰/۱۱۱ bc	۰/۱۳۵b	۰/۰۴۸ d	۰/۲۵۴ cd	۱/۲۵ d	۹/۴۷ a	۰/۴۴bc	۱/۸۸bc
جولیوس	۰/۱۰۰ cd	۰/۰۹۸ d	۰/۰۴۳ d	۰/۱۶۵e	۱/۳۷ d	۷/۹۶ b	۰/۴۳ c	۱/۶۹ c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش دانکن.

فسفر کارایی، کارایی جذب و استفاده از فسفر و شاخص تنش فسفر

کاهش ۱/۶۲ برابری کارایی استفاده درونی از فسفر در شرایط فراهمی فسفر، نسبت به شرایط کمبود آن، نشان می‌دهد که مقدار وزن خشک کمتری برای هر واحد فسفر جذب شده تولید شده یا مقدار کمتری از فسفر درونی برای تولید ماده خشک مصرف شده است (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹). ولی شاخص کارایی مصرف فسفر (PUI) ۳۶ درصد در شرایط کمبود، نسبت به شرایط فراهمی فسفر کاهش یافت. دو شاخص PUI (Akhtar و همکاران ۲۰۰۹) و PUTE (Vance و همکاران ۲۰۰۳) متفاوت از یکدیگر هستند که بر اساس غلظت و یا جذب فسفر، محاسبه می‌گردند و به وسیله محققین مختلفی استفاده شده‌اند ولی به نظر می‌رسد میزان استفاده از شاخص PUTE در میان محققین بیشتر باشد. در این آزمایش، کارایی استفاده درونی از فسفر در رقم دلگان تفاوت معنی‌داری با رقم جری نداشت. بنا به نظر Zhang و همکاران (۲۰۰۸)، کارایی در جذب و تغییرات مورفولوژی ریشه و ترشحات ریشه، دلیل افزایش کارایی در ارقام کلزای مورد بررسی آنها بود نه کارایی در مصرف یا جایجایی مجدد عناصر در اندام گیاه. بیشترین شاخص کارایی مصرف فسفر در رقم ظفر ($0/409 \text{ g}^2 \text{ SDW mg}^{-1} \text{ P}$) و کمترین آن در رقم جولیس ($0/135 \text{ g}^2 \text{ SDW mg}^{-1} \text{ P}$) مشاهده شد. رابطه بین PUI و PSF معنی‌دار و منفی بود ($r = -0/96, P < 0/01$) و رابطه بین PACE و PSF نیز همین روند را داشت ($r = -0/99, P < 0/01$). این امر نشان می‌دهد که ارقامی که برای هر غلظت فسفر، مقدار بیشتری از ماده خشک را تولید نمودند، مقدار کمتری تحت تاثیر تنش فسفر، تولید ماده خشک را کاهش دادند. فسفر کارایی از ۰/۵۱۸ در رقم دلگان تا ۰/۲۳۴ در رقم جری متغیر بود (نتایج ارائه نشده است). در شرایط تنش، ارقامی که فسفر کارایی بیشتری داشتند وزن خشک بیشتری نیز تولید نمودند ($r = 0/97, P < 0/01$). کارایی جذب فسفر ارقام کلزا از ۰/۳۴۷ در رقم دلگان تا ۰/۱۳۷ در رقم جری متغیر بود. رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کارایی جذب فسفر با وزن خشک اندام هوایی و فسفر کارایی وجود داشت (به ترتیب $P < 0/01$ ، $0/95$ و $0/93$). این امر می‌تواند نشان دهنده تاثیر بیشتر کارایی جذب فسفر در ایجاد فسفر کارایی در ارقام کلزای مورد بررسی نسبت به کارایی مصرف فسفر باشد. بر اساس رابطه همبستگی بین PUI و PACE با PSF، ارقام کلزا در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۱): کارا و واکنش‌پذیر ($ER = \text{efficient responsive}$)، کارا و غیر واکنش‌پذیر ($ENR = \text{efficient and non-responsive}$)، غیر کارا و واکنش‌پذیر (NER)، غیر کارا و غیر واکنش‌-

پذیر (NENR). بر اساس شاخص PUI در گروه کارا و واکنش پذیر ارقامی مثل دلگان و هایولا، ظفر و زابل قرار گرفتند و ارقامی مثل جری، جولوس و آرجی اس به صورت غیر کارا و غیر واکنش پذیر بودند (شکل ۱a). بر اساس شاخص PACE در گروه کارا و واکنش پذیر ارقامی مثل دلگان، هایولا و ظفر قرار گرفتند. ارقامی مثل جری، جولوس و آرجی اس به صورت غیر کارا و غیر واکنش پذیر دسته بندی شدند و زابل در گروه کارا و غیر واکنش پذیر قرار گرفت (شکل ۱b). تفاوت و یا عدم تفاوت در نحوه قرارگیری ارقام در دو نوع دسته بندی به تفاوت آنها از لحاظ کارایی جذب و یا کارایی مصرف وابسته است.



شکل ۱- تفکیک ارقام بر اساس شاخص کارایی استفاده از فسفر (PUI) یا بر اساس کارایی جذب فسفر (PACE) به عنوان تابعی از فاکتور تنش فسفر (PSF)

نتیجه گیری

ما بین ارقام کلزای مورد بررسی در این آزمایش در شرایط تنش کمبود فسفر از لحاظ وزن خشک اندام هوایی و ریشه، مقدار فسفر و کارایی جذب، تفاوت وجود داشت. ارقامی از کلزا که کارایی جذب فسفر بیشتری داشتند مثل دلگان در شرایط تنش، وزن خشک بیشتری نیز تولید نمودند ($r = 0.93$, $P < 0.01$). اگر رابطه همبستگی بین فسفر کارایی و کارایی مصرف درونی فسفر را در نظر بگیریم ($r = 0.4$, $P < 0.07$) می توان فسفر کارایی در این ارقام را مرتبط با کارایی جذب فسفر در نظر گرفت ولی اگر رابطه بین فسفر کارایی و شاخص کارایی مصرف فسفر را در نظر بگیریم ($r = 0.91$, $P < 0.01$)، متوجه می شویم که علاوه بر کارایی جذب، کارایی مصرف فسفر نیز در کلزا موثر خواهد بود. در جمع بندی می توان گفت که فسفر کارایی ارقام و تولید وزن خشک در شرایط تنش فسفر به توانایی آنها در جذب فسفر وابسته است. رقم دلگان در شرایط تنش، دارای شاخص های رشدی بهتری نسبت به ارقام دیگر بود و نشان داد که می تواند برای شرایط تنش فسفر، رقم مناسبتری باشد. استفاده از ارقام فسفر کارا می تواند به عنوان استراتژی سودمند در تولید پایدار محصولات کشاورزی در شرایط تنش کمبود فسفر و نیز حفظ محیط زیست در نظر گرفته شود.

منابع

بی نام. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی. فصل اول محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
 طهرانی، م. م.، بلالی، م.، ر.، مشیری، ف. و دریا شناس، ع. ا. ۱۳۹۱. توصیه و برآورد کود در ایران: چالش ها و راهکارها. مجله علوم خاک و آب، (۲) ۲۶، ۱۴۴-۱۲۳.

Akhtar, M. S., Oki, Y. and Adachi, T. 2009. Mobilization and acquisition of sparingly soluble P sources by Brassica cultivars under P starved environment II. Rhizospheric pH changes, redesigned root architecture and Pi uptake kinetics. Journal of Integrated Plant Biology, 51, 1024-1039.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1962. Methods of analysis for soils, plants and waters. Soil Science, 93, 1-68.



Elanchezhian, R., Krishnapriya, V., Pandey, R., Rao, A. S. and Abrol, Y. P. 2015. Physiological and molecular approaches for improving phosphorus uptake efficiency of crops. *Current Science*, 108, 1271-1279.

Rose, T. J. and Wissuwa, M. 2012. Rethinking internal phosphorus utilization efficiency: a new approach is needed to improve PUE in grain crops. *Advances in Agronomy*, 116, 185-217.

Vance, C. P., Uhde-Stone, C. and Allan, D. L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157, 423-447.

Zhang, H. W., Huang, Y., Xiang-Sheng, Y. and Fang-Sen, X. 2008. Evaluation of phosphorus efficiency in rapeseed (*Brassica napus L.*) recombinant inbred lines at seedling stage. *Acta Agronomica Sinica*, 34, 2152-2159.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Phosphorus efficiency of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in P stress condition

Nourgholipour F.*1, H. M. Hosseini 2, M. M. Tehrani1, B. Motesharezadeh 2, F. Moshiri1 and S.Tohidlou3

1. Soil & Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2. Department of Soil Science Engineering, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Master of science in soil and water research institute, agricultural research education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

When plants suffer from low P stress, they develop adaptive morphological, physiological and biochemical strategies to explore P under limiting conditions. Rapeseed is considered main oilseed crop in Iran. A pot experiment was conducted to determine relative use or acquisition efficiency of seven spring rapeseed cultivars (Talaye, Okapi, L72, Dalgan, Karaj, Brutus, Jerry) in deficiently (0 mg P kg⁻¹ add to soil with 4.6 mg Olsen P kg⁻¹) and adequately supplied P condition (80 mg P kg⁻¹ add to soil). Based on the results, cultivars had significant differences ($p < 0.05$) on biomass production, P uptake and utilization efficiency. PE among the cultivars ranged from 0.234 (Jerry) to 0.518 (Dalgan) and P acquisition efficiency ranged from 0.137 (Jerry) to 0.3 (Dalgan). It seems that P efficiency and biomass production in these cultivars is primarily due to their acquisition efficiency of P. It is important to consider the kind of cultivars and root properties for P recommendation, besides soil characteristics. Using of phosphorus efficient cultivars such as Dalgan can reduce financial and environmental costs of phosphorus fertilizer application.

Keywords: P utilization efficiency, P utilization index, acquisition efficiency, stress factor

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تعیین حد بحرانی روی و بور در برگ پنبه و مطالعه همبستگی عملکرد پنبه با غلظت این عناصر در برگ

محسن سیلسیپور^۱

بخش تحقیقات کشت گلخانه ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

چکیده

پنبه یکی از گیاهان صنعتی با ارزشی است که عملکرد و کیفیت آن وابسته به عناصر غذایی از جمله روی و بور است. روش‌های مختلفی برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای در گیاه وجود دارد که تجزیه برگ و دانستن غلظت عنصر مورد نظر در برگ یکی از این روش‌ها می‌باشد. برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای یک عنصر غذایی در گیاه، دانستن غلظت بحرانی آن عنصر در برگ ضروری است. به منظور تعیین حد بحرانی روی و بور در برگ پنبه و بررسی همبستگی عملکرد پنبه با غلظت این عناصر در برگ پنبه، طی پژوهشی یک ساله در مزارع پنبه دشت ورامین، تعداد ۳۲ مزرعه که از نظر مدیریتی یکسان بودند و در سری غالب خاک منطقه (سری ورامین) واقع شده بودند، نمونه‌گیری برگ به عمل آمد و با روش‌های رایج موسسه تحقیقات خاک و آب تجزیه گردید. در فصل برداشت نیز از تمامی مزارع مورد مطالعه سه نمونه تصادفی برداشت و میانگین عملکرد و ش تعیین گردید. سپس با استفاده از روش گرافیکی کیت و نلسون، غلظت بحرانی روی و بور برگ پنبه برای عملکرد نسبی دانه ۹۰ درصد، ۵۶ و ۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین گردید. بنابراین می‌توان استنباط کرد که در غلظت‌های کمتر از این حد، افزودن کودهای روی و بور به خاک می‌تواند موجب افزایش عملکرد گیاه شود.

کلمات کلیدی: روش گرافیکی، رگرسیون، وش پنبه

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات صنعتی است که نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی ایفا می‌نماید و صناعی چون روغن‌کشی و نساجی به این محصول وابسته‌اند (اته و آرپوز، ۲۰۱۱). یکی از روش‌های افزایش عملکرد در هکتار محصولات زراعی، تغذیه بهینه گیاه می‌باشد و برای حصول به حداکثر عملکرد، عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف باید به مقدار مکفی در اختیار گیاه باشند (اته و آرپوز، ۲۰۱۱) در بین عناصر غذایی کم‌مصرف، پنبه به کمبود روی به شدت حساس است (کاسار و کاتکت، ۲۰۰۷). روی در ساخت انواع پروتئین‌ها از جمله کربنیک‌آنهیدراز و سوپراکسیددیسموتاز نقش دارد. کمبود این عنصر باعث کاهش میزان فتوسنتز در گیاه می‌گردد (آسونکا و همکاران، ۲۰۱۳). در خاک‌های آهکی، از جمله خاک‌های مناطق خشک کشور، روی به فرم‌های غیرمحلول کربنات روی و هیدرواکسیدروی در می‌آید و به شدت از حلالیت آن کاسته می‌شود. در چنین شرایطی، افزودن کودهای حاوی روی به خاک برای افزایش عملکرد پنبه ضروری است (کاسار و کاتکت، ۲۰۰۷). بور نیز از جمله عناصر کم‌مصرف است که برای گیاهان عالی ضروری است. بور در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و انتقال این مواد تاثیر دارد (سیدیکی و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات نشان داده است که بور ضروری‌ترین عنصر کم‌مصرف برای پنبه است و برای تولید گرده، گل‌دهی و رشد غوزه حیاتی است (گورموس، ۲۰۰۵، ریتز و همکاران، ۲۰۱۳). طبق تحقیقات صورت گرفته، در خاک‌های آهکی، قابلیت جذب بور به شدت کاهش می‌یابد و باعث بروز کمبود بور در گیاه می‌گردد (روچستر، ۲۰۰۷). یکی از روش‌های مشخص نمودن تغذیه بهینه گیاه، تجزیه شیمیایی برگ است. غلظت هر عنصر غذایی در برگ گیاه نشان‌دهنده وضعیت تغذیه ای گیاه می‌باشد. با دانستن حد بحرانی و حد کفایت یک عنصر غذایی و مقایسه آن با غلظت آن عنصر غذایی در برگ، می‌توان پیش‌بینی کرد یا کمبود آن عنصر غذایی در گیاه را برآورد نمود. محققین معتقدند حد بحرانی غلظت یک عنصر در برگ، غلظتی است که در این غلظت، گیاه تنها ۱۰ درصد عملکرد خود را از دست داده است (بی نام، ۲۰۰۰). محققین زیادی از سالیان قبل به ایجاد ارتباط منطقی بین غلظت عناصر غذایی در برگ و عملکرد گیاه پرداخته اند (داو و روبرتز، ۲۰۱۰) اگرچه اعداد حد بحرانی بور و روی در برگ پنبه در برخی منابع موجود است، اما بهتر است این اعداد در شرایط متفاوت خاک و

اقلیم کشور ایران تعیین گردند. این پژوهش با هدف تعیین حد بحرانی بور و روی در برگ پنبه در شرایط خاک‌های آهکی منطقه ورامین که نماینده بسیاری از خاک‌های مناطق خشک کشور است، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

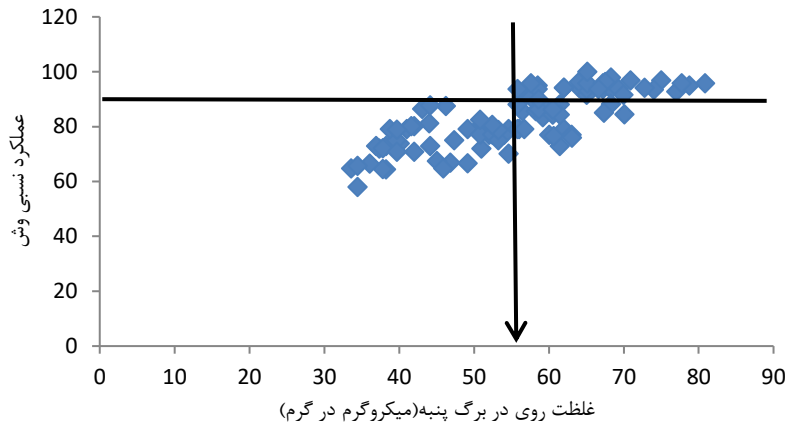
به منظور تعیین حد بحرانی عناصر غذایی بور و روی در برگ پنبه، این تحقیق در ۳۲ مزرعه پنبه واقع در دشت ورامین که در سری غالب خاک منطقه (سری ورامین) با ارتفاع میانگین ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار داشتند، در سال زراعی ۹۴-۹۳ انجام شد. بدین منظور، در تمامی مزارع مورد مطالعه، در فصل گل‌دهی پنبه، نمونه برداری از برگ پنبه (جدیدترین برگ تکامل یافته) طبق دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام شد. سپس برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از شستشو با آب مقطر، در آون به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۵۴ درجه سلسیوس خشک شدند. سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و غلظت بور و نیتروژن با استفاده از روش‌های رایج موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). در فصل برداشت پنبه (اواخر آبان)، در هر مزرعه، سه کادر یک متر مربعی به صورت تصادفی انداخته شد و برداشت و بوته‌ها کف‌بر و برای تعیین عملکرد وش و تعداد غوزه مورد استفاده قرار گرفتند. یکی از روش‌های تعیین وضعیت عناصر غذایی در گیاه، محاسبه رابطه میان عملکرد نسبی با غلظت عنصر مورد نظر در گیاه، جهت تعیین حد بحرانی می‌باشد. بدین ترتیب که با قرار دادن تغییرات عملکرد نسبی در محور Y و غلظت عنصر مورد نظر در برگ محور X، حد بحرانی عنصر مورد نظر در گیاه محاسبه می‌گردد. به منظور تعیین حد بحرانی غلظت روی و بور در برگ پنبه، با استفاده از روش گرافیکی کیت و نلسون (شکل ۱)، از نقطه ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه خطی افقی رسم شد. سپس خطی عمود بر این خط رسم شد، به گونه‌ای که بیشترین نقاط پلات شده در نمودار، در ربع اول و سوم مختصات قرار گیرند. محل تلاقی این خط با محور افقی (غلظت بور یا روی برگ) نشان دهنده غلظت بحرانی روی یا بور در برگ گیاه می‌باشد که باعث تولید ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه می‌گردد.

نتایج

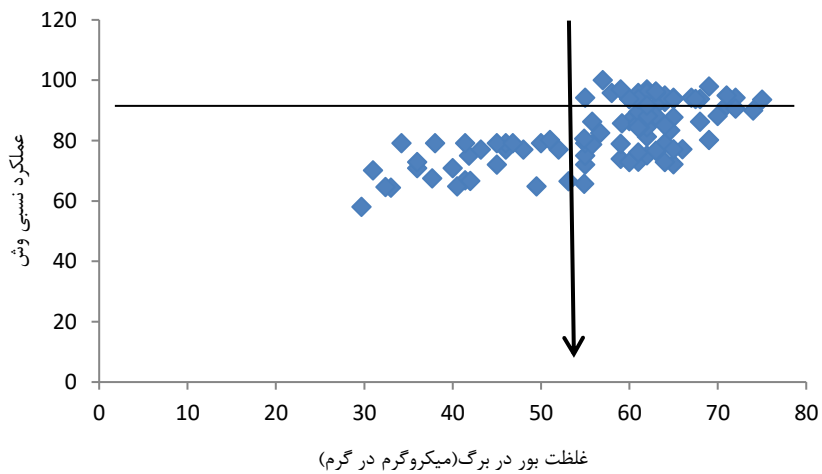
به منظور تعیین حد بحرانی غلظت بور و روی در برگ پنبه، با استفاده از روش گرافیکی (شکل ۱)، از نقطه ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه خطی افقی رسم شد تا خط برازش را قطع نماید. سپس از محل تقاطع، خطی عمودی رسم تا محور افقی را قطع نماید. محل تقاطع این خط با محور افقی شکل ۱، حد بحرانی غلظت روی برگ است که باعث تولید ۹۰ درصد عملکرد نسبی وش می‌گردد. در این پژوهش، حد بحرانی روی و بور در برگ در پنبه به ترتیب ۵۶ و ۵۴ میلی‌گرم در کیلوگرم برگ خشک برآورد گردید (شکل‌های ۱ و ۲). این نتیجه را یافته‌های سایر محققان تأیید می‌کند. طی یک تحقیق، حد بحرانی بور و روی در برگ پنبه به ترتیب ۵۵ و ۶۱ میکروگرم در گرم به دست آمد (احمد و همکاران، ۲۰۰۹) طی تحقیق دیگری، حد بحرانی بور در برگ پنبه ۵۳ میلی‌گرم در کیلوگرم هنگام گل‌دهی (رشید و رفیق، ۲۰۰۲) و حد بحرانی روی در برگ پنبه در زمان گل‌دهی نیز ۶۳ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (رشید و همکاران، ۱۹۸۸). محققین بر این عقیده هستند که حد بحرانی غلظت یک عنصر در برگ به شرایط آب و هوایی، بافت خاک، واکنش خاک و رقم وابسته است و این موضوع تفاوت بین ارقام گزارش شده توسط محققین مختلف را توجیه می‌کند (نبی و همکاران، ۲۰۰۶). بین غلظت روی برگ پنبه و عملکرد وش پنبه همبستگی معنی‌دار وجود داشت (شکل ۳) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۶۱ پیروی می‌کرد (رابطه ۱). همچنین بین غلظت بور برگ پنبه و عملکرد وش پنبه همبستگی معنی‌دار وجود داشت (شکل ۴) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۴۷ پیروی می‌کرد (رابطه ۲). در این روابط Y عملکرد وش به عنوان متغیر وابسته و X غلظت عنصر غذایی به عنوان متغیر مستقل می‌باشد.

$$Y = -0.16X^2 + 50.1X + 1716.5 \quad \text{رابطه ۱}$$

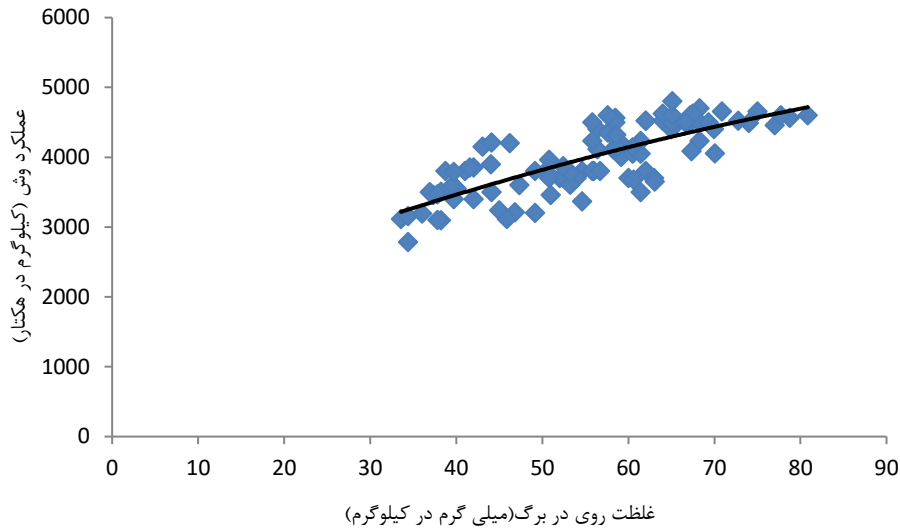
$$Y = -0.045X^2 + 35.7X + 2100.4 \quad \text{رابطه ۲}$$



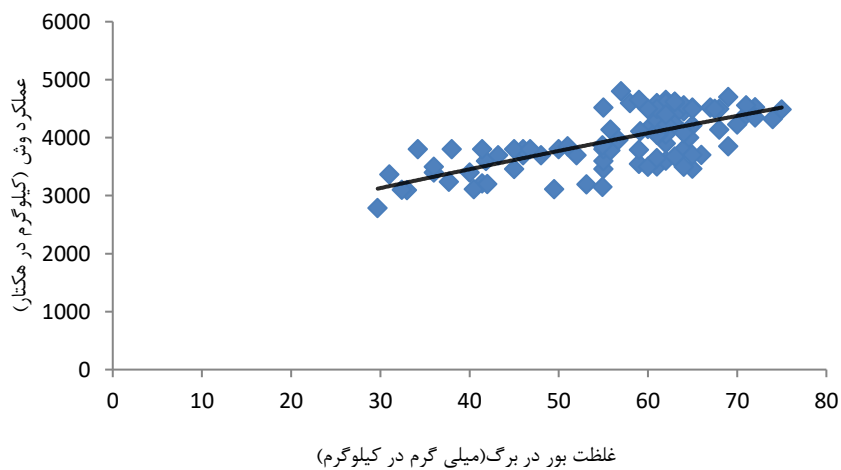
شکل ۱- تعیین غلظت بحرانی روی در برگ پنبه



شکل ۲- تعیین غلظت بحرانی بور در برگ پنبه



شکل ۳- همبستگی عملکرد وش پنبه با غلظت روی برگ



شکل ۴- همبستگی عملکرد وش پنبه با غلظت بور برگ

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که عملکرد پنبه تحت تاثیر غلظت روی و بور برگ است. غلظت بحرانی روی برگ ۵۶ و برای بور، ۵۴ میلی گرم در کیلوگرم تعیین گردید. بدین معنی که در مزارعی که غلظت روی و بور در برگ پنبه کمتر از این مقدار باشد، مصرف کودهای حاوی روی و بور موجب افزایش عملکرد وش پنبه می گردد.

منابع:

امامی، ع. ۱۳۷۵. شرح روش های تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

Ahmed, N. 2009. Establishment soil and plant tissue boron and zinc requirement for cotton in calcareous soils of Pakistan. Ph.D. thesis. University College of agriculture, Bahauddin Zakarya University. Pakistan.



Assunção, A.G.L. Persson, D.P. Husted, S. Schjørring, J.K. Alexander, R.D. and Aarts, M.G.M. 2013. Model of how plants sense zinc deficiency. *Metallomics*. 5:1110–1116.

Dow, A. I. and Roberts S. 2010. Critical Nutrient Ranges for Crop Diagnosis. *Agronomy Journal*. Vol. 74 No. 2, p. 401-403

Ete, L and Yarpuz. E. 2011. The effect of zinc application methods on seed cotton yield, lint and seed quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in east Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(44), pp. 8782-8789

Görmüş, O. 2005. Interactive effect of nitrogen and boron on cotton yield and fiber quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 51-59.

Kacar B. and Katkat A.V. 2007. *Fertilizers and Technique of Fertilizing*. 2nd Press, Nobel Publishing Company, Publication No: 1119, Ankara-Turkey.

Nabi, G., E. Rafique and Salim. M. 2006. Boron nutrition of four sweet pepper cultivars grown in boron-deficient soil. *J. Plant Nutr.* 29: 717-725.

Rashid, A. and Rafiq. E. 2000. Boron and zinc fertilizer use in cotton: importance and recommendation. PARC, Islamabad.

Reiter, M.S. 2013. Cotton Fertility. In. Herbert et al., editors, *Virginia Cotton Production Guide*. College of Agriculture and Life Science, Virginia Tech, Blacksburg, VA. pp. 1-4.

Rochester, I. 2007. Nutrient uptake and export from an Australian cotton field. *Nutrient Cycling in Agro. Eco. systems*, 77: 213–223

Siddiky, M.A., N.K. Halder, K.U. Ahammad, K. Anam and Rafiuddin. M 2007. Response of brinjal to zinc and boron fertilization. *International Journal of Sustainable Agricultural Technology* 3(3): 40-45.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation
Determination of the critical levels of zinc and boron in cotton leaf and study the correlation of cotton yield with concentration of these elements in leaves

Seilsepour, M*

Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and
Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

Abstract

Cotton is one of the most valuable industrial plants whose yield and quality depend on nutritional elements such as zinc and boron. There are several methods for assessing the nutritional status in plant, which leaf analysis and knowing the concentration of the element in the leaves is one of these methods. To assess the nutritional status of a nutrient element in a plant, knowing the critical concentration of that element in the leaf is essential. In order to determine the critical level of zinc and boron in cotton leaf and to investigate the correlation of cotton yield with the concentration of these elements, this study was conducted during a one-year research in cotton fields of Varamin plain. For this purpose, 32 fields with a similar management were selected. These fields were located in Varamin soil series. At flowering stage leaf samples were picked and analyzed for determination of Zn and B concentration. In the harvest season, all fields were harvested and the average yield was determined. Then, by using Kate and Nelson's graphical method, the critical concentration levels of Zn and B were determined for relative yield of 90%. Leaf critical levels for Zn and B were 56 and 54 mg.kg⁻¹, respectively. Based on the results, in fields that leaf concentration of Zn or B is below the critical levels, addition of zinc and boron fertilizers in soil can increase plant yield.

Keywords: Graphical method, Regression, Seed cotton

* Corresponding author, Email: mseilsep@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

پاسخ گیاه گوجه فرنگی به تنش شوری در مراحل مختلف رشد

زهرا نصیبی^۱، یعقوب حسینی^{۲*}^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد سبزیکاری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت^۲ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

چکیده

در سال‌های اخیر بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع آبی و همچنین خشکسالی‌های چند ساله اخیر علاوه بر تأثیر منفی بر کمیت آب مورد استفاده در بخش کشاورزی، کیفیت آب را نیز تنزل داده و شور شدن منابع آب و خاک را سبب شده است. از دیگر سو، گوجه فرنگی از محصولات مهم استان هرمزگان است و علاوه بر نیاز استان، نیاز استانهای دیگر را نیز تأمین می‌نماید. به منظور بررسی پاسخ این گیاه به تنش شوری در مراحل مختلف رشد، آزمایش حاضر اجرا شد. آزمایش دارای دو فاکتور شوری (شامل پنج مقدار کلرید سدیم: صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌مول در کیلو گرم خاک) و سه مرحله رشدی (ماه سوم، ماه چهارم و ماه پنجم پس از کاشت نشاء) بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری، وزن تر و خشک اندام هوایی بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت؛ به طوری که بیشترین مقادیر کاهش در مرحله پنج ماه پس از کاشت و کمترین آن در مرحله سه ماه پس از کاشت بود. هم-چنین با افزایش شوری تا ۴۵ میلی‌مول کلرید سدیم، مقادیر کلروفیل کل، a و b نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت، سپس در ۶۰ میلی‌مول کلرید سدیم، افزایش یافت که نسبت به تیمار ۴۵ میلی‌مول کلرید سدیم معنی‌دار نبود.

کلمات کلیدی: زمان برداشت، کلروفیل، کلرید سدیم، وزن خشک

مقدمه

گوجه فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum*، گیاهی علفی از خانواده بادمجانیان (Solanaceae) است (شکاری و همکاران، ۱۳۸۵). گوجه فرنگی نسبتاً حساس به شوری است. پیشینه قابلیت هدایت الکتریکی خاک بدون کاهش معنی‌دار عملکرد گوجه فرنگی، ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است (حسن‌دخت، ۱۳۸۷). کاربرد مواد کودی مناسب و اعمال مدیریت زراعی مناسب می‌تواند اثرات مضر شوری را کاهش دهند (Gobinathan و همکاران، ۲۰۰۹). فعالیان و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که با افزایش سطح شوری محلول غذایی در کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی وزن خشک بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. در آزمایشی مختاری و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تأثیر نمک NaCl در محلول غذایی کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی دریافتند که شوری موجب کاهش وزن خشک بخش هوایی گردید. در آزمایش دیگری نشان داده شد که شوری بر صفات طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، اثر معنی‌دار منفی داشته است (مرتضایی نژاد و رضایی، ۱۳۸۸). نتایج مشابهی در آزمایش مختاری و همکاران (۱۳۸۷) ملاحظه گردید، به طوری که با افزایش شوری، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل کاهش یافته، بنابراین رشد گیاه با افزایش شوری کاهش می‌یابد (طالب زاده و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیق دیگری ملاحظه شد با افزایش شوری، عملکرد و توده گیاهی گوجه فرنگی کاهش یافت (Taffou و همکاران، ۲۰۱۰) با توسعه مراکز صنعتی و گسترش فعالیتهای کشاورزی، بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی رو به گسترش می‌باشد که این امر، افزون بر کمیت، سبب کاهش کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی شده است. در استان هرمزگان، که منابع آبی زیرزمینی سهم عمده ای در منابع آبی استان دارند، نیز رشد و توسعه مراکز صنعتی در سال‌های اخیر، و همچنین خشکسالی‌های پی در پی چند ساله اخیر کیفیت منابع آبی مورد استفاده را بشدت تنزل داده است، به طوری که در بسیاری از نقاط استان تأمین آب شرب نیز با مشکل مواجه شده است. از دیگر سو، گوجه فرنگی یکی از محصولات مهم استان در نیمه دوم سال، یعنی هنگامی که کار تولید آن در دیگر استانها به سبب سرمای زمستانه متوقف شده است، می‌باشد و علاوه بر نیاز استان نیاز استانهای دیگر را نیز تأمین می‌نماید. با عنایت به مطالب گفته شده و این‌که تاکنون کاری تحقیقاتی در استان درباره تأثیر اثرات تنش شوری در مراحل مختلف رشد گوجه فرنگی انجام نشده بود، آزمایش حاضر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: yaaghoob.hosseini@yahoo.com

این پژوهش به صورت گلدانی در محل سازمان جهاد کشاورزی استان هرمزگان انجام شد. پس از انتخاب خاک مناسب (بدون محدودیت برای رشد گیاه)، مقدار مورد نیاز خاک انتخاب شده از عمق ۰-۳۰ سانتی متری جمع‌آوری و به محل اجرای تحقیق انتقال داده شد. خاک اولیه غیر شور (دارای قابلیت هدایت الکتریکی کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر) بود (جدول ۱). پس از عبور دادن آن از الک ۲ میلی متری، مقدار ۷ کیلوگرم از آن به داخل نایلونهای پلاستیکی ریخته و سپس به آنها بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز به صورت محلول اضافه گردید. آزمایش داری دو فاکتور شوری و مراحل رشد در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. شوری در ۵ سطح شامل خاک غیر شور (بدون اضافه کردن نمک)، اضافه کردن ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ میلی‌مول کلرید سدیم در کیلو گرم خاک بود. اثر فاکتور تنش شوری در سه مرحله رشد گیاه (ماه سوم پس از کاشت، ماه چهارم پس از کاشت، ماه پنجم پس از کاشت) مورد بررسی قرار گرفت. سطوح شوری قبل از کشت اعمال شد و کشت انجام شد و نمونه‌ها در گلدان نگهداری شدند. آبیاری گلدان‌ها با استفاده از آب غیر شور صورت گرفته و سعی گردید رطوبت گلدان‌ها در حدود ظرفیت مزرعه حفظ گردد. در مدت زمان انجام آزمایش مراقبت‌های لازم انجام گرفت. ویژگی‌های گیاهی شامل وزن تر و خشک قسمت هوایی و محتوای کلروفیل، در ماه‌های سوم، چهارم و پنجم پس از کاشت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل از روش آرنون (۱۹۴۹) استفاده گردید. برای انجام آنالیز آماری از نرم افزار SAS استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردیدند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	قابلیت هدایت الکتریکی	کربن آلی	کلسیم	منیزیم	سدیم	کلر	SAR
	پ.هاش (dS m ⁻¹)	(%)	(meq l ⁻¹)	(meq l ⁻¹)	(meq l ⁻¹)	(meq l ⁻¹)	
لوم سیلتی	۰/۸۵	۰/۴۶۹	۵/۲	۲/۰	۱/۶	۲/۴	۰/۸۴

نتایج و بحث

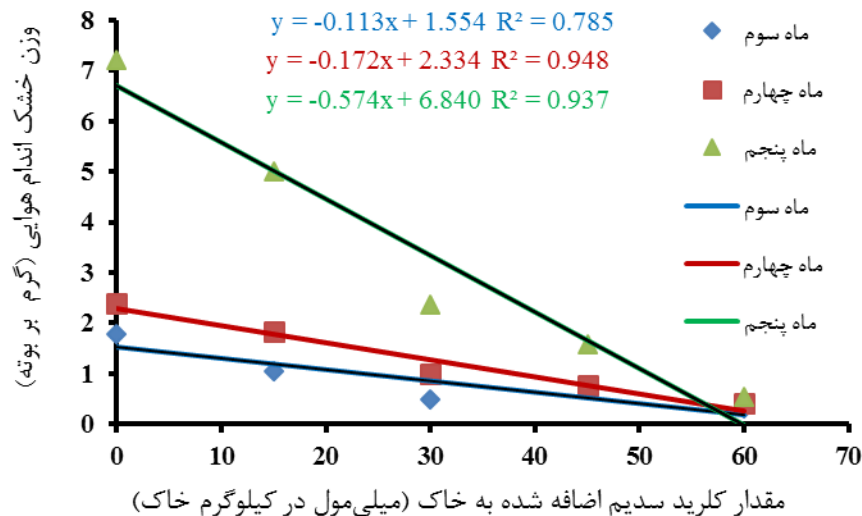
مقایسه زمان‌های برداشت نشان داد با گذشت زمان، وزن تر و خشک اندام هوایی افزایش معنی دار یافت. اثر سطوح شوری نشان داد با افزایش شوری، وزن تر و خشک اندام هوایی کاهش معنی دار یافت. بررسی اثر متقابل زمان‌های برداشت و سطوح شوری نشان داد هنگامی که شوری خاک بیشتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر میشود وزن اندام هوایی تر تقریباً در هر سه مرحله رشد، کاهش معنی‌دار پیدا کرد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر متقابل زمان برداشت (مرحله رشد) و کلرید سدیم بر روی وزن تر اندام هوایی (گرم در بوته)

زمان برداشت	صفر	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
	شوری خاک (میلی‌مول در کیلوگرم خاک)				
	وزن تر اندام هوایی (گرم)				
ماه سوم کاشت	۱۱/۵۲ cd*	۹/۰۵ de	۲/۹۷ gh	۳/۱۹ gh	۱/۴۷ h
ماه چهارم کاشت	۱۵/۰۱ bc	۱۱/۳۶ cd	۶/۵۸ efg	۳/۸۱ fgh	۱/۱۴ h
ماه پنجم کاشت	۳۱/۶۰ a	۲۱/۳۷ ab	۷/۶۷ def	۶/۲۷ efgh	۲/۸۶ h

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

برهمکنش تأثیر شوری خاک و مرحله رشد بر وزن خشک اندام هوایی در شکل ۱ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود همزمان با افزایش مطلق وزن خشک اندام هوایی با افزایش مدت زمان پس از کاشت، شیب کاهش وزن خشک گیاه، با شور شدن خاک، به شدت افزایش پیدا کرده است، به طوری که شیب کاهش وزن خشک اندام هوایی در ماه پنجم پس از کاشت بیش از ۵ برابر مرحله سه ماه پس از کاشت بوده است. افزایش شیب کاهش عملکرد وزن خشک با افزایش زمان پس از کاشت، می‌تواند معلول تجمع بیشتر عناصری از قبیل سدیم و کلر به سبب فرصت کافی برای جذب توسط گیاه باشد. بنابراین مدیریت و تعدیل اثر شوری در مرحله بعد از ۳ ماه پس از کاشت از اهمیت بالاتری برخوردار است و در صورت امکان تعدیل شوری، در بعد از این مرحله رشد در اولویت می‌باشد.



نمودار ۱- اثر متقابل زمان برداشت (مرحله رشد) و شوری خاک بر وزن خشک اندام هوایی

اثر زمان‌های برداشت بر میزان کلروفیل نشان داد با گذشت زمان میزان کلروفیل a ، b و کل ابتدا افزایش و سپس کاهش معنی‌دار یافت. افزایش محتوای کلروفیل می‌تواند به علت رشد و توسعه گیاه باشد که باعث افزایش کلروفیل گردیده است، اما با گذشت زمان و تأثیر عوامل تنش‌زا و در نتیجه تأثیر بر رشد گیاه، میزان کلروفیل نیز کاهش یافته است. اثر سطوح شوری بر میزان کلروفیل نشان داد با افزایش شوری تا ۴۵ میلی مول کلرید سدیم در خاک کلروفیل a ، b و کل کاهش یافته که نسبت به شاهد معنی‌دار بود، سپس در شوری ۶۰ میلی مول کلرید سدیم، افزایش یافته که نسبت به تیمار ۴۵ میلی مول کلرید سدیم تفاوت معنی‌دار نداشت. اثر متقابل زمان‌های برداشت و سطوح شوری بر میزان کلروفیل نیز کاهشی معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). در اثر شوری میزان کلروفیل کاهش می‌یابد که به دلیل فعالیت بیشتر کلروفیل‌از در شرایط تنش شوری می‌باشد. البته برخی مواد تنظیم کننده رشد نظیر اسید آبسزیک، اتیلن و هترواکسین‌ها موجب تحریک فعالیت این آنزیم می‌شوند و در نتیجه غلظت این مواد کاهش می‌یابند. کاهش مقدار کلروفیل می‌تواند به دلیل تغییر متابولیسم نیتروژن در رابطه با ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین هم باشد که در تنظیم اسمزی به کار می‌رود. افزایش تولید پرولین موجب می‌شود تا گلوتامات که پیش ماده ساخت کلروفیل و پرولین است کمتر در مسیر بیوسنتز کلروفیل شرکت داشته باشد، گلوتامات به نوبه خود از احیای نیتروژن معدنی و یا هیدرولیز پروتئین‌های ذخیره‌ای حاصل می‌شود (طالب زاده و همکاران، ۱۳۸۸). از جمله آنزیم‌های مورد نیاز در مسیر بیوسنتز پرولین، گلوتامین کیناز می‌باشد که اولین آنزیم در مسیر بیوسنتز پرولین به شمار می‌رود و در سیتوپلاسم و کلروپلاست‌ها یافت می‌شود. نمک اثر تحریک‌کننده‌ای بر روی فعالیت این آنزیم دارد. در مقابل اولین آنزیم بیوسنتز کلروفیل گلوتامات لیگاز می‌باشد که نمک از فعالیت آن ممانعت به عمل می‌آورد. بنابراین در شرایط شوری تولید کلروفیل به دلیل کاهش فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز از یک طرف و مصرف بیشتر گلوتامات توسط آنزیم فعال شده گلوتامین کیناز از طرف دیگر کاهش می‌یابد (طالب زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ۲- اثر متقابل زمان برداشت (مرحله رشد) و کلرید سدیم اضافه شده به خاک بر کلروفیل (میلی گرم بر گرم)

زمان برداشت	شوری خاک (میلی مول کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)				
	صفر	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)					
ماه سوم کاشت	۰/۶۳ b*	۰/۶۶ b	۰/۵۰ c	۰/۳۳ e	۰/۴۰ d
ماه چهارم کاشت	۰/۸۵ a	۰/۸۳ a	۰/۸۲ a	۰/۶۸ b	۰/۷۹ a
ماه پنجم کاشت	۰/۳۲ e	۰/۲۴ f	۰/۲۸ ef	۱۳ de	۰/۲۹ e
میانگین	A ۰/۶	AB ۰/۵۷	۰/۵۳ BC	۰/۴۵ D	۰/۴۹ CD
کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)					
ماه سوم کاشت	۰/۲۷ c*	۰/۲۸ bc	۰/۲۱ d	۰/۱۶ ef	۰/۱۸ de
ماه چهارم کاشت	۰/۳۴ a	۰/۳۲ ab	۰/۳۲ ab	۰/۲۸ c	۰/۳۳ ab
ماه پنجم کاشت	۰/۱۴ fg	۰/۱۰ h	۰/۱۲ gh	۰/۱۵ ef	۰/۱۲ fgh
میانگین	۰/۲۵ A	۰/۲۳ AB	۰/۲۲ BC	۰/۲ C	۰/۲۱ BC
کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم)					
ماه سوم کاشت	۰/۹۰ b*	۰/۹۶ b	۰/۷۱ c	۰/۴۷ de	۰/۵۸ d
ماه چهارم کاشت	۱/۱۹ a	۱/۱۴ a	۱/۱۴ a	۰/۹۴ b	۱/۱۲ a
ماه پنجم کاشت	۰/۴۵ e	۰/۳۴ f	۰/۴۰ ef	۰/۵۳ de	۰/۴۱ ef
میانگین	۰/۸۵ A	۰/۸۱ AB	۰/۷۵ BC	۰/۶۵ D	۰/۷ CD

* میانگین هایی که در جدول فوق دارای حداقل یک حرف مشترک باشند در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نیستند.

نتیجه گیری

شوری موجب کاهش رشد گیاه گوجه فرنگی گردید، همچنین همزمان با افزایش مطلق وزن خشک اندام هوایی با افزایش مدت زمان پس از کاشت، شیب کاهش وزن خشک گیاه، با شور شدن خاک، بشدت افزایش پیدا کرد، به طوری که شیب کاهش وزن خشک اندام هوایی در ماه پنجم پس از کاشت بیش از ۵ برابر مرحله سه ماه پس از کاشت بوده است. افزایش شیب کاهش عملکرد وزن خشک با افزایش زمان پس از کاشت، می تواند معلول تجمع بیشتر عناصری از قبیل سدیم و کلر به سبب فرصت کافی برای جذب توسط گیاه باشد. بنابراین مدیریت و تعدیل اثر شوری در مرحله بعد از ۳ ماه پس از کاشت از اهمیت بالاتری برخوردار است و در صورت امکان تعدیل شوری، زمان بعد از این مرحله رشد در اولویت می باشد. در شرایط شوری تولید کلروفیل به دلیل کاهش فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز (آنزیم بیوسنتز کلروفیل) از یک طرف و مصرف بیشتر گلوتامات توسط آنزیم فعال شده گلوتامین کیناز (آنزیم های مورد نیاز در مسیر بیوسنتز پرولین) از طرف دیگر کاهش می یابد.

منابع:

- حسن دخت، م. ۱۳۸۷. مدیریت گلخانه. انتشارات سلسله. ۳۷۶ صفحه.
- شکاری، ف.، مسیحا، س. و اسماعیل پور، ب. ۱۳۸۵. فیزیولوژی سبزیها (ترجمه)، جلد اول. انتشارات دانشگاه زنجان. ۳۹۴ صفحه.
- طالب زاده، ز.، مهدیزاده، ح.، و ابریشمچی، پ. ۱۳۸۸. بررسی آستانه تحمل شوری دو رقم گوجه فرنگی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱: ۶۴-۷۸.
- فعالیان، ا.، انصاری، ح.، و کافی، م. ۱۳۹۱. بررسی اثرات شوری های مختلف آب آبیاری بر صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی زیتونی هیدروپونیک. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲۶(۲): ۴۵۱-۴۵۹.
- مختاری، ا.، ابریشمچی، پ.، و گنجعلی، ع. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر کلسیم در بهبود آسیب های ناشی از تنش شوری بر جوانه زنی بذور گوجه فرنگی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی، ۲۲، ۱۰۰-۸۹.



مختاری، ا.، گنجعلی، ع.، و ابریشم‌چی، پ. ۱۳۸۹. تأثیر بهبود دهنده کلرید و سولفات کلسیم بر رشد، میزان پروتئینهای محلول، قندهای محلول، پرولین و برخی عناصر معدنی (سدیم، پتاسیم) در برگ گیاه گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* var Mobile) تحت تنش شوری. مجله زیست شناسی، ۲۳(۱)، ۶۲-۷۲.

مرتضایی نژاد، ف. و رضایی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به شوری (NaCl) در ۵ رقم گوجه فرنگی. پژوهش نامه کشاورزی، ۲(۱)، ۱۰۲-۹۳.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24, 1-15.

Gobinathan, P., P.V. Murali and R. Panneerselvam. 2009. Interactive effects of calcium chloride on salinity-induced proline metabolism in pennisetum typoides. Advances in Biological Research 3 (5-6): 168-173.

Taffouo, V.D., Nouck, A. H., Dibong, S. D. and Amougou, A. 2010. Effects of salinity stress on seedlings growth, mineral nutrients and total chlorophyll of some tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology, 9(33), 5366-5372.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

The response of Tomato to salinity stress at different stages of growth

Nasibi¹, Z., Hosseini^{*2}, Y.

¹ Graduate Student of Vegetable, Islamic Azad University, Jiroft Branch, Iran

² Associate Prof., Soil and Water Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

Abstract

In recent years, the excessive exploitation of water resources as well as recent years of drought, in addition to the negative impact on water quantity used in the agricultural sector, has also reduced the water quality and contributed to the salinization of water and soil resources. Tomato, is one of the important products of the Hormozgan province, and in addition to the province's needs, it also needs other provinces. To test the response of this plant to salinity, especially in different growth stages, the present experiment was carried out. The experiment consisted of two factors of salinity (including five NaCl levels: 0, 15, 30, 45 and 60 mM kg⁻¹ soil) and three stages of growth (third month, fourth month and fifth month after transplantation). The results showed that with increasing salinity stress, the fresh and dry weight of aerial plant decreased significantly, so that the highest reduction was in the stage fifth month after planting and the lowest in the stage third month after planting. Also, with increasing salinity up to 45 mM, total chlorophyll content, a, and b decreased significantly compared to control treatment, and increased in 60 mM NaCl, which was not significant in comparison with 45 mM NaCl treatment.

Keywords: Dry weight, Harvesting time, Chlorophyll, Sodium chloride

* Corresponding author, Email: yaaghoo.hosseini@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر سولفات آلومینیم و گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر سنتیک آزادسازی روی در خاک آهکی

سمیرا رون^۱، ابراهیم سپهر^{۲*}، رقیه حمزه نژاد^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۳ فارغ‌التحصیل دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

به منظور بررسی سینتیک آزادسازی روی از خاک در حضور سولفات آلومینیم و گوگرد به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس، آزمایش انکوباسیون به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ سطح تیمار (۰، ۲/۱۶، ۳/۰ و ۸ درصد وزنی) در مدت زمان ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ هفته در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس با ۳ تکرار انجام شد و مقدار روی قابل عصاره‌گیری با DTPA در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش زمان انکوباسیون، میزان روی قابل استفاده گیاه افزایش یافت و در تیمار سولفات آلومینیم و گوگرد با تیوباسیلوس به ترتیب در هفته‌های ششم و چهارم به حداکثر مقدار خود رسید. همچنین با افزایش مقدار سولفات آلومینیم، میزان روی قابل جذب گیاه افزایش یافت و بیشترین مقدار روی در تیمار ۸ درصد سولفات آلومینیم بدست آمد. در بین معادلات سینتیکی، معادلات تابع توانی و الوویج با R^2 بالا و SE پایین برآزش بهتری بر داده‌های آزمایشی داشتند. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که میزان روی قابل استفاده گیاه علاوه بر نوع اصلاح کننده و میزان آن به مدت زمان انکوباسیون نیز بستگی دارد.

واژگان کلیدی: الوویج، روی قابل عصاره‌گیری با DTPA، تابع توانی.

مقدمه

روی از ریز مغذی‌های ضروری برای موجودات زنده است که کمبود آن در خاک‌های زراعی ایران به دلیل ماهیت آهکی، pH بالا و مقدار کم ماده آلی بسیار معمول است (شهبازی و بشارتی، ۱۳۹۲). pH خاک بیشترین تأثیر را بر فراهمی و انحلال روی دارد و در خاک‌های آهکی با pH بالا، روی به صورت اکسید روی (zincite)، هیدروکسید روی ($Zn(OH)_2$) یا کربنات روی ($ZnCO_3$) رسوب می‌کند (Jacquat و همکاران ۲۰۰۸). از راهکارهای کاهش pH و در نتیجه افزایش فراهمی عناصر میکرو در خاک، استفاده از ترکیبات گوگردی از جمله اسید سولفوریک، گوگرد عنصری و همچنین ترکیبات سولفاتی مانند سولفات آهن و آلومینیوم می‌باشد (Tisdale و همکاران ۱۹۸۵).

توانایی خاک در آزادسازی عناصر، فاکتور مهمی در کنترل مقدار عناصر در محلول خاک و قابلیت استفاده آن‌ها برای گیاه است، به طوریکه میزان روی محلول، وابستگی شدیدی به سرعت آزاد سازی روی از ذرات جامد خاک به فاز محلول دارد. یکی از روش‌های شبیه سازی جذب ریشه استفاده از روش عصاره‌گیری DTPA می‌باشد و سرعت آزاد سازی روی از خاک توسط DTPA نشان‌دهنده سرعت عرضه روی به گیاه است (Reyhanitabar and Gilkes, 2010). غلظت روی محلول در خاک‌های آهکی ایران، با وجود بالا بودن میزان روی کل، بسیار اندک است، لذا بررسی عوامل مهم کنترل کننده قابلیت دسترسی روی و مطالعه سینتیک آزاد سازی روی بین فاز جامد و محلول خاک به منظور شناخت تحرک، فراهمی، سرعت عرضه به گیاه و تحرک در محیط زیست ضروری می‌باشد (Khaokaew و همکاران ۲۰۱۲). ریحانی تبار و کریمیان (۲۰۰۸) سینتیک آزاد سازی روی در خاک آهکی را مورد مطالعه قرار داده و بیان کردند معادله مرتبه اول نمی‌تواند به صورت رضایت بخشی فرآیند سینتیک رهاسازی مس را توصیف کند، همچنین با بررسی رفتار وابسته به زمان روی در خاک‌ها دریافتند که معادله الوویج بهترین معادله توصیف کننده رهاسازی روی از خاک است. Mikkelsen و Kuo

*ایمیل نویسنده مسئول: e.sepehr@urmia.ac.ir

(۱۹۸۰) گزارش کردند که سینتیک آزاد شدن روی بوسیله DTPA از خاک‌ها می‌تواند بوسیله معادله تابع توانی به خوبی توصیف شود. Havlin و همکاران (۱۹۸۵) انطباق داده‌های سینتیکی با معادله الوویج را تأیید کننده کنترل فرآیند رهاسازی بوسیله دیفیوژن دانستند. با توجه به کمبود روی در خاک‌های آهکی و اهمیت مدیریت تغذیه روی در جهت افزایش و پایداری تولیدات، هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر سطوح مختلف سولفات آلومینیم و گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس بر میزان آزادسازی روی قابل استفاده گیاه و تعیین قابلیت کاربرد مدل‌های گوناگون سینتیکی در توصیف آزادسازی روی از خاک در شرایط انکوباسیون بود.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای آزمایش خاکی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری دانشگاه ارومیه در سال ۹۷ نمونه برداری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری جهت بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نظیر بافت به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، pH در سوپانسیون ۱:۵ خاک و آب، کربن آلی به روش والکلی و بلک (Walky and Black, 1934) و کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک (Higgison and Reymont, 1992) اندازه‌گیری شد.

به منظور مطالعه تأثیر ترکیبات سولفات آلومینوم و گوگرد عنصری بر سینتیک آزاد سازی روی در خاک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارهایی از گوگرد عنصری با ۲ درصد تیوباسیلوس و سولفات آلومینوم در مقادیر ۰، ۰/۱۶، ۰/۳۲ و ۸ درصد وزنی به خاک اعمال شد. پس از مخلوط شدن تیمار با خاک، نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی ریخته شده و رطوبت نمونه‌ها با افزودن آب مقطر به صورت اسپری در رطوبت ظرفیت زراعی تنظیم شد. نمونه‌ها به مدت ۸ هفته در انکوباتور با دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در طول مدت انکوباسیون، در صد رطوبت نمونه ثابت نگه داشته شد. مقدار روی قابل استفاده گیاه با روش DTPA در زمان‌های ۱، ۲، ۴، ۶ و ۸ هفته اندازه‌گیری شد. برازش غیر خطی داده‌های سینتیکی با استفاده از نرم‌افزار SOLVER انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- معادلات سینتیکی استفاده شده

شماره	مدل	معادله
رابطه ۱	شبه درجه اول	$q_t = q_e [1 - \exp(-K_1 t)]$
رابطه ۲	شبه درجه دوم	$q_t = \frac{K_2 q_e^2 t}{1 + K_2 q_e t}$
رابطه ۳	الوویج	$q_t = \beta \ln(\alpha\beta) + \beta \ln(t)$
رابطه ۴	تابع توانی	$q_t = at^b$

q_t : مقدار روی قابل استفاده گیاه در زمان q_0 : مقدار روی قابل استفاده گیاه در زمان اولیه t_0 : زمان K_1 : K_2 : a : b : β : ثابت‌های معادلات.

برای برازش بهتر بین نتایج حاصل از آزمایش و نتایج تخمینی توسط مدل، از اشتباه استاندارد (SE) (رابطه ۱۶) استفاده شد:

$$SE = ((q_e - q_m)^2 / (n - 2))^{0.5} \quad (1)$$

q_e و q_m به ترتیب مقدار روی قابل جذب گیاه (میلی‌گرم بر گرم) بر اساس داده‌های حاصل از آزمایش و داده‌های تخمینی حاصل از مدل و n تعداد زمان اندازه‌گیری می‌باشد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS، مقایسه میانگین با آزمون S-N-K در سطح ۵ درصد و رسم شکل‌ها توسط Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

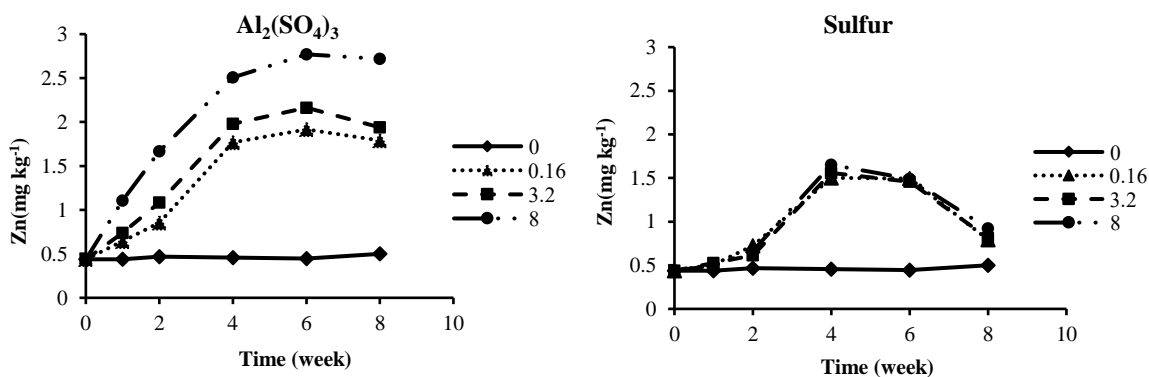
خاک مورد مطالعه دارای بافت لومی شنی و pH قلیایی با مقدار کربنات کلسیم ۱۹/۵ درصد بود (جدول ۲). غلظت روی قابل جذب با DTPA قبل از اعمال تیمار به میزان ۰/۵۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد که کمتر از حد بهینه آن در خاک (۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه.

pH	روی قابل جذب (mg kg ⁻¹)	روی کل (mg kg ⁻¹)	کربن آلی (%)	کربنات کلسیم معادل (%)	بافت خاک
۷/۶۹	۰/۵۹	۹۳	۰/۵۹	۱۹/۵	لومی‌شنی

با افزایش مقدار سولفات آلومینیوم، مقدار روی قابل استفاده گیاه افزایش یافت. بیشترین مقدار روی قابل استفاده گیاه در تیمار ۸ درصد و کمترین مربوط به تیمار ۰/۱۶ مشاهده شد (شکل ۱). به طوریکه مقدار روی قابل استفاده گیاه در تیمارهای ۰/۱۶، ۳/۲ و ۸ به ترتیب به میزان ۴۷، ۶۸ و ۱۵۲ درصد در هفته اول؛ ۸۲، ۱۳۱ و ۲۵۶ درصد در هفته دوم؛ ۲۸۷، ۳۳۳ و ۴۴۹ درصد در هفته چهارم، ۳۳۱، ۳۸۶ و ۵۲۳ درصد در هفته ششم و ۲۵۸، ۲۸۸ و ۴۴۴ درصد در هفته هشتم در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۳). مقدار Zn-DTPA در هفته ششم از انکوباسیون به حداکثر مقدار خود رسید، اما در برخی از تیمارها این افزایش در بازه هفته چهارم تا هشتم معنادار نبود (جدول ۳). دلیل افزایش روی قابل استفاده گیاه در نتیجه استفاده از تیمار سولفات آلومینیوم را می‌توان به رقابت یون‌های Al³⁺ با یون‌های Zn²⁺ بر سر مکان‌های تبادل‌ی نسبت داد. Rupa و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که افزایش غلظت نمک میزان آزاد سازی روی را افزایش می‌دهد. افزایش غلظت نمک سبب کاهش قدرت نگهداری و جذب روی می‌شود که می‌تواند ناشی از رقابت یون‌ها برای اشغال سطوح تبادل‌ی باشد.

در تیمار گوگرد به همراه نیوباسیلوس، مقادیر مختلف گوگرد تاثیر معناداری بر روی قابل استفاده گیاه نداشت، اما افزایش زمان انکوباسیون منجر به افزایش معنادار ($p < 0.05$) روی قابل استفاده گیاه شد به طوریکه بیشترین مقدار در هفته چهارم مشاهده گردید (جدول ۳). مقدار Zn-DTPA در تیمار ۰/۱۶، ۳/۲ و ۸ به ترتیب از ۱۶، ۲۰ و ۱۳ درصد در هفته اول به ۲۲۹، ۲۴۱ و ۲۶۲ درصد در هفته چهارم افزایش یافت. به غیر از تیمار ۸ درصد گوگرد، حداکثر روی قابل استفاده گیاه در هفته چهارم تا ششم معنادار نبود (جدول ۳). Modaihsh و همکاران (۱۹۸۹) تاثیر گوگرد عنصری با نسبت ۰، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ درصد را در مدت ۱۸ هفته از انکوباسیون در خاک آهکی مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که نسبت‌های مختلف گوگرد عنصری بر غلظت روی تأثیری نداشت اما غلظت روی عصاره‌گیری شده با DTPA در هفته ششم به بالاترین مقدار خود رسید.



شکل ۱- مقدار روی قابل جذب گیاه در نسبت‌های مختلف سولفات آلومینیوم و گوگرد در زمان‌های مختلف

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تیمارها در روی قابل جذب گیاه (آزمون S-N-K در سطح ۵ درصد)

میانگین روی قابل استفاده گیاه (mg kg^{-1})					درصد	تیمار
زمان انکوباسیون (هفته)						
۸	۶	۴	۲	۱		
۰/۵۰ dA	۰/۴۴ eA	۰/۴۶ fA	۰/۴۶ eA	۰/۴۴ eA	۰	سولفات آلومینیم
۱/۷۹ bA	۱/۹۱ cA	۱/۷۷ cA	۰/۸۵ cB	۰/۶۴ cB	۰/۱۶	
۱/۹۴ bB	۲/۱۶ bA	۱/۹۸ bB	۱/۰۸ bC	۰/۷۴ bD	۳/۲	
۲/۷۲ aA	۲/۷۷ aA	۲/۵ aB	۱/۶۶ aC	۱/۱۱ aD	۸	
۰/۵ dA	۰/۴۴ eA	۰/۴۶ fA	۰/۴۶ eA	۰/۴۴ eA	۰	گوگرد به همراه تیوباسیلوس
۰/۸ cB	۱/۴۹ dA	۱/۵ eA	۰/۷۲ cDB	۰/۵۱ dC	۰/۱۶	
۰/۸۱ cB	۱/۴۵ dA	۱/۵۶ eA	۰/۶۲ dC	۰/۵۳ dC	۳/۲	
۰/۹۲ cC	۱/۴۹ dB	۱/۶۵ dA	۰/۶۶ dD	۰/۴۹ dE	۸	

* میانگین‌های با حروف بزرگ مشابه در هر ردیف در طول زمان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

* میانگین‌های با حروف کوچک مشابه در هر ستون (بین تیمارها) از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

برآزش غیرخطی داده‌های آزمایشی با معادلات سینتیکی در جدول ۴ آورده شده است. مقایسه ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد برآورد (SE) نشان داد که معادله‌های تابع توانی و الویج دارای بیشترین ضرایب تبیین و کمترین خطای استاندارد برآورد بودند و توانایی توصیف سرعت آزادسازی روی را داشتند. توانایی مدل تابع توانی در توصیف آزادشدن روی در مطالعات بسیاری گزارش شده است (Dang، Kuo and Mikkelsen, 1980; Reyhanitabar and Gilkes, 2010). Rupa و همکاران (۲۰۰۰) معادله‌های سینتیکی مختلفی چون مرتبه اول، پخشیدگی دوگانه، سهموی، الویج و تابع توانی را جهت توصیف آزادسازی روی به کار بردند و معادله الویج را با بیشترین ضریب تبیین و کمترین خطای استاندارد به عنوان بهترین معادله گزارش کردند. غلامی و همکاران (۱۳۹۰) سینتیک آزادسازی روی را در خاک‌های مختلف استان گلستان با استفاده از عصاره‌گیر مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که بهترین مدل جهت توصیف آزادسازی روی مدل تابع توانی و الویج ساده شده بود. Reyhanitabar و Gilkes (۲۰۱۰) انطباق داده‌های آزادسازی روی را به هر دو مدل پخشیدگی پارابولیک و الویج را بیانگر کنترل احتمالی آزادسازی روی از خاک توسط پدیده پخشیدگی یا دیفیوژن بیان کردند.

در معادله الویج β نشان‌دهنده سرعت آزادسازی روی ($\text{mgZn kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) و ثابت α نشان‌دهنده میزان آزادسازی روی (mgZn kg^{-1}) است (Bedrossian and Singh, 2004). ضرایب α و β در تیمارهای سولفات آلومنیوم و گوگرد به همراه تیوباسیلوس افزایش یافت، ولی این افزایش در تیمار گوگرد به همراه تیوباسیلوس معنادار نبود (جدول ۴). Singh و Bedrossian (۲۰۰۴) بیان کردند که ثابت α در معادله الویج مربوط به آزادسازی عنصر از سطوح خارجی و مکان‌های با انرژی جذب پایین و ثابت ($\beta/1$) نشانگر آزادسازی عنصر از سطوح داخلی و مکان‌هایی با انرژی جذب بالا است که توسط پخشیدگی کنترل می‌شود.

ضریب a در معادله تابع توانی نشان‌دهنده تعداد سطوحی است که امکان آزاد شدن روی از آن‌ها وجود دارد و ضریب b نشان‌دهنده تمایل روی برای جذب شدن روی این سطوح است (Reyhanitabar and Gilkes, 2010). با اعمال تیمارهای ۰/۱۶، ۳/۲ و ۸ سولفات آلومنیوم ضریب a به ترتیب ۰/۷۴، ۰/۸۹ و ۱/۲۸ و ضریب b به ترتیب ۰/۴۹، ۰/۴۴ و ۰/۴۰ بدست آمد که بیانگر افزایش ضریب a و کاهش ضریب b با اعمال تیمارهای فوق است (جدول ۴). دانگ و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که احتمالاً افزایش در مقدار ضریب a و کاهش در مقدار ضریب b نشان‌دهنده افزایش در میزان آزاد شدن عناصر غذایی است. تغییرات قابل توجهی در ضرایب a و b در تیمار گوگردی مشاهده نشد.

جدول ۴- پارامترهای مورد بررسی در مدل‌های سینتیکی استفاده شده

گوگرد به همراه تیوباسیلوس			سولفات آلومینیم			شاهد	پارامتر	معادله سینتیکی
۸	۳/۲	۰/۱۶	۸	۳/۲	۰/۱۶			
۱/۳۴	۱/۲۵	۱/۲۵	۲/۸۷	۲/۲۰	۲/۰۵	۰/۴۴	q_e	شبه درجه اول
۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۶۱	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۴۵	K_1	
۰/۶۷	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۵۰	R^2	
۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۲	SE	
۱/۵۵	۱/۵۱	۱/۴۹	۳/۶۶	۲/۹	۲/۷۸	۰/۴۴	q_e	شبه درجه دوم
۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۶۳۶	K_2	
۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۵۰	R^2	
۰/۴۳	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۲۲	SE	
۱۷/۱۱	۱۶/۶۶	۱۶/۷	۴/۴۶	۴/۱۷	۳/۷۱	۱۳	α	الوویچ
۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۸۵	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۰۳	β	
۰/۸۰	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۹۹	۰/۸۹	۰/۹۶	۰/۷۹	R^2	
۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۲۲	SE	
۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۶۸	۱/۲۸	۰/۸۹	۰/۷۴	۰/۴۵	a	تابع توانی
۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۰۳	b	
۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۵۲	R^2	
۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۳	SE	

نتیجه‌گیری

با افزایش مقدار سولفات آلومینیوم مقدار روی قابل استفاده گیاه افزایش یافت و در هفته ششم به بیشترین مقدار خود رسید. استفاده از نسبت‌های مختلف تیمار گوگرد به همراه تیوباسیلوس تأثیری بر روی قابل استفاده نداشت اما با افزایش مدت زمان انکوباسیون تأثیر گوگرد بر Zn-DTPA معنادار ($p < 0.05$) شد و در هفته چهارم به حداکثر مقدار خود رسید. داده‌ها با مدل‌های سینتیکی الوویچ و تابع توانی با بالاترین ضریب تبیین و کمترین SE برازش بهتری داشتند. اعمال تیمار سولفات آلومینیوم باعث افزایش ضرایب α و β معادله الوویچ و ضریب a معادله تابع توانی شد. ضرایب معادلات سینتیکی در تیمارهای مختلف گوگرد اختلاف معناداری را با یکدیگر نشان ندادند. تیمار حاوی ۸ درصد سولفات آلومینیوم بهترین عملکرد را در آزادسازی روی قابل استفاده گیاه در خاک نشان داد.

فهرست منابع

- شهبازی، ک. و بشارتی، ح. ۱۳۹۲. بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی ایران، مجله علمی ترویجی مدیریت اراضی، جلد ۱ شماره ۱.
- غلامی، ل. ۱۳۹۰. اثر همزیستی میکوریزا آربا سکولار، سطوح روی و ماده آلی بر شکل‌های شیمیایی روی در یک خاک آهکی و پاسخ‌های گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- Bedrossian, S. and Singh, B. 2004. Kinetics of potassium release from vertisols from northern NSW. In: 3rd Australian New Zealand Soils Conference, December. University of Sydney, NSW. (The Regional Institute: Gosford, NSW).
- Dang, Y.P., Dalal, R.C., Edwards, D.G. and Tiller, K.G. 1994. Kinetics of zinc desorption from Vertisols. Soil Science Society of America Journal, 58(5), 1392-1399.



- Gee, G.W. and Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis 1(No. methodsofsoilan1, pp. 383-411). Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
- Havlin, J.L., Westfall, D.G. and Olsen, S. R. 1985. Mathematical Models for Potassium Release Kinetics in Calcareous Soils 1. Soil Science Society of America Journal, 49(2), 371-376.
- Jacquat, O., Voegelin, A., Villard, A., Marcus, M.A. and Kretzschmar, R. 2008. Formation of Zn-rich phyllosilicate, Zn-layered double hydroxide and hydrozincite in contaminated calcareous soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72(20), 5037-5054.
- Khaokaew, S., Landrot, G., Chaney, R.L., Pandya, K. and Sparks, D. L. 2012. Speciation and release kinetics of zinc in contaminated paddy soils. *Environmental science & technology*, 46(7), 3957-3963.
- Kuo, S. and Mikkelsen, D. S. 1980. Kinetics of zinc desorption from soils. *Plant and Soil*, 56(3), 355-364.
- Modaihsh, A.S., Al-Mustafa, W.A. and Metwally, A. I. 1989. Effect of elemental sulphur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. *Plant and soil*, 116(1), 95-101.
- Rayment, G.E. and Higginson, F. R. 1992. Australian laboratory handbook of soil and water chemical methods. Inkata Press Pty Ltd.
- Reyhanitabar, A. and Gilkes, R. J. 2010. Kinetics of DTPA extraction of zinc from calcareous soils. *Geoderma*, 154(3-4), 289-293.
- Reyhanitabar, A. and Karimian, N. 2008. Kinetics of copper desorption of selected calcareous soils from Iran. *Am Eur J Agric Environ Sci*, 4(3), 287-293.
- Rupa, T.R., Tomar, K.P., Reddy, D.D. and Rao, A.S. 2000. Time-dependent zinc desorption in soils. *Communications in soil science and plant analysis*, 31(15-16), 2547-2563.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J. D. and Havlin, J.L. 1985. Soil and fertilizer potassium. *Soil fertility and fertilizers*, 4,249-291.
- Walkley, A. and Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of aluminum sulfate and sulfur with *tiobacillus* on kinetics of zinc release from a calcareous soil

Ravan¹, S., Sepehr^{1*}, E. and Hamzenezjad³, R.

1) MSc Student, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran

2) Associate Professor, Department of Soil Science, Urmia University, Urmia, Iran

3) PhD Graduated, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

Abstract

In order to study the kinetics of zinc release from a calcareous soil treated with aluminum sulfate and sulfur with *tiobacillus* inoculum, an incubation experiment was carried out in a completely randomized design (CRD) with four levels (0, 0.16, 3.2 and 8 wt%) in three replications. The amount of zinc extracted by DTPA was measured at 1, 2, 4, 6 and 8 weeks. The results showed that the amount of Zn-DTPA increased with increasing incubation time, and the maximum Zn-DTPA was obtained at 6 and 4 weeks in the aluminum sulfate and sulfur with *tiobacillus* treatment, respectively. Also, the amount of Zn-DTPA increased with increasing the amount of aluminum sulfate, and the highest amount of Zn-DTPA was obtained at 8% aluminum sulfate. Among the kinetic equations, the fractional power and Elovich equations (with higher R² and lower SE) were better fitted to experimental data. Finally, it was conducted that the rate of Zn release from soil depends on the type and amount of the amendment, and incubation time.

Key words: Elovich, Zn-DTPA, fractional power.

* Corresponding author, Email: e.sepehr@urmia.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر غلظت فسفات بر رشد ریشه گیاه دارویی سنبل الطیب (*Valeriana officinalis* L.) در محیط کشت هیدروپونیک

سیده عاطفه موسوی^۱، ندا دلیر^{۲*}، محمدتقی عبادی^۳، رسول راهنمایی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

^۳ استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

^۴ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

هرچند فسفات نقش کلیدی در توسعه ریشه گیاهان دارد، اما غلظت زیاد آن موجب اختلال در رشد و نمو گیاهان، به ویژه در کشت هیدروپونیک، می‌شود. سنبل الطیب گیاهی دارویی است که ماده موثره آن از ریشه آن استخراج می‌شود، لذا توسعه ریشه آن اهمیت اقتصادی دارد. از این رو، در این پژوهش، اثر غلظت‌های مختلف فسفات (۱۵۰۰، ۱۲۰۰ و ۹۰۰ میکرومولار) بر رشد و خصوصیات مورفولوژیک ریشه گیاه سنبل الطیب در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار به روش کشت هیدروپونیک ارزیابی شد. در این آزمایش غلظت دیگر عناصر غذایی ثابت بود. نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات، رشد ریشه و شاخساره گیاه را به طور معنی‌داری نسبت به غلظت ۹۰۰ میکرومولار افزایش داد. به طوری که وزن خشک ریشه با کاربرد ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات به ترتیب ۱/۹ و ۲/۲ برابر نسبت به سطح ۹۰۰ میکرومولار فسفات افزایش یافت. نسبت ریشه به شاخساره نیز با افزایش سطح فسفات افزایش یافت. با توجه به این که بین دو سطح ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، سطح ۱۲۰۰ میکرومولار فسفات به عنوان غلظت بهینه فسفات در رشد و عملکرد کمی ریشه گیاه سنبل الطیب در کشت هیدروپونیک تعیین شد.

کلمات کلیدی: گیاهان دارویی، تغذیه معدنی، عملکرد ریشه

مقدمه

تامین بهینه عناصر غذایی و تغذیه صحیح گیاهان از ارکان اصلی در ارتقاء صفات کمی و کیفی محصول می‌باشد. به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب با تغذیه صحیح گیاه، اولاً هر عنصری باید به حد کفایت در اختیار گیاه قرار بگیرد، ثانیاً باید بین مقادیر قابل جذب عناصر در خاک توازن برقرار باشد (Mrschner ۲۰۱۱). یکی از عناصر مغذی مهم فسفر می‌باشد که پس از نیتروژن بر اهمیت ترین عنصر در تغذیه گیاهان است (Hammond و همکاران ۲۰۰۴؛ Sharpley و همکاران، ۱۹۹۶). این عنصر برای انتقال انرژی و اطلاعات وراثتی و تشکیل فسفولیپیدها مورد نیاز بوده و در غشاء سلولی نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند (Tisdale و همکاران ۱۹۹۹، Gonias و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این اکثر فرآیندهای سلول گیاهی شامل فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین و نوکلئیک اسید را کنترل می‌کند (Sharpley و همکاران ۱۹۹۶). مطالعات متعددی نشان داده اند که کمبود فسفر می‌تواند نقش بسزایی در کاهش ارتفاع، وزن و حجم ریشه گیاه را به دنبال داشته باشد (Mohidon و همکاران، ۲۰۱۵، Basirat و همکاران ۲۰۱۱). از طرف دیگر، امروزه کشت های گلخانه ای با فناوری های جدید همچون کشت بدون خاک (هیدروپونیک) به دلیل چرخه اقتصادی، راندمان بالای تولید و غلبه بر مشکلات اقلیمی نقش مهمی در تولید محصولات کشاورزی و باغبانی دارد. در کشت بدون خاک، تمام عناصر ضروری مورد نیاز گیاه از طریق کودهای محلول در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین، تغذیه اهمیت بسزایی در رشد و عملکرد گیاه در این نوع کشت دارد. این روش کشت به علت سالم تر بودن، عملکرد بالاتر، قابل کنترل بودن عواملی چون تغذیه و مصرف کم آب، مورد توجه تولید کنندگان گیاهان دارویی قرار گرفته است (Mason ۱۹۹۶). گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند؛ که به صورت خام و یا فرآوری شده در طب سنتی و نوین مورد استفاده قرار گرفته و نقش کلیدی در سلامت جهانیان ایفا می‌کند (Murali و همکاران ۲۰۱۷). سنبل الطیب یا علف گربه با نام علمی *Valeriana officinalis* L. یکی از گیاهان دارویی مهم می‌باشد که از

* ایمیل نویسنده مسئول: ndalir@modares.ac.ir

اسانس و عصاره حاصل از ریشه آن جهت مصارف مختلف مانند فرمولاسیون وسایل آرایشی بهداشتی، آروماتراپی، تولید دارو های گیاهی مدرن از جمله دارو های آرامش اعصاب، ضد اضطراب و گوارشی استفاده می شود (Letchamo و همکاران ۲۰۰۲، Hornok ۱۹۹۲). بر اساس آمار سازمان غذا و دارو در ایران ۳۵ نوع دارو با منشاء گیاه سنبل طیب تولید می شود؛ که اغلب آنها آرام بخش می باشند. علی رغم اهمیت این گیاه از لحاظ اقتصادی، تا کنون مطالعات اندکی در مورد تغذیه صحیح آن در محیط کشت هیدروپونیک انجام شده و غلظت بهینه عناصر غذایی برای رسیدن به حداکثر عملکرد کمی و کیفی گیاه سنبل الطیب به طور کامل شناخته نشده است. با توجه به این که قسمت مورد استفاده در گیاه دارویی سنبل الطیب ریزوم و ریشه های افشان آن است، بنابراین در این مطالعه نقش سطوح مختلف فسفر در رشد ریشه به منظور تعیین مناسب ترین و اقتصادی ترین زمان برداشت گیاه از طریق تغذیه صحیح در کشت هیدروپونیک انجام شد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر به روش هیدروپونیک در گلخانه شیشه ای دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل فسفات در سه غلظت (۱۵۰۰، ۱۲۰۰ و ۹۰۰ میکرو مولار) اعمال شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. بذرهای سنبل الطیب پس از ضدعفونی توسط آب اکسیژنه ۰/۱ درصد، به مدت ۱۲ ساعت در آب خیسانده شده و جوانه زنی بذرها انجام شد. پس از تهیه نشاء و شستشوی گیاهچه ها با آب مقطر، بوته ها در گلدان های ۱۰ کیلوگرمی و در محیط کشت کوکوپیت و پرلیت با نسبت ۷۰٪ کوکوپیت و ۳۰٪ پرلیت کشت شده و تیمار آزمایشی اعمال شد. برای تهیه محلول غذایی از آب چاه استفاده شد که ترکیب و غلظت یونی آن در جدول ۱ آورده شده است. در طول مدت کشت، محلول غذایی بصورت خودکار و به وسیله سه پمپ و با غلظت های مختلف فسفات در اختیار گیاه قرار گرفت. برای انتقال محلول های غذایی به مجاورت طوقه گیاه از لوله های آبیاری پلی اتیلن ۱۶ میلی متری و قطره چکان استفاده شده و به منظور یکنواخت سازی حجم آب آبیاری گلدان ها، قطره چکان ها به صورت روزانه (به منظور اطمینان از عدم گرفتگی) کنترل شده و با اندازه گیری حجم زه آب گلدان ها به صورت روزانه، کسر آبشویی در محدوده ۳۵-۳۰ درصد تنظیم شد. طی چندین برداشت در زمان های مختلف برخی صفات مورفولوژیک و شیمیایی گیاه مورد بررسی قرار گرفت که در اینجا نتایج حاصل از برداشت اول که ۷۰ روز پس از کشت بذر می باشد، آورده شده است. در زمان برداشت، ریشه و شاخساره جدا شده و پس از اندازه گیری وزن تر و عکس برداری از ریشه و اندام هوایی در خشک کن در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. غلظت فسفر در ریشه و اندام هوایی به روش رنگ سنجی و با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ nm قرائت گردید (Jackson و همکاران ۱۹۶۷). پارامترهای مورفولوژیکی از جمله طول، سطح، حجم و مساحت ریشه با استفاده از نرم افزار *gia roots* (Galkovskyi و همکاران ۲۰۱۲) محاسبه شد. تجزیه آماری با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از گلخانه هیدروپونیک مورد استفاده در کشت سنبل الطیب

جدول ۱- غلظت و ترکیب یونی (بر حسب میکرو مول بر لیتر) آب آبیاری و محلول غذایی استفاده شده در کشت گیاه سنبل الطیب

محلول غذایی	آب چاه	عناصر غذایی
	میکرومول بر لیتر	
۲۵۹۰	۹۰۰	کلسیم
۱۱۷۶	۲۵۰	منیزیم
۳۰۲۲	۱۶	پتاسیم
۳۵۰	-----	آمونیم
۷۸۴۶، ۷۵۴۶، ۷۲۴۶	۸۷	نیترات
۲۱۳۹	۱۲۰۰	سولفات
۱۹۱۸	۱۹۱۸	کلرید
۳۰	-----	آهن
۷	-----	منگنز
۱	-----	مس
۵	-----	روی
۳۵	۱۹/۴	بور
۰/۱	-----	مولیبدن
۴۰۴۲	۴۰۳۴	سدیم
۷۰۰	۱۹۲۳	بی کربنات
۹۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰	-----	فسفات
۱/۶۰		شوری (dS/m)

نتایج و بحث

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۲ به طور کلی سطوح ۱۱۰۰ و ۱۲۰۰ میکرومولار نسبت به سطح ۹۰۰ میکرومولار فسفات، افزایش وزن تر و خشک گیاه سنبل الطیب را سبب شدند. هرچند بین سطوح ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات تفاوت معنی داری مشاهده نشد. همان طور که انتظار می رفت با افزایش غلظت فسفات در محلول غذایی، غلظت فسفات در ریشه و اندام هوایی گیاه افزایش یافت، هرچند، این افزایش معنی دار نبود. جذب فسفر در ریشه گیاه نیز با افزایش سطح فسفر افزایش یافت و بیشترین افزایش مربوط به سطح ۱۲۰۰ میکرومولار فسفات بود. در این سطح، جذب فسفات در مقایسه با سطح ۹۰۰ میکرومولار، ۲/۲ برابر افزایش یافت. Basirat و همکاران (۲۰۱۱) با کاربرد سطوح مختلف فسفر از ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرومولار در محلول غذایی گزارش کردند که بیوماس و جذب فسفر در ریشه و اندام هوایی گوجه فرنگی با افزایش سطح فسفر افزایش یافت.

جدول ۲- اثر سطوح مختلف فسفات بر غلظت و جذب فسفر ریشه و اندام هوایی و وزن تر و خشک اندام هوایی و گیاه سنبل الطیب

غلظت فسفر (میکرومول بر لیتر)			پارامتر اندازه گیری شده
۱۵۰۰	۱۲۰۰	۹۰۰	
۵۰/۱ ^a	۵۷/۷۸ ^a	۳۱/۰	وزن تر اندام هوایی (g.pot ⁻¹)
۳/۹۳ ^{ab}	۴/۷۶ ^a	۲/۷۴ ^b	وزن خشک اندام هوایی (g.pot ⁻¹)
۲۶۶ ^a	۲۰۰ ^a	۲۵۳ ^a	غلظت فسفر در اندام هوایی (mg.kg ⁻¹)
۱۳۶ ^a	۱۳۸ ^a	۱۲۰ ^b	غلظت فسفر در ریشه (mg.kg ⁻¹)
۵۳۳ ^a	۴۸۳ ^a	۳۳۷ ^b	جذب فسفر در اندام هوایی (mg.pot ⁻¹)
۷۹/۵۷ ^a	۹۷/۱ ^a	۴۳/۳ ^b	جذب فسفر در ریشه (mg.pot ⁻¹)
۰/۱۶۰ ^a	۰/۱۵۰ ^a	۰/۱۳۰ ^a	نسبت ریشه به شاخساره (g.g ⁻¹)

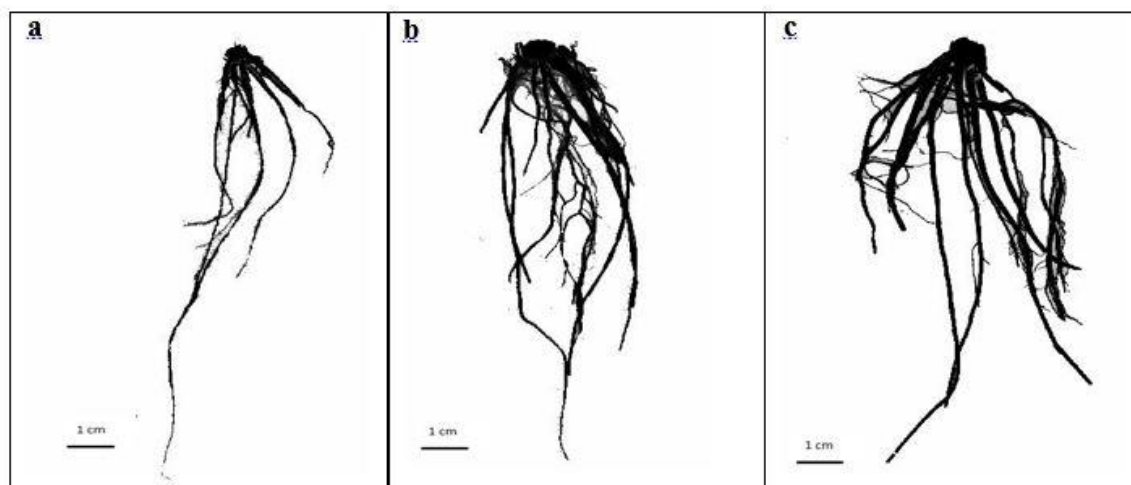
* حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین ها می باشد.

برخی از خصوصیات مورفولوژیکی ریشه تحت تاثیر سطوح مختلف فسفات در جدول ۳ آورده شده است. با افزایش غلظت فسفات در محلول غذایی، وزن تر و خشک ریشه افزایش یافت. هرچند افزایش در هر کدام از سطوح ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات نسبت به سطح ۹۰۰ میکرومولار معنی دار بود، اما افزایش قابل ملاحظه ای در بیوماس ریشه با افزایش سطح فسفر از ۱۲۰۰ به ۱۵۰۰ میکرومولار مشاهده نشد. برای مثال کاربرد ۱۲۰۰ میکرومولار نسبت به ۹۰۰ میکرومولار فسفات، وزن تر و خشک ریشه به ترتیب ۱/۹ و ۲ برابر افزایش یافت. علت کاهش بیوماس ریشه در گیاهان دچار کمبود فسفر ممکن است به علت دیواره سلولی نازکتر است که برای انتقال بیشتر عناصر معدنی به سلول های ریشه در شرایط کمبود کارایی بیشتری خواهند داشت (Whal و رایزر ۲۰۰۰). حجم، طول و تعداد ریشه نیز با افزایش غلظت فسفر افزایش یافت (جدول ۳ و شکل ۲). رشد مناسب ریشه در گیاهان دارویی که از ریشه آن ها استفاده می شود از جمله سنبل الطیب می تواند سبب افزایش عملکرد و کیفیت ماده موثره شود. همان طور که نتایج نشان می دهد، سطوح ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات افزایش معنی دار حجم ریشه را نسبت به سطح ۹۰۰ میکرومولار سبب شد. بیشترین طول ریشه (۱۳/۷) با کاربرد ۱۲۰۰ میکرومولار فسفات در محلول غذایی به دست آمد که تفاوت معنی داری نسبت به دو سطح دیگر فسفات داشت. در مورد اثر فسفر بر رشد ریشه و نسبت ریشه به شاخساره نتایج متفاوتی به دست آمده است. برای مثال افزایش رشد ریشه و نسبت ریشه به شاخساره (Mohidon و همکاران ۲۰۱۵) یا افزایش رشد ریشه و کاهش نسبت ریشه به شاخساره (Kim و لی ۲۰۱۶) با کاربرد فسفر در حد بهینه نسبت به شرایط کمبود فسفر مشاهده شده است. البته باید این نکته را در نظر گرفت که سطح بهینه عناصر غذایی از جمله فسفر برای رشد مطلوب گیاهان مختلف متفاوت است. در مطالعه حاضر افزایش معنی دار نسبت ریشه به شاخساره با افزایش سطح فسفر به ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار مشاهده شد.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف فسفات بر برخی صفات مورفولوژیکی ریشه گیاه سنبل الطیب

غلظت فسفر (میکرو مول بر لیتر)			پارامتر اندازه گیری شده
۱۵۰۰	۱۲۰۰	۹۰۰	وزن تر ریشه (g.pot ⁻¹)
۷/۲۱ ^a	۶/۷۰ ^a	۳/۶۰ ^b	وزن خشک ریشه (g.pot ⁻¹)
۰/۷۸۰ ^a	۰/۷۰۰ ^a	۰/۳۶۰ ^b	تعداد ریشه
۱۱/۱ ^a	۹/۹۰ ^a	۶/۷۲ ^b	طول ریشه (cm)
۱۳/۵ ^{ab}	۱۳/۷ ^a	۱۲/۴۲ ^b	حجم ریشه (cm ³)
۰/۶۸۰ ^a	۰/۵۶۰ ^a	۰/۳۴۰ ^b	

* حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در بین میانگین ها می باشد.



شکل ۲- اثر سطوح مختلف فسفر بر رشد ریشه: a و b و c به ترتیب سطوح ۹۰۰، ۱۲۰۰، و ۱۵۰۰ میکرومولار فسفات در محلول غذایی



نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت فسفات در محلول غذایی نقشی کلیدی در رشد و نمو گیاه سنبل الطیب، به ویژه سیستم ریشه آن، دارد. با افزایش غلظت فسفات (۹۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار)، رشد رویشی ریشه سنبل الطیب به طور معنی داری (در سطح ۵ درصد) افزایش یافت. با توجه به این که بین دو غلظت ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار اختلاف معنی داری مشاهده نشد، غلظت ۱۲۰۰ میکرومولار فسفات، به عنوان مناسبترین غلظت فسفات برای رشد و عملکرد بهینه ریشه گیاه سنبل الطیب در کشت هیدروپونیک انتخاب باشد. از آن جا که در گیاهان دارویی مقدار و کیفیت ماده موثره تعیین کننده کیفیت نهایی گیاه می باشد، غلظت ماده موثره ریشه گیاه سنبل الطیب پس از برداشت بوته ها (شش ماه پس از کشت) انجام خواهد شد.

منابع

- Galkovskyi, T., Mileyko, Y., Bucksch, A., Moore, B., Symonova, O., Price, C.A., Topp, C.N., Iyer-Pascuzzi, A.S., Zurek, P.R. and Fang, S. 2012. GiA Roots: Software for the high throughput analysis of plant root system architecture. *BMC Plant Biol.* 12, 116.
- Gonias, E., Oosterhuis, D. M., Bibi, A., and Mozaffari, M. 2005. Effect of phosphorous deficiency on cotton physiology. *AAES Research*, 537, 35-37.
- Hammond, J.P., Broadley, M.R. and White, P.J., 2004. Genetic responses to phosphorus deficiency. *Annals of botany*, 94(3), 323-332.
- Hornok, L. 1992. "Cultivation and processing of medicinal plants."
- Jackson, M.L. 1967. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc, Englewood cliffs, NJ, USA.
- Kim, H. J., and Li, X. 2016. Effects of phosphorus on shoot and root growth, partitioning, and phosphorus utilization efficiency in lantana. *HortScience*, 51(8), 1001-1009.
- Letchamo, W., Ward, W., Heard, B., and Heard, D. 2004. Essential oil of *Valeriana officinalis* L. cultivars and their antimicrobial activity as influenced by harvesting time under commercial organic cultivation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(12), 3915-3919.
- Mason, J. (1996). *Commercial hydroponics* (No. 04; SB126. 5, M3.).
- Mohidin, H., Hanafi, M.M., Rafii, Y.M., Abdullah, S.N.A., Idris, A.S., Man, S., Idris, J. and Sahebi, M. 2015. Determination of optimum levels of nitrogen, phosphorus and potassium of oil palm seedlings in solution culture. *Bragantia*, 74(3), 247-254.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- Murali, K., Rajendran, V. And Ramalingam, R. 2017. Indispensability of herbal drug standardization. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 47-49.
- Sharply, A., T. Daniel, J. Sims and D. Pote (1996). "Determining environmentally sound soil phosphorus levels." *Journal of soil and water conservation* 51(2): 160-166.
- Tisdale, S.L., Beaton, J.D., Havlin, J.L. and Nelson, W.L., 1999. *Nitrogen transformations in soils*. Tisdale, SL; Beaton, J. D.; Havlin, JL and Nelson, WL *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. 6th (Ed.). Prentice-Hall, New Jersey, USA, pp.108-135.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil fertility, plant nutrition and greenhouse cultivation

Effect of Phosphate Concentration on the Growth Parameters of *Valeriana officinalis* L. in Hydroponics Culture

Mousavi, A¹., Dalir, N^{*2}., Ebadi, M.T. ³., Rahnamaei, R ⁴

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran

³ Assistant Prof., Horticultural Science Department, Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Iran

⁴ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University, Iran

Abstract

Phosphorus (phosphate-P) plays vital roles in plant growth and root development, however, its high concentration impairs the plant growth and metabolism. *Valeriana officinalis* is an important medicinal plant and the essential oil obtained from its roots. So, increasing the essential oil content through enhancing the root development is an important agro-economic practice. The aim of this study was to investigate the effects of different concentrations of phosphates (900, 1200 and 1500 μM) on growth and morphological characteristics of valerian roots, while other nutrient concentrations remained constant. The experiment was conducted in a completely randomized design of three replications, under hydroponic conditions. The results showed that using 1200 and 1500 μM phosphate caused a significant increase in root and growth compared to 900 μM phosphate in the nutrient solution (1.9 and 2.2 times increase in root dry mass respectively), resulted in higher root to shoot ratio. Since there was no significant difference between the 1200 and 1500 μM phosphate concentration, 1200 μM phosphate is suggested as optimal phosphate concentration to grow valerian in hydroponic condition. However, content and composition of essential oil in roots of valerian plants should also be taken into consideration to ensure appropriate concentration of phosphate to achieve high-quality products.

Keywords: Medicinal plants, Mineral nutrition, Root yield

* Corresponding author, Email: ndalir@modares.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاکهای باغات فندق استان گیلان

علی آجیلی لاهیجی^۱، مجید بصیرت^۲^۱-مربی پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران-۲-

استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

Lahigy_123@yahoo.com

چکیده

استان گیلان به عنوان بزرگترین قطب فندق کاری کشور میباشد اما عملکرد محصول به میزان بسیار اندکی در حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده و در این میان پوکی میوه ها هم عامل دیگری از کاهش تولید محصول با کیفیت می باشد. یکی از دلایل این امر ناهنجاری ها و مشکلات تغذیه ای است. بررسی وضعیت حاصلخیزی خاکها و شناخت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها یکی از روش ها جهت بررسی وضعیت عناصر غذایی پرنیاز و کم نیاز باغات و تعیین عوامل نامناسب و محدود کننده رشد و عملکرد در عمق فعالیت ریشه می باشد. در مطالعه برای بررسی خصوصیات حاصلخیزی خاکهای مناطق تحت کشت فندق، بیش از ۳۰ باغ در نواحی مختلف استان گیلان با پراکنش مناسب با سطح زیر کشت انتخاب گردید. نتایج نشان داد که خاک و آب شور نبود. ۷۰٪ خاکها بیش از ده درصد آهک داشته و میزان pH در ۵۰٪ خاکها نیز بیش از ۷/۵ می باشد، که آهکی بودن و قلیائیت زیاد یکی از مشکلات این خاکها می باشد. میانگین فسفر خاکها پایین بوده و ۷۷٪ خاکها زیر ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر دارند. ۵۰٪ خاکهای منطقه با وجود اقلیم مرطوب و جنگلی کمتر از ۱٪ ماده آلی دارا می باشند، که به کاهش توان باروری و حاصلخیزی خاکهای منطقه منجر شده است. مجموع خصوصیات حاصلخیزی خاکها و عدم توجه به مدیریت تغذیه مناسب باغات از عوامل اصلی کاهش عملکرد باغات فندق استان گیلان می باشد.

واژه های کلیدی: فندق، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حاصلخیزی، گیلان

مقدمه

فندق درختچه ای از خانواده *Betulacea* و از جنس *Corylus* است. گونه های وحشی آن در مناطق معتدله ژاپن، چین، ترکیه، هند و اروپا تا شمال آمریکا یافت میشود تا کنون ۲۵ نوع گونه فندق در دنیا شناسایی شده است درختان فندق مانند درختان دیگر بلند نیستند ولی در صورت حاصلخیز بودن خاک درختها ممکن است بیشتر رشد کرده و ارتفاع آنها به ۱۰ تا ۱۵ متر نیز برسد. گیاهان این جنس یک پایه بوده و گلهای یک جنسی تولید می کنند. مرکز عمده تولید فندق در دنیا، منطقه شمالی ترکیه در ساحل دریای سیاه با ۷۱ درصد سطح زیر کشت، ۶۰ درصد فندق جهان را تولید می کند. سایر مناطق مهم تولید فندق در جهان، ایتالیا، اسپانیا و اورگون ایالات متحده آمریکا و همین طور مناطق عمده تولید این محصول در ایران، شامل استان های گیلان، قزوین، مازندران، اردبیل و گلستان است. سطح زیر کشت فندق در استان گیلان ۱۷ هزار هکتار است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶) که این رقم معادل ۸۵ درصد باغ های فندق ایران بوده و در رتبه نخست کشور قرار دارد. مناطق اشکورات بخش رحیم آباد شهرستان رودسر از استان سرسبز گیلان به لحاظ برخورداری از شرایط خاص طبیعی ۹۰ درصد باغ های فندق شهرستان، ۶۵ درصد باغ های استان و ۵۵ درصد باغ های فندق کشور را در اختیار دارد و به عنوان قطب فندق استان و کشور مطرح است. فندق به عنوان یکی از محصولات باغی و خشکباری است که از نظر اقتصادی بسیار باارزش بوده و قابلیت رقابت با بسیاری از درختان باارزش دیگر را دارد. از آنجا که بسیاری از باغات فندق گیلان به شکل سنتی کشت گردیده اند و تغییر سیستم های کشت و پرورش این گونه باغ ها مستلزم صرف هزینه های فراوانی می باشد. استفاده از یک برنامه تغذیه ای متناسب و متعادل به عنوان یک راه چاره تا حدودی می تواند نواقص موجود را کاهش داده و به افزایش کمی و کیفی محصول کمک نماید و شناخت خصوصیات خاکها و بررسی میزان عناصر ماکرو و میکرو موجود در خاک و همچنین شناخت عوامل محدود کننده دیگر مانند آهک، شوری، قلیائیت، بافت سنگین یا سبک می تواند راهنمای خوبی برای تعیین وضعیت حاصلخیزی خاکهای منطقه باشد. ملکوتی و همکاران (۱۳۸۴) حد بحرانی غلظت عناصر غذایی را در باغات میوه برای کربن آلی ۲٪، فسفر ۱۰ ppm، پتاسیم ۳۰۰-۲۵۰ ppm، آهن ۱۰ ppm، روی ۱ ppm، منگنز ۸ ppm، مس ۱ ppm و بور ۱ میلی گرم در کیلوگرم در خاکهای آهکی تعیین نمودند که وجود مقدار مشخص از عناصر غذایی می تواند معرف کمبود یا زیادی آن عنصر در خاک باشد و مبنای توصیه کودی برای درختان میوه را حد غلظت بهینه عناصر در برگ و حتی میوه دانستند. آدیگولو (۲۰۰۴) در تحقیقی درباره مسائل تغذیه ای در باغات فندق در خاکهای اسیدی ترکیه در منطقه ترابوزان از ۳۰ باغ نمونه برداری شده مشاهده نمودند که میزان ماده آلی وازت کل و همچنین فسفر قابل جذب و پتاسیم و میزان منیزیم به میزان کافی و زیاد در خاکها موجود بودند ولی کمبود کلسیم در ۹۳/۴٪ از باغات وجود دارد، آهن قابل جذب و مس در حد کفایت بودند و در ۷۰٪ از باغات

کمبود روی مشاهده شد و کمبود ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و روی به ترتیب در ۶۶،۵۰، ۷۳،۶، ۲۶،۲۰ درصد برگهای باغات مشاهده شد ولی میزان آهن، مس و منگنز در برگها به حدکفایت بوده است. مستشاری (۱۳۹۱) در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای تحت کشت انگور در تاکستان عنوان نمود اکثراً آهنکی و عاری از ماده آلی می‌باشند، مقدار ماده آلی کم و در حدود ۰/۸ درصد می‌باشد، که بر روی خصوصیات فیزیکی آنها نیز تأثیر نامطلوبی دارد. در مقابل، کمبود فسفر قابل استفاده در این خاکها، پتاسیم قابل استفاده بیشتر از حد مطلوب ۳۰۰ (میلی گرم در کیلوگرم) بود. درصد کربنات کلسیم و رس با افزایش عمق، افزایش یافته ولی درصد کربن آلی، pH، فسفر و پتاسیم قابل استفاده کاهش یافته است. ملکوتی و همکاران (۱۳۷۹) وضعیت تغذیه ای باغات انگور را در مناطقی از کشور مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که پایین بودن عملکرد در باغات بدلیل مصرف نامتعادل کود، آهنکی بودن خاک، pH بالا و بی کربنات بودن آب های آبیاری است. گودرزی (۱۳۸۱) تعادل تغذیه ای تاکستانهای منطقه سی سخت استان کهگیلویه و بویر احمد را با استفاده از روش انحراف از حد بهینه (DOP) در تفسیر نتایج برگی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد همه باغ های با عملکرد نسبی پایین در وضعیت نامتعادلی از عناصر غذایی قرار دارند و کمبود آهن در ۹۱٪، منگنز و مس در ۸۲٪، پتاسیم در ۶۷٪، روی در ۵۹٪، و بور در ۵۵٪ از این باغ ها قابل پیش بینی است. طاهری و همکاران (۱۳۸۸ و ۱۳۸۵) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تعدادی از باغات زیتون شهرستان طارم را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بررسی های انجام شده نشان داد که بافت خاک باغ های منطقه لوم سیلنتی تا لوم رسی سیلنتی و واکنش خاک تا حدودی قلیایی است. فسفر قابل جذب خاک کافی بوده ولی میزان پتاسیم در بسیاری از باغ ها زیر حد بحرانی قرار دارد. نتایج این تحقیق نشان داد خاک باغ های زیتون در حال شور شدن بوده و میزان مواد آلی خاک ها پائین می باشد. صالحی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تأثیر برخی از ویژگی های خاک بر عملکرد پسته در منطقه رفسنجان، تعداد ۶ باغ که از نظر رقم، کیفیت آب، دور آبیاری، و سن درختان وضعیت مشابهی داشتند را انتخاب کردند و هر باغ بر اساس رشد گیاه، به دو قسمت تقسیم شد. قسمتی که درختان از نظر ظاهری، رشد بهتری داشتند قسمت مطلوب باغ و مناطقی که درختان، رشد کمتری داشتند، قسمت نامطلوب باغ، نامگذاری شد. در زمان برداشت محصول (اویل مهر)، عملکرد (پسته تر) سه درخت در هر تکرار اندازه گیری شد. این محققین گزارش کردند که کلسیم و درصد آهنک در عمق صفر تا ۴۰ سانتی متری، فسفر و بور در عمق ۴۰ تا ۸۰ و درصد شن، رس و هدایت الکتریکی در هر دو عمق مورد مطالعه بین قسمت مطلوب و نامطلوب اکثر باغ ها اختلاف معنی دار نشان می دهد به طوری که مقادیر هدایت الکتریکی، بور و درصد رس در قسمت های نامطلوب هر باغ بیشتر از قسمت مطلوب باغ می باشند. توجه به بافت خاک، به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر وضعیت حاصلخیزی اهمیت ویژه ای دارد. در خاک هایی که دارای بافت سبک و شنی می باشند درصد بالایی از نیتروژن کودی، آبشویی شده و از دسترس ریشه گیاه خارج می شود. همچنین بیان نمودند که بروز مشکلات تغذیه ای در باغ های پسته علاوه بر کمبود شدید پتاسیم، کمبود روی، آهن، مس و منگنز و نیز فقر شدید مواد آلی است که خیلی از این عوامل محدود کننده ناشی از شور بودن و pH قلیایی و درصد بالای آهنک در نیمرخ خاک ها می باشد. با توجه به اینکه تاکنون بررسی روی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاکهای باغات فندق استان گیلان برای شناخت وضعیت حاصلخیزی خاکها انجام نشده و مطالعه ای نیز در دست نیست، این تحقیق در سه شهرستان رودسر، سیاهکل و املش در بیش از ۳۰ باغ منطقه انجام گردید.

مواد و روش ها

با توجه به اینکه در سه شهرستان رودسر سیاهکل و آستارا از مناطق اصلی فندق کاری استان می باشد و قسمت اعظم باغات در اشکورات رودسر و مناطق دیلمان شهرستان سیاهکل بوده از ۳۲ باغ فندق از رقم غالب منطقه (رقم گرد) مناطق نمونه برداری شد. نمونه های خاک مرکب نیز از عمق فعالیت ریشه ۵۰-۲۰ سانتیمتری و از نصف بیرونی سایه انداز درختان تهیه و پارامترهای هدایت الکتریکی، واکنش خاک، بافت خاک، کربنات کلسیم، کربن آلی، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس، منگنز در آنها اندازه گیری گردید، درصد رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری تعیین گردید (Gee and Baurder, 1986). میزان کربن آلی خاک طبق روش والکی بلک (Walkey and Black, 1982) انجام شد. غلظت فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1982) و غلظت پتاسیم قابل جذب با به کارگیری روش استات آمونیوم ۱ نرمال به عنوان عصاره گیر (Richards, 1954) تعیین گردید. میزان کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن مواد خنثی شونده با اسید کلریدریک و سپس تیتراسیون اسید اضافی با سود تعیین شد (Page, et al. 1982). واکنش خاک در گل اشباع و با استفاده از الکتروود pH متر دستگاه Metrohm و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک توسط

دستگاه هدایت سنج الکتریکی jenway اندازه‌گیری شدند. عناصر میکرو با DTPA عصاره‌گیری و توسط دستگاه اتمیک ایزربشن مدل Theromelmental قرائت گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه آماری خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاکهای باغات فندق در جدول شماره (۱) آمده است.

جدول (۱) خلاصه نتایج آماری بررسی خاکهای تحت کشت فندق:

ویژگی	ضریب تغییرات	کشیدگی کورتیزس	چولگی - اسکینوس	واریانس	انحراف معیار	مد	میانه	میانگین	حداکثر	حداقل
EC (ds/m)	۲۵/۳۲	-۰/۱۴۵	۰/۶۷۵	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۴۹	۰/۶۰	۰/۶۴	۱	۰/۴۳
pH	۲/۵۱	۱/۴۴	-۱/۳۵	۲/۵۱	۰/۱۹	۷/۷۸	۷/۷۶	۷/۷	۷/۹۶	۷/۱۳
O.C(%)	۵۶/۲۳	۲/۴۷	۱/۳۵	۰/۴۰	۰/۶۳	۰/۷۸	۰/۹۳	۱/۱۳	۳/۱۸	۰/۱۸
P (ppm)	۱۳۱/۳۷	۴/۲۹	۲/۲۳	۱۴۳/۸۷	۱۱/۹۹	۲/۲۱	۳/۹۹	۹/۳۱	۴۷/۹۲	۰/۸۵
K (ppm)	۴۲/۶۹	۱/۲۳	۱/۰۸	۱۷۰۰/۱۸	۱۳۰/۳۹	۲۴۷/۹	۲۷۵/۴۶	۳۰۵/۳۷	۶۸۸/۶۴	۱۱۹/۳۶
T.N.V (%)	۸۲/۶۹	-۰/۱۸۴	۰/۶۸	۲۴۴	۱۵/۶۲	۱/۶	۱۵/۹۶	۱۸/۸۹	۴۷/۳۵	۱/۶۰
Mn (ppm)	۶۴/۷۲	۲/۳۳	۱/۴۸	۲۶/۷۱	۵/۱۶	۰	۶/۵۹	۷/۹۸	۲۴/۴	۱/۲۸
Fe (ppm)	۵۷/۹۳	۰/۲۳	۱/۰۲	۱۴/۹۵	۳/۸۶	۴/۷۲	۵/۳۲	۶/۶۷	۱۵/۹۴	۱/۴۳
Zn (ppm)	۱۱۰/۹۵	۳/۳۴	۱/۹۶	۱۳/۴۵	۳/۶۶	۰	۱/۷۵	۳/۳۰	۱۵/۰	۰/۴۳
Cu (ppm)	۱۸۴/۶۱	۶/۴۲	۲/۴۶	۰/۴۲	۰/۶۵	۰	۰	۰/۳۵	۲/۷۸	۰
Silt (%)	۱۶/۸۱	۲/۰۳	۱/۱۲	۳۶/۹۸	۶/۰۸	۳۳/۱۲	۳۵/۸۸	۳۶/۱۷	۵۵/۲۰	۲۶/۲۲
Sand (%)	۳۱/۲۵	-۰/۱۴	۰/۳۴	۱۳۸/۶۵	۱۱/۷۷	۲۴/۱۰	۳۷/۹۰	۳۷/۶۷	۶۸/۸۸	۱۷/۲۰
Clay (%)	۳۲/۰۵	۰/۲۹	-۰/۲۹	۷۰/۲۶	۸/۳۸	۲۲/۰۸	۲۷/۶۰	۲۶/۱۴	۴۴/۱۶	۵/۵۲

براین اساس میانگین شوری خاکها (ds/m) ۰/۶۴ بوده و از این لحاظ باغات دچار محدودیتی نبودند. میانگین pH خاکها ۷/۷ و همه دارای واکنش بالای ۷ بودند، ۵۰ درصد باغات دارای pH کمتر از ۷/۵ و ۵۰ درصد باغات دارای PH بیش از ۷/۵ و کمتر از ۸ بودند. لذا در این باغات کمبود و تثبیت عناصر غذایی بدلیل قلیای بودن خاک زیاد است. قلیائیت ناشی از وجود آهک در پروفیل خاک بوده است که، میانگین کربنات کلسیم در خاکها ۱۸/۹ می باشد. در این میان فقط ۳۰ درصد از خاکها زیر ۱۰ درصد کربنات کلسیم دارند و ۷۰٪ خاکها بیش از ده درصد آهک و ۳۰ درصد خاکهای تحت کشت فندق نیز بیش از ۲۰ درصد آهک دارند که بسیار بالا است و برای باغبانی مناسب نمی باشد و باغات را دچار تنش‌های تغذیه ای و رطوبتی خواهد نمود که اثرات آنرا می توان به وفور در خشکیدگی سر شاخه ها و علائم کمبود عناصر غذایی در برگ‌های باغات فندق منطقه مشاهده نمود. حد مطلوب عناصر توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول (۲) - حد مطلوب عناصر غذایی قابل استفاده برای کشت محصولات زراعی باغی

کربن آلی (%)	فسفر ppm	پتاسیم ppm	آهن ppm	رومی ppm	منگنز ppm	مس ppm	بور ppm
>۲	۱۵-	۳۰۰-	۱۰-	۱	۸-	۱	۱
۱۰	۲۵۰	۷	۵				

میانگین درصد کربن آلی خاکها ۱/۱ درصد می باشد که مورد انتظار نبوده است. کربن آلی خاکها علاوه بر شرایط اقلیمی مرطوب و جنگلی از وضعیت خوبی برخوردار نمی باشد و بیش از نیمی از خاکها (۵۱٪) کمتر از ۱ درصد کربن آلی دارند و تنها ۲۰٪ از خاکها دارای بیش از ۱/۵٪ کربن آلی می باشند، که با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) اغلب خاکها دارای کمبود ماده آلی در خاک می باشند. میانگین فسفر باغات ۹/۱ می باشد که از این لحاظ باغات دچار کمبود شدید فسفر می باشند و ۸۴٪ از باغات زیر ۱۵ ppm فسفر دارند و ۷۷٪ از باغات زیر ۱۰ ppm فسفر

دارند، که با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) اغلب خاکها دچار کمبود فسفر بوده که از اولویت‌های تغذیه گیاهی با توجه به آهکی بودن و pH بالای خاکها می باشد. میانگین پتاسیم خاکها ppm ۳۰۵ می باشد که از لحاظ این عنصر وضعیت خوبی را در منطقه شاهد می باشیم که ۷۰ درصد باغات بیش از ppm ۲۴۰ پتاسیم دارند و در این میان ۱۶ درصد کمتر از ppm ۱۸۰ و ۱۴ درصد بین ۱۸۰-۲۴۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم دارند. با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) حدود ۳۰ درصد خاکها دارای کمبود پتاسیم می باشند. میانگین آهن خاکها ۶/۶ میلی گرم در کیلوگرم می باشد و حدود ۴۵ درصد از خاکها دارای میزان آهن کم و خیلی کم، کمتر از ۵ میلی گرم می باشند و ۲۲ درصد در حد متوسط و ۳۲ درصد دارای آهن زیاد می باشند که این به آهکی بودن بر می گردد که با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) اغلب خاکها دچار کمبود آهن می باشند. اما در خصوص منگنز، سی و پنج درصد خاکهای منطقه کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم در محدوده کم قرار دارند و ۴۲ درصد در محدوده متوسط ۵-۱۰ میلی گرم در کیلوگرم و ۲۲ درصد در محدوده بیش از ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم منگنز می باشند، که با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) حدود ۸۰ درصد خاکها دارای کمبود منگنز می باشند. میانگین روی در خاکها ppm ۳/۳ بوده و ۲۲ درصد از خاکها کمتر از ۱ میلی گرم در کیلوگرم روی دارند و ۷۷ درصد خاکها بیش از ۱ میلی گرم در کیلوگرم روی دارند و ۵۱ درصد خاکها بین ۱-۳ میلی گرم روی دارند و ۲۵ درصد خاکها بیش از ۳ میلی گرم در کیلوگرم روی دارند که با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) حدود ۳۰٪ خاکها دچار کمبود روی می باشند. نود درصد خاکها کمتر از ۱ میلی گرم در کیلوگرم مس دارند که با توجه به نتایج حد مطلوب ارائه شده توسط ملکوتی وهمکاران (۱۳۸۴) اغلب خاکها دارای کمبود مس بوده و تنها ده درصد خاکها بیش از ppm ۱ مس دارند. از مشکلات اساسی دیگر در باغات فندق استان اراضی عمق کم خاک و همچنین سنگلاخی بودن خاک خصوصا در باغات ضعیف می توان اشاره نمود و از عوامل دیگر محدود کننده و بافت سنگین حدود نیمی از اراضی که حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد رس دارند، که مانع توسعه و فعالیت ریشه خواهند شد.

نتیجه گیری

در جمع بندی می توان با توجه به نتایج بررسی نتیجه گرفت که خاکهای منطقه دچار کمبود شدید عناصر غذایی، کمبود مواد آلی خاک و آهکی بودن شدید خاکها می باشند. لذا به منظور جلوگیری از افت شدید عملکرد باغات فندق می توان از برنامه های نوین تغذیه گیاهی بهره جست. برای این منظور ضمن استفاده از کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو به همراه توجه به ماده آلی خاکها جهت بهتر نمودن خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و همچنین کاهش آثار منفی قلیائیت و آهکی بودن خاکها استفاده از کودهای دامی پوسیده محلی توصیه نمود.

منابع

- صالحی، محمد حسن، حیدری، م.، محمدخانی، ع. و حسینی فرد، ج. ۱۳۸۸. تاثیر ویژگی های خاک بر رشد، عملکرد و خندانی پسته در منطقه انار رفسنجان. مجله علوم خاک و آب، شماره ۱: ۳۵-۴۷.
- طاهری، م و م، ملکوتی. ۱۳۷۹. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد و ارتقاء کیفی زیتون در کشور، نشریه فنی شماره ۶۶، انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران
- طاهری، مهدی،، عظیمی، محمود و محمد اسماعیلی. ۱۳۸۵. بررسی مقدماتی مشکلات تغذیه ای باغ های زیتون طارم. مجموعه مقالات همایش توسعه کشاورزی استان زنجان.
- طاهری، مهدی،، علی سلیمانی و محمد اسماعیلی. ۱۳۸۸. بررسی وضعیت تغذیه ای و بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی باغ های زیتون شهرستان طارم. سمینار اصلاح الگوی مصرف در استان زنجان. زنجان- ایران.
- گودرزی، کرم اله. ۱۳۸۴. ارزیابی تعادل تغذیه ای در تاکستانهای منطقه سی سخت استان کهگیلویه و بویر احمد با استفاده از روش انحراف از درصد بهینه. مجله علوم خاک و آب، ۱۹: ۲۶-۳۴.
- مستشاری، م. ۱۳۹۱. بررسی وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در باغات انگور تاکستان، پژوهش های نامه کشاورزی و منابع طبیعی شماره ۱۴ سال ۱۳۹۱



- ملکوتی، ج و مشیری، ف غیبی، م و مولوی، ص. ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی باغی جلد دوم. انتشارات سنا نشریه فنی ۴۰۶، ۱۳۸۴
- ملکوتی، محمد جعفر. سالاری، م. ۱۳۷۹. شناخت ناهنجاریهای تغذیه ای انگور و ارائه راه حل‌های کاربردی برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آنها در کشور. مجله علوم خاک و آب، ۱۲: ۱۲۶-۱۳۰.
- Adigolu, aydin; adigolu, sevinc; 2004, an investigation on nutritional problems of hazelnute grown in acid soils of turkey. *Pakistan journal of biological sciences* 7(8)1433-1437, 2004
- El-Fouly M. M, El-Sayed, A. A., Fawzi A. F. A and Shaaban S. H. A Nutritional status of oil olives grooves grown under dry farming conditions in the North Western Coast of Egypt. *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.5 (1) : 216 - 219. 2007*
- Gargouri K. Sarbeji M., Barone E. Assessment of soil fertility variation in an olive orchard and its influence on olive tree nutrition; Second International Seminar "Biotechnology and Quality of Olive Tree Products Around the Mediterranean Basin" 5-10 November 2006 Marsala-Mazara del Vallo, Italy
- Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: A. L. Page (Eds.), *Methods of Soil Analysis*, Agron. No. 9, Part 2: Chemical and microbiological properties, 2th ed. PP. 403-430
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. In: Klute A. (Ed), *Methods of soil analysis*. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA. Madison. WI, USA. pp: 383-411.
- Page MC, Sparks DL, Noll M, Hendricks GJ. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic Coastal Plain Soils. *Soil Science Society of America Journal* 51: 1460-1465.
- Richards LA. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. USDA Handbook No. 60. U.S. Government Printing Office, Washington, DC. 160 pp.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Study of soil Physical and chemical Properties of Hazelnut Gardens in Guilan Province

Ali Ajili Lahiji, Majid Basirat

1-Scientific member Department of Soil and Water Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. 2- Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Lahigy_123@yahoo.com

Abstract

Guilan province is the largest hazelnut orchards in the country, but the yield of hazelnut is very small at around 1000 kg/ha, while blank fruits is another factor in reducing the quality of production. One of the reasons for this disorders is nutritional problems. Investigating the soil fertility and recognizing the physical and chemical characteristics of soils is one of the methods for assessing the nutrient requirements of the plant and the needs of the gardens and identifying the inappropriate and limiting factors for the growth and yield. In this study, more than 30 gardens were selected in different regions of Guilan Province with suitable distribution of cultivation to study the soil fertility characteristics of Hazeland areas. The results showed that the soil and water were not salty. In 70% of soils have more than 10% lime and the pH in 50% of the soils is more than 7.5, which is one of the problems of these soils due to calcareousness and high lime content. The mean Phosphorous content of soils is low and 77% of the soils have 10 mg/kg of phosphorus. Despite the humid climate and the forestry, in 50% of soils of the region have a content of organic carbon of less than 1%, which has led to reduced soil fertility. Total fertility characteristics of soils and lack of attention to proper nutrition management of gardens are one of the main factors in reducing the performance of hazelnut orchards in Guilan province.

Keywords: Hazelnut, physical and chemical properties of soil, fertility, Guilan

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثرات شوری و کادمیم خاک بر غلظت سلنیم و کادمیم در گندم

بصیر عطاردی^{۱*}، امیر فتوت^۲، رضا خراسانی^۳، پیمان کشاورز^۴

^۱ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران
^۲ و ^۳ گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۴ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده

شوری علاوه بر اینکه از عوامل مهم محدودکننده رشد گیاه محسوب می‌گردد با تغییر فعالیت ترمودینامیکی و قدرت یونی عناصر، میزان جذب آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات شوری-کادمیم در خاک بر غلظت دو عنصر سلنیم و کادمیم در گندم، در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه سطح کادمیم (۰، ۵ و ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و سه سطح شوری آب آبیاری (۱/۲، ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج نشان داد که تاثیر کادمیم خاک بر افزایش غلظت کادمیم گیاه در سطوح شوری بالا شدیدتر بوده به طوری که در پائین‌ترین سطح شوری (۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر)، به ازاء هر واحد افزایش در کادمیم خاک، غلظت کادمیم در گیاه ۱/۴ واحد افزایش داشته ولی در سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر، این افزایش ۳/۲ واحد بود. برعکس، با افزایش شوری آب آبیاری، غلظت سلنیم در گندم کاهش یافت. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش شوری، امکان زیادبود (سمیت) کادمیم و کمبود سلنیم در گندم افزایش یافت. از اینرو در شرایط شور، سمیت کادمیم و کمبود سلنیم در گندم باید با دقت و حساسیت بیشتری پایش شود.

کلمات کلیدی: آلودگی، آنتی اکسیدانت، تغذیه و کوددهی، عناصر سنگین

مقدمه

شوری منابع آب و خاک از جمله تنش‌هایی محسوب می‌شوند که بخش وسیعی از اراضی کشاورزی را تحت تاثیر قرار داده‌اند. به طور متوسط ۲۰ تا ۵۰ درصد کل اراضی تحت کشت در دنیا از درجاتی از شوری رنج می‌برند و در ایران نیز از مجموع تقریبی هشت میلیون هکتار اراضی قابل کشت، حدود چهار میلیون هکتار به درجات مختلفی از شوری مبتلا هستند (Kaveh و همکاران، ۲۰۱۱). شوری علاوه بر اینکه از عوامل مهم محدودکننده رشد گیاه محسوب می‌گردد با تغییر فعالیت ترمودینامیکی و قدرت یونی عناصر، میزان جذب آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Mikkelsen و همکاران، ۱۹۸۸؛ Hain و همکاران، ۲۰۱۵).

در بین عناصری که جذب شان تحت تاثیر شوری قرار می‌گیرد دو عنصر کادمیم و سلنیم از اهمیت زیادی برخوردارند چرا که کادمیم در بعد سلولی، فیزیولوژیکی، بیولوژیکی و مولکولی هم برای گیاه و هم برای انسان سمیت ایجاد می‌کند و تجمع بیش از حد مجاز آن نیز در برخی خاکها، از جمله برخی خاکهای ایران گزارش شده است (Maleki و همکاران، ۲۰۰۹). سلنیم نیز، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدانت نقش بسیار مهمی در سلامت انسان داشته، بسیاری از خاک‌ها و بالطبع محصولات تولید شده در آنها با کمبود این عنصر مواجه بوده، از اینرو ارزیابی غلظت آن در خاک‌ها و محصولات کشاورزی در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته، به طوری که کاربرد آن به‌صورت یک کود شیمیایی در برخی از کشورها مرسوم گردیده است (Lyons و همکاران ۲۰۰۳؛ Williams و همکاران، ۲۰۰۹).

گرچه در برخی مطالعات، تاثیر شوری بر غلظت کادمیم در گیاهان مورد بررسی قرار گرفته (Wegler-Beaton و همکاران، ۲۰۰۰؛ Khoshgofar و همکاران، ۲۰۰۴) با این حال، به دلیل وجود برخی نتایج متضاد در این خصوص و نیز عدم وجود اطلاعات منتشر شده‌ی کافی در مورد تاثیر شوری بر محتوی سلنیم گیاهان، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات شوری-کادمیم بر غلظت دو عنصر سلنیم و کادمیم در گندم انجام شد.



مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، به صورت فاکتوریل (سه سطح شوری و سه سطح کادمیم) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی اجرا شد. حجم کافی از نمونه خاک انتخابی (جدول ۱) جهت کشت گلدانی جمع‌آوری، پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۵ میلی‌متری، در دسته‌جات ۶ کیلوگرمی توزین و روی سطوح پلاستیکی ریخته شد. عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گندم بر اساس نتایج آزمون خاک از طریق افزودن ۰/۵ گرم $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ، ۱/۳۲ گرم KNO_3 ، ۰/۲۶ گرم $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ، ۰/۱ گرم $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ، ۰/۵ گرم Fe-EDDHA به هر نمونه ۶ کیلوگرمی خاک تامین گردید. برای اعمال سطوح مورد نظر کادمیم (۰، ۵ و ۱۵ میلی‌گرم خاک)، مقادیر ۰، ۸۲/۳ و ۲۴۷ میلی‌گرم نمک $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ در آب مقطر حل گردید و با توجه به تیمارهای تعریف شده، بر روی نمونه‌های خاک اسپری گردید. خاک‌ها کاملاً هم‌زده شد تا یکنواختی حاصل گردیده و سپس به پاکت‌های پلاستیکی منتقل شد. نمونه‌های خاک در داخل پاکت‌ها تا حد ظرفیت زراعی مرطوب گردید، درب پاکت‌ها بسته و به منظور تبادل هوا در دیواره پاکت‌ها منافذی تعبیه شد. پاکت‌ها به مدت ۴۵ روز در همین وضعیت نگهداری گردید و در طول این دوره، هر سه روز یک‌بار نمونه‌ها توزین تا اطمینان حاصل شود که رطوبت نمونه‌ها از حد ظرفیت زراعی کمتر نشود. پس از این مرحله، خاک‌ها از پاکت خارج و بر روی سطح پلاستیکی پهن شد تا هوا خشک شوند.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلدانی

پتانسیم قابل استفاده	فسفر قابل استفاده	نیترژن کل	کربن آلی	رس	شن	EC	pH
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			(درصد)			دسی‌زیمنس بر متر	
۲۱۹	۸/۴	۶۰۰	۰/۶۳	۱۳	۳۳	۰/۹۵	۸/۱

آماده‌سازی گلدان‌ها

به منظور ایجاد زه‌کش مناسب و نیز جلوگیری از خروج خاک از ته گلدان‌ها در حین آبیاری، در ته هر گلدان دو عدد کاغذ صافی گذاشته شد و سپس بر روی آن ۳۰۰ گرم شن درشت و مقدار مساوی شن متوسط و ۱۰۰ گرم شن شسته شده ریخته شد، به طوری که وزن گلدان خالی و سنگریزه برای تمام گلدان‌ها مساوی گردید. به هر گلدان، ۶ کیلوگرم خاک که طبق مرحله قبلی آماده شده بود اختصاص داده شد.

تهیه سطوح مختلف شوری آب آبیاری

در این آزمایش، سه سطح مختلف شوری آب آبیاری شامل ۱/۲، ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر مورد استفاده قرار گرفت. به منظور نزدیک‌تر شدن شرایط اجرای آزمایش به شرایط طبیعی - از جهت ترکیب نمک‌های موجود در آب آبیاری - به جای استفاده از آب مقطر، از آب شهری که دارای هدایت الکتریکی ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود به عنوان سطح اول شوری استفاده شد و دو سطح دیگر آب آبیاری، با افزودن کلرید سدیم و کلرید کلسیم (با نسبت اکیوالان مساوی) به این آب تهیه گردید. برای تهیه آب با شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر، ۰/۶۷ گرم از نمک $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و ۰/۵۳ گرم از نمک NaCl به هر لیتر آب اضافه شد. برای سطح ۶ دسی‌زیمنس بر متر، از نمک‌های فوق به ترتیب ۱/۸ و ۱/۴ گرم به هر لیتر آب اضافه گردید.

کاشت و برداشت

در هر گلدان (۳۷ سانتی‌متر ارتفاع، ۳۰ سانتی‌متر قطر)، هشت عدد بذر گندم (رقم "فلات") کشت گردید. جهت جلوگیری از صدمات قارچی، بذور گندم قبل از کشت به سم سرزان آغشته شدند. آبیاری همه گلدان‌ها بدون لحاظ سطح شوری - تا پایان زمان جوانه‌زنی با آب غیر شور (هدایت الکتریکی ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر) و بعد از جوانه‌زنی، با توجه به سطوح فاکتور شوری انجام گردید. بعد از جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها، تعداد بوته‌های هر گلدان به ۴ عدد کاهش یافت. رطوبت گلدان‌ها در طول دوره کشت با روش توزین، در حد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی تامین شد. در صورت خروج آب از گلدان‌ها، آب اضافی به ظروف پلاستیکی زیر گلدان‌ها وارد شده که مجدداً برای آبیاری همان گلدان مورد استفاده قرار گرفت. نه هفته پس از کشت و در ابتدای مرحله خوشه‌دهی، ساقه‌های گیاهان مربوط به هر گلدان به طور مجزا از یک سانتی‌متری سطح خاک برداشت، به آزمایشگاه منتقل، عملیات شستشو، خشک کردن و اندازه‌گیری میزان سلنیم و کادمیم نمونه‌ها انجام شد. برای اندازه‌گیری غلظت سلنیم و کادمیم از روش هضم تر استفاده شد.

(Soltanpour و همکاران، ۱۹۸۲؛ Gupta و Gupta، ۲۰۰۲). غلظت سلنیم و کادمیم نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Varian, SpectrAA, 55B) در طول موج‌های به ترتیب ۱۹۶ و ۲۲۸/۸ نانومتر در آزمایشگاه بخش اکولوژی و محیط زیست دانشگاه استکهلم اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS PC (version 9.4) انجام شد. مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی و متقابل در سطح ۵ درصد با آزمون توکی صورت گرفت.



شکل ۲. دستگاه جذب اتمی (Varian, SpectrAA, 55B)



شکل ۱. گلدان‌های مورد استفاده در آزمایش

نتایج و بحث

– اثرات اصلی کادمیم و شوری بر غلظت کادمیم ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت کادمیم در ساقه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر کادمیم مصرفی قرار گرفت ($P < 0.01$). غلظت کادمیم ساقه گندم از ۰/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک در شاهد به ۳۹/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک در تیمار دارای ۱۵ میلی‌گرم کادمیم افزایش یافت (جدول ۲).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، غلظت کادمیم ساقه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر فاکتور شوری قرار گرفت ($P < 0.01$). اثرات ساده شوری بر غلظت کادمیم ساقه، نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۲ به ۶ دسی‌زیمنس بر متر، غلظت کادمیم ساقه از ۱۰/۸ به ۲۶/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه افزایش یافت (جدول ۲). بدیهی است این میزان افزایش، تنها مربوط به اثر ساده فاکتور شوری (بدون در نظر گرفتن سطح کادمیم مصرفی) می‌باشد. این نتایج با گزارش تعدادی از محققان، مبنی بر این‌که شوری باعث افزایش جذب کادمیم می‌شود در یک راستا می‌باشد (Mühling و L.äuchli، ۲۰۰۳). در شرایط شور، یون‌های کادمیم آزاد (Cd^{2+}) با یون کلر کمپلکس‌های $CdCl^+$ و $CdCl_2^0$ تشکیل می‌دهد. کمپلکس‌های مذکور در مقایسه با یون کادمیم آزاد، با نیروی کمتری توسط بارهای منفی سطح ذرات خاک جذب شده، بنابراین فراهمی آنها در محلول خاک افزایش و با سهولت بیشتری جذب گیاه می‌شوند (Wegglar-Beaton و همکاران، ۲۰۰۰).

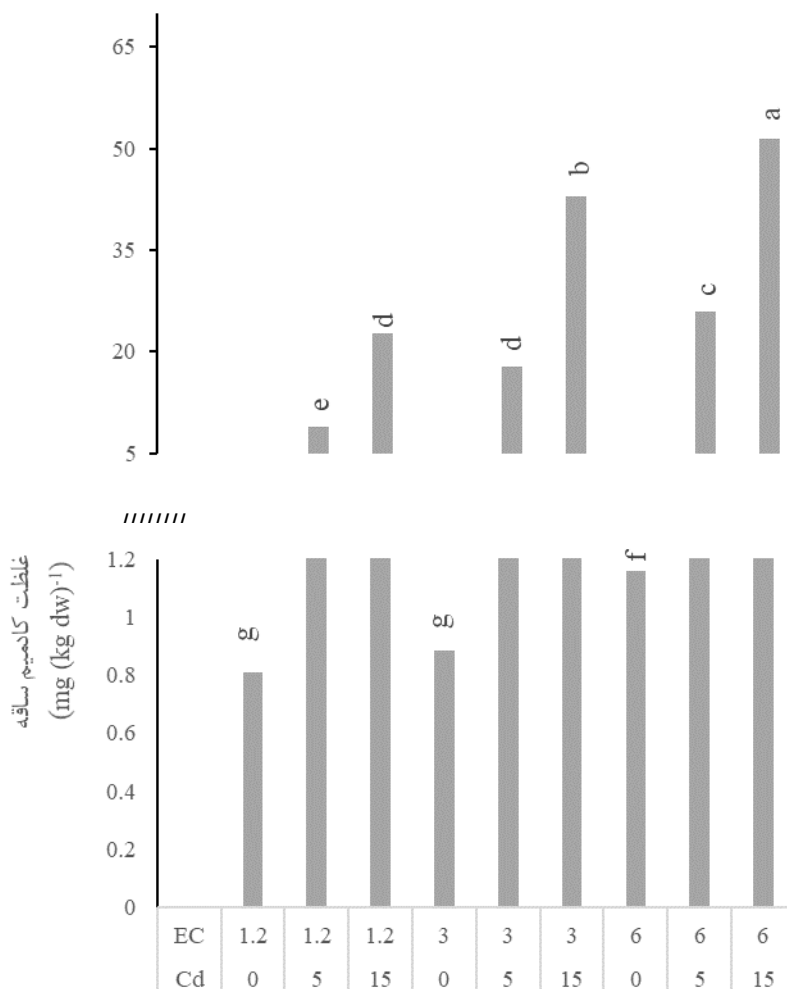
جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتورها بر غلظت کادمیم و سلنیم ساقه گندم

فاکتور	سطح فاکتور	غلظت کادمیم ($mg\ kg^{-1}$)	غلظت سلنیم ($mg\ kg^{-1}$)
کادمیم ($mg\ kg^{-1}$)	۰	۰/۹۵ ^c	۱۴/۲ ^a
	۵	۱۷/۵ ^b	۹/۲ ^b
	۱۵	۳۹/۰ ^a	۶/۲ ^c
شوری ($dS\ m^{-1}$)	۱/۲	۱۰/۸ ^c	۱۲/۸ ^a
	۳	۲۰/۳ ^b	۱۰/۱ ^b
	۶	۲۶/۱ ^a	۶/۲ ^c

در هر ستون (مربوط به هر فاکتور) میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

اثر متقابل کادمیم و شوری بر غلظت کادمیم ساقه

اثر متقابل کادمیم × شوری بر غلظت کادمیم ساقه معنی دار بود ($P < 0.01$). اگرچه مقایسه میانگین اثرات ساده کادمیم مصرفی بر غلظت کادمیم ساقه (جدول ۲) نشان داد که با افزایش سطح کادمیم مصرفی، غلظت کادمیم در ساقه افزایش یافت ولی مقایسه میانگین اثر متقابل کادمیم × شوری بر غلظت کادمیم ساقه (شکل ۳) نشان داد روند (شدت) افزایش، بستگی به میزان شوری داشته، به طوری که در پائین ترین سطح شوری (۱/۲ دسی زیمنس بر متر)، به ازاء هر واحد افزایش در کادمیم خاک، غلظت کادمیم در گیاه ۱/۴ واحد افزایش داشته ولی در سطح شوری ۶ دسی زیمنس بر متر، این افزایش ۳/۲ واحد بود. به عبارت دیگر، تاثیر کادمیم خاک بر افزایش غلظت کادمیم گیاه در سطوح شوری بالا، شدیدتر بود. از این رو، حداکثر غلظت کادمیم در گیاهانی ثبت شد که تماماً با شوری ۶ دسی زیمنس بر متر و کادمیم ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک، تیمار شدند.



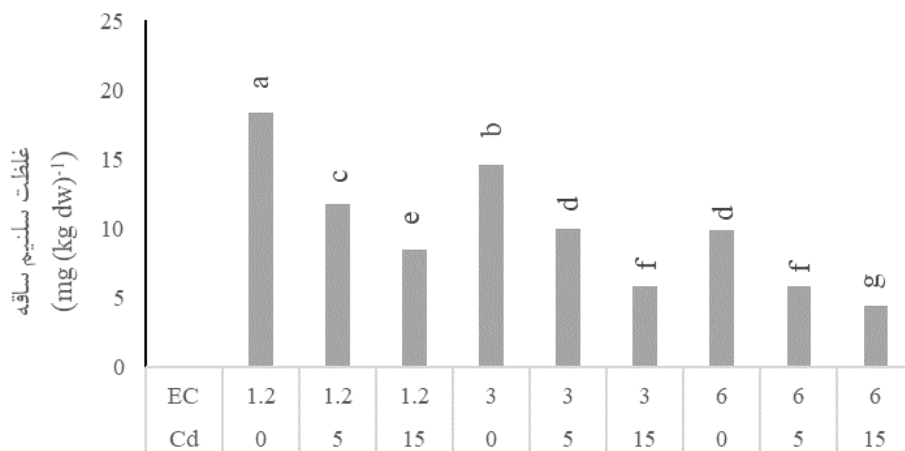
شکل ۳. اثر متقابل کادمیم و شوری بر غلظت کادمیم ساقه گندم. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه نیستند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی داری دارند. غلظت فاکتور کادمیم میلی گرم در کیلوگرم خاک و شوری، دسی زیمنس بر متر می باشد.

– اثرات اصلی کادمیم و شوری بر غلظت سلنیم ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت سلنیم ساقه، تحت تاثیر مصرفی قرار گرفت ($P < 0.01$). غلظت سلنیم در ساقه گندم از ۱۴/۲ میلی-گرم بر کیلوگرم ماده خشک در غیاب کادمیم به ۶/۲ میلی-گرم بر کیلوگرم ماده خشک در سطح ۱۵ میلی-گرم کادمیم کاهش یافت (جدول ۲). فاکتور شوری نیز غلظت سلنیم را در ساقه گندم کاهش داد. نتایج مقایسه میانگین این فاکتور نشان داد که غلظت سلنیم در گیاهانی که در معرض بالاترین سطح تنش شوری (۶ دسی-زیمنس بر متر) قرار داشتند در مقایسه با گیاهان شاهد (شوری ۱/۲ دسی-زیمنس بر متر) به حدود نصف کاهش یافت (جدول ۲). کاهش غلظت سلنیم در گندم در شرایط شور توسط Renkema و همکاران (۲۰۱۲) و Kikkert و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش شده است. در شرایط شور و به دلیل وجود برخی شباهت‌های شیمیایی آنیون سولفات با سلنات، این دو یون برای جذب بر روی سطوح ریشه با هم رقابت کرده، این امر سبب کاهش اینفلاکس^۱ سلنات به درون ریشه گردیده، در نهایت جذب سلنیم توسط گیاه، در حضور یون سولفات کاهش می‌یابد (Renkema و همکاران، ۲۰۱۲؛ Kikkert و همکاران، ۲۰۱۳).

– اثر متقابل کادمیم و شوری بر غلظت سلنیم ساقه

اثر متقابل کادمیم × شوری بر غلظت سلنیم ساقه معنی‌دار بود ($P < 0.01$). اگرچه مقایسه میانگین اثرات ساده کادمیم بر غلظت سلنیم ساقه (جدول ۲) نشان داد که با افزایش کادمیم مصرفی و یا سطح شوری، غلظت سلنیم در ساقه کاهش یافت با این وجود، مقایسه میانگین اثر متقابل کادمیم × شوری بر غلظت سلنیم ساقه نشان داد که شیب کاهش غلظت سلنیم گیاه در سطح شوری ۱/۲ دسی-زیمنس بر متر، بیش از سطوح دیگر است (شکل ۴). این نتیجه نشان می‌دهد که تاثیر هم‌زمان فاکتور کادمیم و شوری بر کاهش غلظت سلنیم، کمتر از مجموع تاثیر جداگانه‌ی هر یک از این فاکتورها می‌باشد.



شکل ۴. اثر متقابل کادمیم و شوری بر غلظت سلنیم ساقه گندم. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه نیستند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌داری دارند. غلظت فاکتور کادمیم میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و شوری، دسی-زیمنس بر متر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که شوری آب آبیاری، باعث افزایش تجمع کادمیم در گندم گردید. این امر بایستی در برنامه‌های کوددهی گندم در مناطق دارای آب یا خاک شور مد نظر قرار گرفته، غلظت کادمیم در خاک، کودهای مصرفی و محصولات تولیدی در شرایط شور با حساسیت بیشتری پایش و کنترل گردد. برعکس، افزایش شوری، باعث کاهش غلظت سلنیم در گندم شد. از اینرو و با عنایت به شوری منابع خاک و آب در بسیاری از مناطق کشور ما و همچنین نقش آنتی اکسیدان‌تی عنصر سلنیم، پیشنهاد می‌شود میزان سلنیم گندم‌های تولیدی کشور (به ویژه در شرایط شور) از



حیث این عنصر کنترل گردیده، با توجه به اجباری شدن غنی سازی گندم با سلنیم در برخی کشورها، امکان و ضرورت مصرف کودهای حاوی این عنصر در مزارع گندم ایران مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- Gupta, U. C., and Gupta, S. C. 2002. Quality of animal and human life as affected by selenium management of soils and crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33, 2537-2555.
- Hain, M. P., Sigman, D. M., Higgins, J. A., and Haug, G. H. 2015. The effects of secular calcium and magnesium concentration changes on the thermodynamics of seawater acid/base chemistry: Implications for Eocene and Cretaceous ocean carbon chemistry and buffering. *Global Biogeochemical Cycles*, 29, 517-533.
- Kaveh, A., Pazira, E., Masihabadi, M., and Kaveh, M. 2011. Desalinization of saline-sodic soils via leaching. *Journal of Plant Physiology*, 1, 269-272.
- Khoshgoftar, A., Shariatmadari, H., Karimian, N., Kalbasi, M., Van der Zee, S., and Parker, D. 2004. Salinity and zinc application effects on phytoavailability of cadmium and zinc. *Soil Science Society of America Journal*, 68, 1885-1889.
- Kikkert, J., Hale, B., and Berkelaar, E. 2013. Selenium accumulation in durum wheat and spring canola as a function of amending soils with selenite, selenate and or sulphate. *Plant and Soil*, 372, 629-641.
- Lyons, G., Stangoulis, J., and Graham, R. 2003. High-selenium wheat: biofortification for better health. *Nutrition Research Reviews*, 16, 45-60.
- Maleki, A., Zazoli, M. A., and Shokrzadeh, M. 2009. Investigation of cadmium content in Iranian rice (*Oryza sativa*). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 11, 101-105.
- Mikkelsen, R., Page, A., and Haghnia, G. 1988. Effect of salinity and its composition on the accumulation of selenium by alfalfa. *Plant and Soil*, 107, 63-67.
- Mühling, K. H., and Läuchli, A. 2003. Interaction of NaCl and Cd stress on compartmentation pattern of cations, antioxidant enzymes and proteins in leaves of two wheat genotypes differing in salt tolerance. *Plant and Soil*, 253, 219-231.
- Renkema, H., Koopmans, A., Kersbergen, L., Kikkert, J., Hale, B., and Berkelaar, E. 2012. The effect of transpiration on selenium uptake and mobility in durum wheat and spring canola. *Plant and Soil*, 354, 239-250.
- Soltanpour, P., Olsen, S., and Goos, R. 1982. Effect of nitrogen fertilization of dryland wheat on grain selenium concentration. *Soil science society of America journal*, 46, 430-433.
- Weggler-Beaton, K., McLaughlin, M. J., and Graham, R. 2000. Salinity increases cadmium uptake by wheat and Swiss chard from soil amended with biosolids. *Soil Research*, 38, 37-46.
- Williams, P. N., Lombi, E., Sun, G.-X., Scheckel, K., Zhu, Y.-G., Feng, X., Zhu, J., Carey, A.-M., Adomako, E., and Lawgali, Y. 2009. Selenium characterization in the global rice supply chain. *Environmental Science & Technology*, 43, 6024-6030.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of salinity and soil cadmium on the selenium and cadmium concentration in wheat

Atarodi¹, B., Fotovat², A., Khorassani³, R., Keshavarz⁴, P.

¹ Soil and Water Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Birjand, Iran

^{2,3} Science Department, Faculty of Agriculture University of Ferdowsi, Mashhad, Iran

⁴ Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

Abstract

Salinity, in addition to being one of the important factors limiting plant growth, changes the uptake rate of nutrients by plants via changing their thermodynamic activity and ionic strength. The aim of the present study was to investigate the effects of salinity-cadmium in soil on the concentration of selenium and cadmium in wheat, conducted at research greenhouse of agriculture faculty of Ferdowsi university of Mashhad, Iran, based on a completely randomized design in factorial arrangement with three replications. The experimental factors included three levels of cadmium (0, 5, and 15 mg kg⁻¹ soil) and three levels of irrigation water salinity (1.2, 3 and 6 dS m⁻¹). The results showed that the addition of cadmium to the soil at high salinity level increased cadmium concentration of plants more severely, as at the lowest salinity level (1.2 dS m⁻¹) the cadmium concentration in shoot increased by 1.4 mg kg⁻¹ for each 1 mg kg⁻¹ cadmium applied to soil, whereas under similar conditions but at the highest salinity level, this value was 3.2 mg kg⁻¹. In contrast, increased salinity caused a reduction in selenium concentrations in the wheat. Overall, the results of this study revealed that the probability of cadmium toxicity and selenium deficiency in wheat increased with increasing salinity. Therefore, in saline conditions, cadmium toxicity and selenium deficiency in wheat should be monitored more carefully and sensitively.

Keywords: Contamination, antioxidant, nutrition and fertilization, heavy metals

* Corresponding author, Email: Basir.atarodi@gmail.com

الگوی رهاسازی مس از ماتریکس‌های آلجینات-ژئولیت

پگاه رضوی^۱، مهران شیروانی^۲، فاطمه مسعودی^{۳*}^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان^۳ دانشجوی دکترای گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی منجر به خسارات زیست محیطی و اقتصادی و همچنین افزایش غلظت عناصر غذایی در خاک به میزان بیش از حد مطلوب برای گیاه شده که نتیجه آن آبسویی و یا رسوب عناصر غذایی است. یکی از راه‌کارهای مفید در این زمینه تولید و استفاده از کودهای کندر هس است. پلیمرهای طبیعی از جمله مناسب‌ترین ترکیبات جهت سنتز سیستم‌های کندر هس عناصر غذایی می‌باشند. در این مطالعه پلیمر طبیعی آلجینات به تنهایی و به همراه رس ژئولیت در نسبت‌های ۴:۱ و ۸:۱ جهت تهیه سیستم‌های کندر هس عنصر مس مورد استفاده قرار گرفت. سیستم‌های تهیه شده در محلول‌های سولفات مس با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر قرار داده شد تا عمل جذب مس انجام شود، سپس میزان مشخصی از سیستم‌های سنتز شده، در دو حالت خشک و مرطوب در محلول $CaCl_2$ ۰/۰۱ مولار قرار داده شد و میزان آزادسازی مس از ۲۴ ساعت تا ۵۸ روز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میزان آزادسازی این عنصر از سیستم‌های مرطوب نسبت به سیستم‌های خشک شده بیش‌تر بود. الگوی رهش مس از سیستم‌های سنتز شده به عنوان تابعی از زمان توسط مدل‌های سینتیکی نیز بررسی و مشخص شد مدل سینتیک مرتبه اول به خوبی داده‌های رهش مس را توصیف می‌کند. به طور کلی سیستم‌های آلجینات و آلجینات-ژئولیت به عنوان ماتریکس‌های موثر و کارآمد در تهیه سیستم کندر هس مس پیشنهاد می‌شوند.

کلمات کلیدی: آلجینات، پلیمر طبیعی، آزادسازی، کندر هس

مقدمه

امروزه از کودهای شیمیایی به عنوان اقتصادی‌ترین ابزار برای نیل به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. کود باید بتواند علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی را ارتقا داده و ضمن آلوده نکردن محیط زیست، تجمع مواد آلاینده در محصولات غذایی را کاهش داده و سلامتی انسان و دام را تامین نماید. یکی از راه‌کارهای مفید در این زمینه استفاده از کودهای کندر هس یا سیستم‌های با رهش کنترل شده است. کودهای کندر هس بر مبنای کاستن میزان حلالیت در آب تولید و منجر به فراهم شدن عنصر غذایی در مدت زمان طولانی‌تری گردیده و کارایی مصرف کود را افزایش می‌دهند. در این نوع کودها، عناصر غذایی به تدریج و با سرعتی کندتر از کودهای مرسوم آزاد می‌شوند. بنابراین کارایی این کودها افزایش و آبسویی عناصر کاهش می‌یابد. در تولید کودهای کندر هس می‌توان از مواد بر پایه طبیعی و سنتزی استفاده کرد. در انواع پایه طبیعی از پلی ساکاریدهای آلجینات، کیتوسان، نشاسته، لیگنین و سلولز و در انواع سنتزی از پلیمرهایی مانند پلی سولفون، پلی وینیل الکل، پلی اکریلیک اسید به عنوان پلیمرهای سنتزی استفاده می‌شود.

آلجینات ماده‌ای است که در جلبک‌های قهوه‌ای رنگ وجود دارد و پلیمری با وزن مولکولی زیاد است. این پلیمر محتوی یون‌های تبادلپذیری است که تاثیر بسزایی بر خصوصیات آن می‌گذارد. آلجینات پلی ساکارید آنیونی خطی متشکل از دو واحد سازنده مانورونیک اسید و گلوورونیک اسید می‌باشد (Draget, ۲۰۰۰). در مطالعه‌های Sharma و همکاران (۲۰۱۳) نانو ذرات کلسیم آلجینات را به عنوان منبع ذخیره آب برای آبیاری مداوم در مناطق خشک به کار بردند. نتایج آنان نشان داد که درصد آزاد سازی آب در یک زمان مشخص با افزایش میزان آلجینات افزایش یافت. در تحقیق Xie و همکاران (۲۰۱۱) از آلجینات به همراه رس آتاپولگایت به عنوان پوشش داخلی و ساقه گندم اصلاح شده از طریق کوپلیمره کردن با پلیمر سوپر جاذب اکریلیک اسید به عنوان پوشش خارجی کودهای اوره و بوراکس (بور) استفاده گردید و نتایج نشان داد محصول کندر هس اقتصادی، غیر سمی و دوستدار محیط زیست بوده و در کشاورزی و باغبانی مناسب می‌باشد. کانی‌های رسی نیز از جمله مواد استفاده شده به عنوان حامل عناصر غذایی می‌باشند و به دلیل داشتن سطح باردار و تخلخل درونی می‌توانند عناصر را در سطح و درون منافذ خود نگه‌داری کنند و در رهش تدریجی این عناصر کمک می‌نمایند. افزودن رس با نسبت‌های متفاوت به ماتریکس سیستم‌های کندر هس تفاوت سرعت رهاسازی عناصر را باعث می‌شود.

* ایمیل نویسنده مسئول: fatemeh.masoudi70@gmail.com

خاک‌های مناطق خشک دارای مقدار اندکی مواد آلی می‌باشند، این خاک‌ها عموماً آهکی بوده و در نتیجه بسیاری از گیاهان در این خاک‌ها با مشکل تغذیه عناصر کم مصرف به‌ویژه آهن، روی، مس و منگنز رو به رو هستند. مس به عنوان عنصر کم مصرف برای گیاهان و حیوانات مطرح است که مقدار آن در خاک‌ها بسیار کم (۳۰-۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و جذب آن در گیاهان به میزان کم صورت می‌گیرد. از آنجا که مس تمایل شدید برای اتصال به ترکیبات آلی دارد کاهش در مقدار ماده آلی خاک می‌تواند به طور غیرمستقیم بر قابلیت دسترسی مس در خاک اثر بگذارد. (کبیری نژاد و همکاران ۱۳۹۴)

در بین عناصر غذایی کم‌مصرف گیاه، مس عنصر غذایی با کاربرد وسیع بوده که نقش‌های مهمی در گیاهان ایفا می‌کند. مس یک عنصر انتقالی بوده، همانند آهن در واکنش‌های انتقال الکترون شرکت می‌کند و به راحتی از حالت دو ظرفیتی به یک ظرفیتی کاهش می‌یابد. نقش اصلی این عنصر در گیاه، فعال کردن آنزیم واکنش‌های اکسایش و کاهش است. این عنصر در گیاه متحرک نیست؛ بنابراین کمبود آن ابتدا در برگ‌های جوان‌تر گیاه مشاهده می‌شود.

اولین مطالعه در زمینه استفاده از کودهای کندرهش در سال ۱۹۶۲ در ژاپن صورت گرفت و تاکنون نیز مطالعات مختلفی در زمینه استفاده از این نوع کودها جهت تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان بدون داشتن اثر سوء بر محیط زیست صورت گرفته است. به رغم وجود مطالعات زیاد در زمینه به‌کارگیری کودهای کندرهش به‌عنوان منبع تامین‌کننده عناصر غذایی مورد نیاز و تامین آب گیاهان، در کشور ما توجه چندانی به چنین کودهایی نشده است. هم‌چنین در زمینه به‌کارگیری رس زئولیت به همراه پلی‌مر زیستی تجزیه‌پذیر آلجینات به همراه عناصر کم مصرف مطالعاتی انجام نشده است. جهت تولید چنین سیستم‌هایی که بتواند عناصر غذایی را به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد ابتدا انجام برخی آزمایشات جذب و رهاسازی عناصر مورد نظر توسط ماتریکس‌های مختلف ضروری است. بنابراین تحقیق حاضر در نظر دارد الگوی رهش فلز مس از ماتریکس‌های حاوی بیوپلیمر آلجینات و رس زئولیت را به منظور تولید سیستم کندرهش حاوی این عنصر کم نیاز گیاه ارزیابی نماید.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده

رس زئولیت مورد استفاده به عنوان حامل از معدن افتر در سمنان تهیه و پس از خرد شدن از الک ۲۷۰ مش عبور داده شد. پلیمر آلجینات به عنوان ماده زمینه (ماتریکس) و سولفات مس نیز به عنوان تامین‌کننده یون مس در سیستم کندرها استفاده شد. تهیه سیستم‌های کندرهش با استفاده از سدیم آلجینات جهت تهیه این سیستم‌ها، ۳ گرم پودر آلجینات به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و با هم‌زن مغناطیسی هم زده شد. سپس ۰/۷۵ یا ۰/۳۷۵ گرم رس زئولیت جهت تهیه سیستم‌های با نسبت ۴:۱ یا ۸:۱ به محلول سدیم آلجینات ۳ درصد اضافه گردید. سوسپانسیون حاصله پس از هم‌گن شدن با استفاده از بورت و با سرعت ثابت به محلول ۵ درصد کلرید کلسیم در حال مخلوط شدن اضافه گردید. در اثر برهم‌کنش بین آنیون‌های کربوکسیلات واحدهای گلورونات آلجینات و یون کلسیم، بلافاصله پس از برخورد مخلوط آلجینات و رس با محلول کلرید کلسیم، دانه‌های آلجینات مورد نظر تشکیل گردیدند. تهیه سیستم‌های کندرهش مس بر پایه ماتریکس آلجینات، زئولیت و هیبرید آلجینات - زئولیت محلول سولفات مس با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آماده گردید. سپس یک گرم از دانه‌های آلجینات یا آلجینات - رس در سه تکرار توزین و درلوله‌های فالكون ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شد و ۲۰ میلی‌لیتر محلول سولفات مس به هر یک افزوده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه شیک شد. سپس محلول رویی جدا و درون ظروفی ریخته شد و میزان غلظت مس محلول‌ها با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. هم‌چنین ۰/۳۷ گرم رس زئولیت به عنوان شاهد در سه تکرار توزین و در فالكون‌های ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده و ۲۰ میلی‌لیتر محلول سولفات مس به هر یک افزوده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه شیک شد. سپس فالكون‌های حاوی رس زئولیت با دور ۲۵۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول رویی جدا و درون ظروفی ریخته شد و میزان غلظت مس در آنها با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. در نهایت میزان مس بارگذاری شده در هر سیستم از تفاوت غلظت مس اولیه و نهایی محاسبه گردید. بررسی الگوی آزادسازی مس از سیستم‌های سنتز شده جهت مطالعه سینتیک آزادسازی یون مس، مقدار ۱ گرم از سیستم‌های سنتز شده با پلیمر آلجینات و یا ۰/۳۷ گرم از رس زئولیت حاوی مس در ۴۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۱ مولار CaCl_2 قرار داده شد و به منظور جلوگیری از رشد میکروب‌ها دو قطره تولوئن به هر ظرف اضافه گردید. اندازه‌گیری مس آزاد شده از نمونه‌ها به محلول CaCl_2 پس از ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۷، ۲۱، ۲۸، ۳۵، ۴۲ و ۵۱ روز در دمای اتاق انجام گرفت. قبل از هر اندازه‌گیری جهت هم‌گن شدن، نمونه‌ها به مدت نیم ساعت شیک شدند. پس از برداشت کل محلول، نمونه‌ها را با مقدار کمی آب مقطر شسته و جهت بررسی آزادسازی مس در زمان بعد، مجدداً ۴۰ میلی‌لیتر محلول CaCl_2 ۰/۰۱ مولار به نمونه‌ها اضافه گردید. غلظت مس آزاد شده در محلول‌ها توسط دستگاه طیف سنج جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. تهیه سیستم کندرهش مس از ماتریکس پلیمرهای خشک شده آلجینات و هیبرید آلجینات - زئولیت بدین منظور یک گرم از سیستم‌های بارگذاری شده که مطابق روش ذکر شده آماده شده بودند، در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و برای مراحل بعدی آزادسازی نگه‌داری شدند. بررسی الگوی آزادسازی مس از سیستم‌های

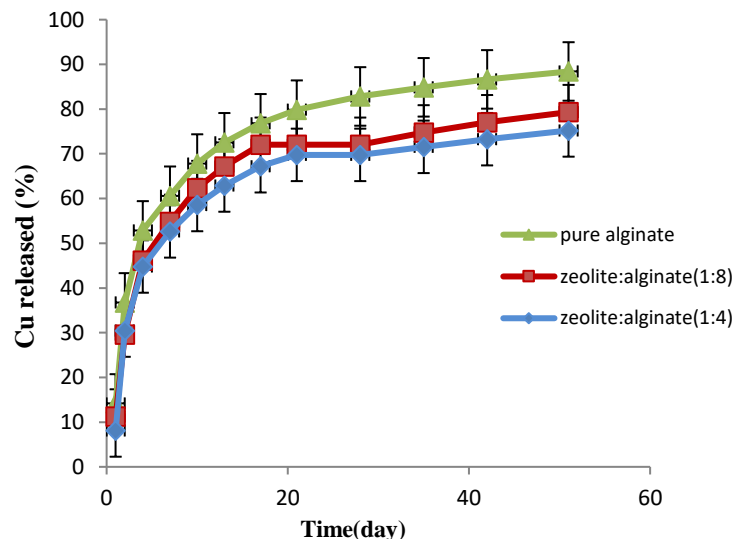
خشک سیستم‌های کندر هس خشک شده حاوی مس به فالکون‌های حاوی ۴۰ میلی لیتر محلول CaCl_2 ۰/۰۱ مولار منتقل شد. به منظور جلوگیری از رشد میکروب‌ها دو قطره تولوئن به هر ظرف اضافه گردید. اندازه‌گیری مس آزاد شده از نمونه‌ها به محلول CaCl_2 پس از ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۰ و ۱۳ روز در دمای اتاق انجام گرفت و سپس هر ۴ روز یک بار به مدت دو ماه ادامه یافت. غلظت مس در نمونه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

جهت برازش داده‌های سینتیک رهاسازی مس از سیستم‌های کندر هس از نرم افزار Graphpad Prism استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام گرفت. مقایسه میانگین با آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

الگوی آزادسازی مس از سیستم‌های کندر هس سنتز شده مرطوب آزادسازی مس از سیستم‌های سنتز شده بر پایه آلجینات خالص و آلجینات:رس با نسبت‌های ۱:۸ و ۱:۴ در شکل ۱ نشان داده شده است. درصد آزادسازی مس از آلجینات خالص و سیستم‌های آلجینات:رس با نسبت‌های ۱:۸، ۱:۴ در ۲۴ ساعت اول آزمایش به ترتیب ۱۴/۱۸، ۱۱/۲۵، ۸/۱۳ درصد بود. بنابراین با افزایش مقدار رس در سیستم‌های سنتز شده درصد آزاد سازی مس کاهش یافت، به طوری که بیشترین درصد آزاد سازی مس از سیستم آلجینات فاقد رس مشاهده شد.



شکل ۱- درصد آزاد سازی جمعی مس از سیستم‌های کندر هس بر پایه آلجینات و آلجینات:ژئولیت با نسبت‌های ۱:۴ و ۱:۸ در حالت مرطوب

برازش مدل‌های شبه رده اول، تابع توانی و پخشیدگی پارابولیک بر داده‌های رهاسازی مس از سیستم‌های کندر هس تهیه شده در جدول ۱ نشان داده شده است. مدل شبه رده اول در تمامی نسبت‌ها بهتر از دو مدل دیگر رهش مس از سیستم‌های مورد مطالعه را توصیف نمود.

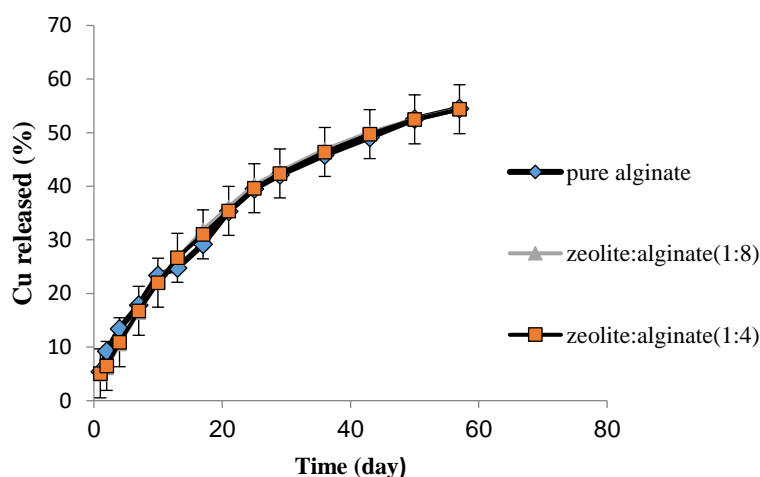
جدول ۱- ثابت ها و ضرایب تبیین R^2 حاصل از برازش مدل های سینتیک تابع توانی و پخشیدگی پارابولیک و شبه رده اول بر داده های آزاد سازی مس از سیستم های مختلف آلجینات: ژئولیت و آلجینات خالص در حالت مرطوب

پخشیدگی پارابولیک			تابع توانی			شبه رده اول			مدل
R^2	I	k_i	R^2	b	a	R^2	k_1	q_e	سیستم کندرهش
۰/۷۹*	۱۹/۷۶	۷/۵۷	۰/۸۷**	۰/۲۷	۲۴/۵۲	۰/۹۴***	۰/۲۱	۶۱/۲۲	آلجینات خالص
۰/۸۱**	۱۲/۲۹	۵/۸	۰/۸**	۰/۲۹	۱۶/۴	۰/۹۶***	۰/۱۸	۴۴/۶۷	آلجینات:ژئولیت(۱:۸)
۰/۸۲**	۱۰/۸۷	۵/۷۴	۰/۸۸**	۰/۳	۱۵/۱۱	۰/۹۲***	۰/۱۷	۴۳/۰۶	آلجینات:ژئولیت(۱:۴)

*، ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح آماری ۵، ۱ و ۰/۰۱ درصد

الگوی آزاد سازی مس از سیستم های کندرهش خشک شده

شکل ۲ نشان دهنده درصد آزاد سازی مس از سیستم های آلجینات خالص و مخلوط آلجینات:ژئولیت با نسبت های مختلف در حالت خشک می باشد. در مورد سیستم های خشک شده تفاوتی در الگوی رهش مس مشاهده نشد. به عبارت دیگر آلجینات و سیستم های هیبرید آلجینات:ژئولیت خشک شده تفاوت چندانی در رهش مس نداشتند. درصد آزاد سازی مس از سیستم های خشک شده کندرهش در ۲۴ ساعت اول آزمایش ۵/۴ درصد بود. Albano و همکاران (۲۰۰۶) روند آزاد سازی عنصر مس از ماده زمینه پوست درخت کاج و کمپوست جنگلی در چهار نوع کود را بررسی کردند. نتایج آن ها نشان داد که غلظت مس موجود در محلول در ابتدای آزمایش بیش تر از 1 mg L^{-1} برای همه تیمارها بود و سپس سریعاً کاهش پیدا کرد و به 0.2 mg L^{-1} رسید. احتمالاً دلیل آزاد سازی بیش تر مس در همه تیمارها در ابتدای آزمایش به دلیل غنی بودن پوست درخت کاج و کمپوست جنگلی از مس می باشد.



شکل ۲- درصد آزاد سازی تجمعی مس از سیستم های کندرهش بر پایه آلجینات و آلجینات:ژئولیت در حالت خشک

برازش مدل های شبه رده اول و پخشیدگی پارابولیک بر داده های آزاد سازی مس از سیستم های خشک بر پایه آلجینات و آلجینات:ژئولیت با نسبت های ۱:۴ و ۱:۸ در جدول ۲ نشان داده شده است. هر دو مدل دارای R^2 نزدیک به یک بوده و داده های آزاد سازی مس از سیستم های خشک را به طور معنی داری توجیه نمودند. با دو مدل شبه رده اول و پارابولیک مطابقت نشان دادند. در مورد همه نسبت های مورد مطالعه حداکثر مس قابل رهش بر اساس مدل شبه رده اول $32/4$ میلی گرم بر گرم بود. ثابت سرعت مدل شبه رده اول نیز برابر با 0.4 day^{-1}

بدست آمد. ضریب سرعت پخشیدگی مس (k_i) محاسبه شده از معادله پخشیدگی پارابولیک برای سیستم‌های خشک تهیه شده برابر با $4/57 \text{ mg g}^{-1} \text{ day}^{-0.5}$ بود.

جدول ۲- ثابت و ضریب تبیین (R^2) حاصل از برازش مدل‌های سینتیک شبه رده اول و پارابولیک بر داده‌های آزاد سازی مس از سیستم‌های آلجینات و آلجینات: زئولیت در حالت خشک

پخشیدگی پارابولیک			شبه رده اول			مدل
R^2	I	k_i	R^2	k_1	q_e	سیستم کندرهش
۰/۹۸***	-۱/۸۲	۴/۵۷	۰/۹۹***	۰/۰۴	۳۲/۴	آلجینات خالص
۰/۹۹***	-۱/۸۲	۴/۵۰	۰/۹۹***	۰/۰۳	۳۲/۲	آلجینات:زئولیت (۱:۸)
۰/۹۷***	-۱/۸۲	۴/۴۰	۰/۹۹***	۰/۰۳	۳۲/۳	آلجینات:زئولیت (۱:۴)

*** معنی دار در سطح آماری ۰/۰۱ درصد

نتیجه‌گیری:

ارزیابی آزاد سازی مس از سیستم‌های تهیه شده بر پایه آلجینات:زئولیت با نسبت‌های ۱:۴، ۱:۸ و آلجینات خالص در حالت مرطوب نشان داد که بیش‌ترین آزادسازی در ۲۴ ساعت ابتدای آزمایش مربوط به سیستم آلجینات خالص و کم‌ترین آزادسازی نیز مربوط به سیستم آلجینات:زئولیت با نسبت ۱:۴ بود. تفاوت بارزی در آزادسازی مس از سیستم‌های تهیه شده بر پایه آلجینات:زئولیت و آلجینات خالص در حالت خشک وجود نداشت. مدل سینتیک شبه مرتبه اول بهترین برازش را بر داده‌های آزاد سازی مس در حالت مرطوب داشت. به طور کلی سیستم‌های آلجینات و آلجینات:زئولیت به عنوان ماتریکس‌های موثر و کارآمد در کندرهش کردن مس پیشنهاد می‌شوند.

منابع:

- Draget, K. I., 2000. Alginates. PP. 381-392. In: Phillips, G.O.; Williams, P.A. (eds). Handbook of hydrocolloids. Woodhead Publishing.
- Sharma, R., J. Bajpaia, A.K. Bajpaia, S. Acharya, R.B. Shrivastava and S.K. Shukla. 2014. Designing slow water-releasing alginate nanoreservoirs for sustained irrigation in scanty rainfall areas. Carbohydr Polym. 102: 513– 520.
- Xie, L., M. Liu, B. Ni, X. Zhang, Y. Wang. 2011. Slow-release nitrogen and boron fertilizer from a functional superabsorbent formulation based on wheat straw and attapulgite. J. Chem.Eng. 167 :342–348.
- کبیری نژاد، ش.، کلباسی، م.، خوشگفتارمنش، ا. ح.، هودجی، م. و افیونی، م. ۱۳۹۴. اثر گیاهان پیش کاشت بر شکل‌های شیمیایی مس در ریزوسفر و توده خاک و ارتباط آن با جذب مس بوسیله گیاهان. نشریه آب و خاک (۲)، ۳۰، ۵۲۱-۵۱۱.
- Albano, J. P., D.J. Merhaut and E. Blythe. 2006. Nutrient release from controlled – release fertilizers in a neutral-pH substrate in an out doorenvironment: 2. Leachate calcium, manganese, zinc, copper, and molybdenum concentration. J. Hort .Sci. 41:1683-1689.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation Copper release pattern from alginate-zeolite matrices

Razavi¹, P., Shirvani², M., Masoudi^{3*}, F.

¹Former M.Sc. student of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

²Associate Prof. of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

³Ph.D. Student, Soil Science Department, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

Excessive use of chemical fertilizers typically leads to environmental and economic problems as well as solution nutrient concentration higher than optimal for the plant resulting in a potential for leaching losses or precipitation of nutrients. One of the effective methods to overcome these problems is the development and use of slow-release fertilizers. Biopolymers are the most suitable compounds for synthesis of the slow-release systems of nutrients. In this study, alginate with and without combination with zeolite clay in zeolite:alginate ratios of 1:4 and 1:8 were used to produce slow-release systems of copper (Cu). To load the systems with Cu, the synthesized systems were put in solutions of CuSO₄ with concentration of 200 mg l⁻¹. In the release experiments, specified amounts of loaded matrixes in two forms (dried or moist) were transferred into vessels containing 0.01 M CaCl₂ solutions and the amounts of Cu released were measured from 24 hours to 58 days. Results showed that the Cu releases from the moist systems were greater than those from the dried ones. Pure alginate systems showed the greatest amounts of releasable Cu as estimated by the pseudo-first order model. Overall, alginate and zeolite:alginate hybrids can be applied as an environment-friendly products for synthesis of slow-release systems of Cu.

Key words: Alginate, Biopolymer, Slow-release systems.

* Corresponding author, Email: fatemeh.masoudi70@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی تاثیر کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت بر رشد گندم در دماهای مختلف فرآوری بنتونیت در یک خاک سبک

شهرزاد جوانمردی^۱، رضا خراسانی^۲، محمد قاسم‌زاده گنجه‌ای^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت بر پارامترهای رشدی گیاه با اعمال تیمار دما به بنتونیت موجود در کود اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی صورت گرفت. تیمارهای آزمایشی ۳ سطح دما اعمال شده به بنتونیت (۲۵، ۳۵ و ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد) و ۳ سطح کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت (صفر و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی) بودند. نتایج نشان داد که کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت باعث افزایش پارامترهای رشدی گیاه و فراهمی نیتروژن گیاه شد. سطح ۰/۵ درصد و دمای ۷۰۰ درجه بیشترین افزایش را بین دیگر سطوح داشتند. به طور کلی این پژوهش نشان می‌دهد که کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت، توانایی تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه را در طول دوره رشدی داشته و همچنین افزایش دما بنتونیت باعث بهبود عملکرد کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت در خاک شنی می‌شود.

کلمات کلیدی: آمونیوم - بنتونیت، دما، خاک شنی، کود آهسته رهش

مقدمه

نیتروژن یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه می‌باشد و بیشتر از سایر مواد غذایی در تغذیه گیاهی نقش دارد. با توجه به خصوصیات خاک‌های شنی، تلفات نیتروژن در این خاک‌ها زیاد می‌باشد. در خاک‌های شنی به دلیل آب‌سویی زیاد نیترات تو صیه می‌شود از آمونیوم برای تأمین نیتروژن استفاده شود (۳). حضور نیتروژن به شکل کاتیونی مانع هدر رفتن آن نمی‌شود، لذا برای جلوگیری از تلفات و افزایش کارایی آمونیوم پیشنهاد می‌شود از فرم کودهای آهسته رهش آن استفاده شود. یکی از راه‌های جلوگیری از تلفات و مضرات ناشی از آن، استفاده از کودهای آهسته رهش می‌باشد. آهسته رهش، یک تکنیک مهم در زمینه‌های مختلف برای رهاسازی مقدار معین از ماده مورد نظر در زمان مشخصی می‌باشد. کودهای آهسته رهش از آزادسازی سریع مواد غذایی جلوگیری کرده و مواد غذایی را همگام با نیازهای گیاه در اختیار آن قرار می‌دهند و بدین وسیله از تلفات مواد غذایی و مضرات آن جلوگیری می‌کنند (۱). بنتونیت یک فرآورده طبیعی از دسته رس‌ها و از کانی‌های متورم شونده می‌باشد که عمدتاً شامل مونتموریلونیت و به مقدار کمی بیدلیت دارد. بنتونیت دارای ساختمان آلومینوسیلیکاتی است و در دسته سیلیکات‌های سه لایه قرار می‌گیرد. بنتونیت دارای دو لایه چهار وجهی و یک لایه هشت وجهی می‌باشد (۴). رونگتای و همکاران (۲۰۱۸) از بنتونیت و بنتونیت اصلاحی برای حذف آمونیوم از فاضلاب استفاده کردند در این مطالعه بنتونیت را با سه تیمار دما، اسیدی و قلیایی اصلاح کردند و به نتیجه رسیدند که تیمار قلیایی و دما در جذب بیشتر آمونیوم از فاضلاب مؤثرتر بوده (۵). ژانگ و همکاران (۲۰۱۸) با اضافه کردن بنتونیت اصلاح شده با تیمار دما توانستند فسفات را از فاضلاب حذف کنند آن‌ها موفق شدند به کمک تیمار دما ظرفیت تبادل کاتیونی بنتونیت را افزایش دهند و فسفات بیشتری را از فاضلاب حذف کنند (۶). با توجه به بررسی‌های انجام شده، انتظار می‌رود با بارگذاری آمونیوم بر روی بنتونیت بتوان موجب آزاد سازی تدریجی نیتروژن در خاک شنی شد. بر پایه مطالعات انجام شده، دما نقش بسزایی بر خصوصیات شیمیایی بنتونیت داشته و این فرآیند باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی بنتونیت شده است (۷). تیمار دمایی نقش مؤثری در بهبود عملکرد بنتونیت دارد، لذا انتظار می‌رود آمونیوم بیشتری را بتوان بر روی بنتونیت بارگذاری کرد. هدف از انجام این مطالعه، تأثیر کود آهسته

رهش آمونیوم - بنتونیت بر میزان فراهم آوری نیتروژن مورد نیاز گندم و همچنین تأثیر تغییرات دمایی روی سرعت آزادسازی نیتروژن از بنتونیت می- باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ارایش فاکتوریل با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا در آمد. تیمارهای مورد آزمایش در این مطالعه شامل سه سطح دمای اعمال شده به بنتونیت (۲۵، ۳۵ و ۷۰ درجه سانتیگراد، به مدت ۲ ساعت در کوره الکتریکی)، و سه سطح کود آهسته رهش آمونیوم- بنتونیت (صفر، ۵/۰ و ۱ درصد وزنی) بودند. کود آهسته رهش با بارگذاری کلرید آمونیوم ۲ نرمال روی بنتونیت با نسبت ۱:۵ تهیه شد. مجموع تعداد گلدان های مورد آزمایش ۲۷ عدد با ظرفیت ۵ کیلو گرم بود. در طول دوره آزمایشی، رطوبت خاک با اب مقطر در حد ظرفیت زراعی ثابت نگه داشته شد و به مدت ۲ ماه گیاه گندم رقم بهاره (سیروان) در گلدان ها رشد کرد. در هر گلدان تعداد ۳ بوته گیاه گندم وجود داشت. پارامترهای رشدی مانند: سطح برگ، ارتفاع ساقه، ارتفاع میانگره، قطر میانگره و کلروفیل (روش اسپد) در زمان برداشت گیاه، اندازه گیری شد. پس از برداشت گیاه، وزن مرطوب اندام هوایی اندازه گیری شد پس از آن نمونه ها را به مدت ۲۴ ساعت در آون با دما ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد، بعد از این مرحله وزن خشک نمونه ها اندازه گیری شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه آماری با نرم افزار JMP نسخه ۸ و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال آماری ۱ درصد انجام شد.



شکل ۱. نمایی از گلدان های مورد آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک نسبتاً زیاد با ماده آلی کم (کمتر از ۱ درصد) و عناصر غذایی نسبتاً کمی بود و دارای بافتی سبک با درصد شن زیاد بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن	سیلت	رس	کربنات کلسیم معادل	ماده آلی	نیترژن	فسفر	پتاسیم	
	pH								
	(درصد %)			(mgkg ⁻¹)					
لومی شنی	۶۳	۱۷/۳	۱۹/۷	۱۵	۰/۳۹	۷/۹۷	۵۸۱	۵/۳۵	۷۹/۶۲

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کاربرد کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت بر پارامترهای رشدی گیاه گندم اثر معنی داری داشت ($P < 0.001$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش سطح دما بر بنتونیت پارامترهای رشدی گیاه نسبت به شاهد افزایش یافته اما با افزایش سطح کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت این روند عکس بوده و در سطح ۰/۵ درصد، بیشترین عملکرد را نسبت به شاهد داشته، به طوری که در بعضی از پارامترها سطح ۱ درصد نسبت به شاهد مقادیر کمتری را به خود اختصاص داد. بیشترین مقادیر پارامترهای رشدی مربوط به دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد و سطح ۰/۵ درصد کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت و کمترین مقادیر آن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱ درصد کود آهسته رهش بدست آمد (جدول ۲).

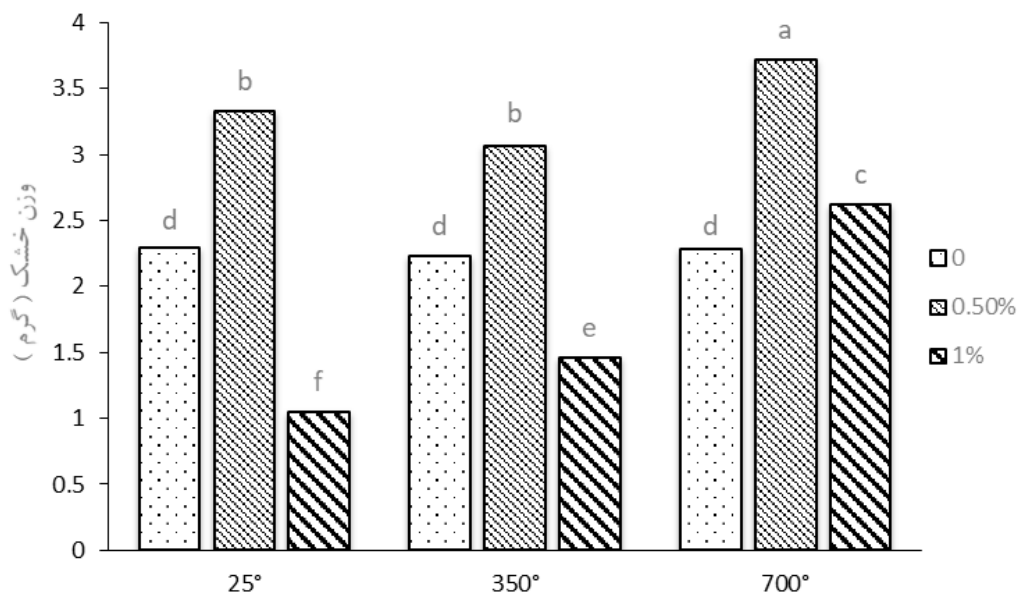
جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تاثیر کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت بر پارامترهای رشدی گندم

پارامتر رشدی	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
سطح برگ	دما	۲	۵/۶۳	۰/۰۲۶۵*
	سطح کود آهسته رهش	۲	۹۲/۷۴	<۰/۰۰۰۱*
	دما * کود آهسته رهش	۴	۹/۹۳	۰/۰۱۸۱*
قطر میانگره	دما	۲	۱/۱۷	۰/۱۰۸۴
	سطح کود آهسته رهش	۲	۳/۷۲	۰/۰۰۳۲*
	دما * کود آهسته رهش	۴	۰/۴۴	۰/۷۵۰۱
ارتفاع میانگره	دما	۲	۱۱/۷۲	۰/۰۰۸۰*
	سطح کود آهسته رهش	۲	۷۹/۰۵	<۰/۰۰۰۱*
	دما * کود آهسته رهش	۴	۱۳/۲۲	۰/۰۲۵۱*
ارتفاع ساقه	دما	۲	۷۰/۲۲	۰/۰۲۱۵*
	سطح کود آهسته رهش	۲	۱۰۵۷/۵۵	<۰/۰۰۰۱*
	دما * کود آهسته رهش	۴	۷۸/۲۲	۰/۰۶۶۰
وزن خشک	دما	۲	۲/۴۲	<۰/۰۰۰۱*
	سطح کود آهسته رهش	۲	۱۲/۸۸	<۰/۰۰۰۱*
	دما * کود آهسته رهش	۴	۲۳/۲	<۰/۰۰۰۱*
کلروفیل	دما	۲	۱۳/۳۷	۰/۰۹۴۷
	سطح کود آهسته رهش	۲	۱۹۲۴/۱۲	<۰/۰۰۰۱*
	دما * کود آهسته رهش	۴	۲۴/۹۴	۰/۰۷۷۹

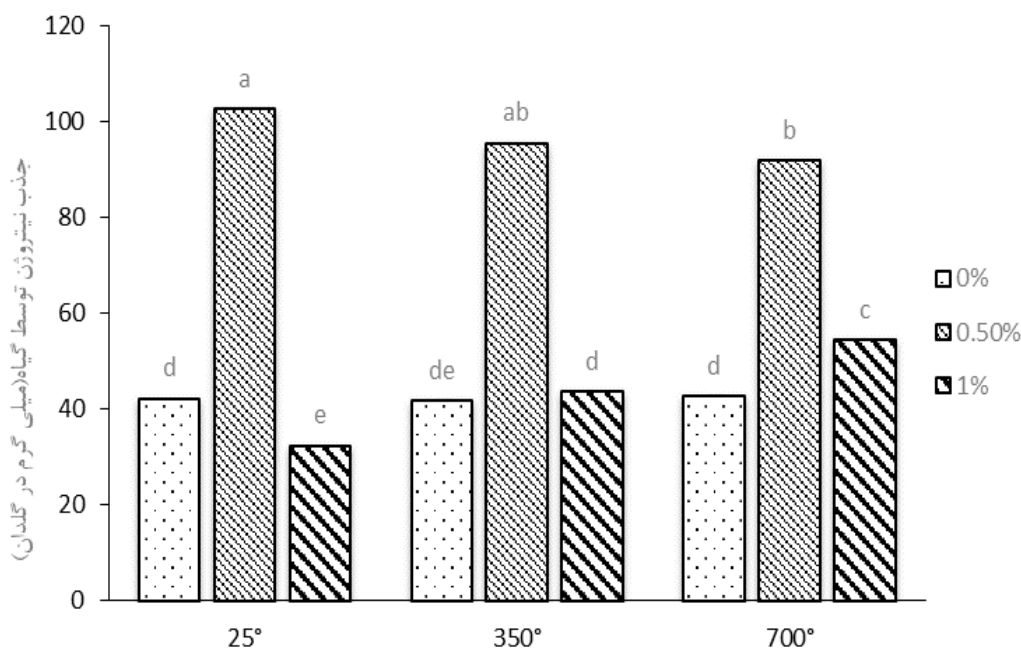
Ns و * : به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح یک درصد.

شکل (۲) اثر متقابل سطوح مختلف درجه دما و درصد کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت را بر وزن خشک گیاه گندم نشان می‌دهد. با توجه به شکل و روند تغییرات آن بیشترین وزن خشک گیاه متعلق به سطح کودی ۰/۵ درصد و تیمار دمایی ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. شکل (۳) تاثیر متقابل سطوح مختلف درجه دمای اعمال شده به بنتونیت و درصد کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت را بر میزان جذب نیترژن توسط گیاه را نشان می‌دهد

که با توجه به شکل بیشترین میزان جذب متعلق به درصد کودی ۰/۵ درصد می‌باشد. با بررسی های صورت گرفته، مقادیر مختلف کود نیتروژن در وزن خشک گیاه نقش مهمی دارد لذا موجب افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (۲). با توجه به نتایج وزن خشک گیاه، تیمار دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد در سطوح ۱ و ۰/۵ درصد کود آهسته رهش نسبت به دمای ۳۵۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بیشترین مقدار را داشته. با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتی‌گراد تا ۳۵۰ و ۷۰۰، ظرفیت تبدلی کاتیونی بنتونیت بترتیب از $160/87 \text{ Cmolc kg}^{-1}$ به $250/87 \text{ Cmolc kg}^{-1}$ و $2170 \text{ Cmolc kg}^{-1}$ افزایش داشت که موجب بارگذاری بیشتر آمونیوم روی بنتونیت شد. لذا در دما ۷۰۰ درجه اندام هوایی بیشتر رشد کرد. برپایه مطالعات انجام شده کود نیتروژن باعث بهبود پارامترهای رشدی گیاه میشود (۹ و ۸). افزایش ظرفیت تبدلی کاتیونی در سطح ۱ درصد عملکرد عکس داشت، و موجب آزادسازی آمونیوم نشد و از آنجا که نیتروژن نقش بسزایی بر رشد و نمو گیاهان دارد لذا پارامترهای رشدی گیاه در سطح ۱ درصد نسبت به سطح ۰/۵ درصد و شاهد کمتر بود.



شکل ۲. تاثیر متقابل درجه دما و سطح کود بر وزن خشک گیاه



شکل ۳. تاثیر متقابل درجه دما و سطح کود بر میزان جذب نیتروژن گیاه

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت (به‌ویژه در سطح ۰/۵ درصد) باعث افزایش پارامترهای رشدی گیاه گندم شده است و نیاز نیتروژن گیاه را در طول دوره رشدی، بدون احتیاج به کود نیتروژن، تامین نموده است. همچنین دما نقش بسزایی در بهبود عملکرد کود آهسته رهش آمونیوم- بنتونیت دارد به طوری که نتایج نشان داد بین دماهای مختلف، تیمار ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد عملکرد بهتری در مقابل دیگر تیمارهای دمایی دارد. بنابراین اعمال دمایی معادل ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد به بنتونیت موجود در کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت که با مقدار ۰/۵ درصد وزنی به گیاه گندم اعمال شود، موجب افزایش عملکرد کود کندها و افزایش پارامترهای رشدی گیاه گندم خواهد شد. و با توجه به نتایج حاصله می‌توان نتیجه گرفت با استفاده از کود آهسته رهش آمونیوم - بنتونیت می‌توان نیتروژن مورد نیاز گیاه گندم را در طول دوره رشدی آن تامین نمود.

منابع

۱. محمدجعفر ملکوتی (۱۳۹۳). توصیه بهینه کود برای محصولات کشاورزی در ایران، چاپ اول، انتشارات مبلغان، صفحه ۳۱۸.
۲. رئوف سید شریفی، فاطمه افسری و رضا سید شریفی (۱۳۹۵). تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشدی بر انتقال مجدد ماده خشک و صفات موثر بر انباشت ماده خشک در دانه جو. فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۶، شماره ۱۹، سال ۱۳۹۶، صفحه ۳۳۸.

3. Principles of Plant Nutrition, (1978). Chapter 1.



4. J.A.Alexander, M.A.Ahmad Zaini, A.Surajudeen, El-Nafaty Usman Aliyu & Aroke Umar Omeiza, (2018). Surface modification of low-cost bentonite adsorbents—A review.
5. E.A, Guertal, (2009). Slow-release nitrogen fertilizers in vegetable production: a review. *Hart Technology*, 19, 16-19.
6. X.Chen, L.Wu, F.Liu, P.Luo, X.Zhuang, J.Wu, Zh.Zhu, Sh.Xu, G.Xie, (2018). Performance and mechanisms of thermally treated bentonite for enhanced phosphate removal from wastewater.
7. E.Bojemueller, A.Nennemann, G.Lagaly, (2000). Enhanced pesticide adsorption by thermally modified bentonites.
8. M.Singh, M.Masroor, A.Khan, M.Naeem, (2014). Effect of nitrogen on growth, nutrient assimilation, essential oil content, yield and quality attributes in *Zingiber officinale* Rosc.
9. Mu.Razaq, P.Zhang, H-l.Shen, Salahuddin, (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The efficacy of slow release Ammonium-Bentonite fertilizer on wheat growth at thermally treatment of Bentonite in sandy soils

Javanmardi Sh¹, Khorassani R², Ganjeji M³

¹ MSc Student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

² Associate Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

³ Assistant Professor, Research Center for Agricultural and Natural Resources of Khorasan Razavi, Iran

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of slow release ammonium-bentonite fertilizer on plant growth factors and nitrogen uptake of wheat. The experiment was conducted in a completely randomized design in factorial arrangement with three replications in a research greenhouse. Experimental factors were thermally modification of bentonite in 3 levels (25, 350 and 700°C) and the amount of bentonite in 3 levels (0, 0/5 and 1% by weight). The results showed that the slow release ammonium-bentonite fertilizer increased the plant growth factors and the availability of nitrogen for wheat plants. Treatment of 5.0 percent and 700°C of bentonite was the most effective treatments for plant growth parameters and nitrogen uptake. Finally, the result showed that the slow realize ammonium-bentonite fertilizer is able to supply plant nitrogen and increase of temperature can improve its efficiency in a sandy soil.

Keywords: Ammonium - Bentonite, temperature, wheat, fertilizer, slow release

تعیین سطح بحرانی نیتروژن در برگ کلزای پاییزه در خاک‌های آهکی

محسن سیلسپور^۱

عضو هیات علمی بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

چکیده

کلزا یکی از گیاهان روغنی با ارزشی است که عملکرد آن وابسته به نیتروژن است. روش‌های مختلفی برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای نیتروژن در گیاه وجود دارد که تجزیه برگ و دانستن غلظت عنصر مورد نظر در برگ یکی از این روش‌ها می‌باشد. برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای یک عنصر غذایی در گیاه، دانستن غلظت بحرانی آن عنصر ضروری است. به‌منظور تعیین سطح بحرانی نیتروژن در برگ کلزا، طی پژوهشی یک‌ساله در مزارع کلزای پاییزه دشت ورامین، تعداد ۳۰ مزرعه که از نظر مدیریتی یکسان بودند و در سری غالب خاک منطقه (سری ورامین) واقع شده بودند، نمونه گیری برگ به‌عمل آمد و با روش‌های رایج موسسه تحقیقات خاک و آب تجزیه گردید. در فصل برداشت نیز از تمامی مزارع مورد مطالعه سه نمونه تصادفی برداشت و میانگین عملکرد دانه تعیین گردید. سپس با استفاده از روش گرافیکی کیت و نلسون، غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا برای عملکرد نسبی دانه ۹۰ درصد، ۳ درصد در وزن خشک برگ تعیین گردید. بنابراین می‌توان استنباط کرد که در غلظت‌های کمتر از این سطح، افزودن کود نیتروژن به خاک می‌تواند موجب افزایش عملکرد گیاه شود و در بالاتر از آن، گیاه به کاربرد کود نیتروژن عکس‌العملی نشان نمی‌دهد.

کلمات کلیدی: روش گرافیکی، عملکرد نسبی، ارزیابی

مقدمه

در میان گیاهان روغنی، کلزا (*Brassica napus* L) گیاهی است که روغن آن هم از نظر کمیت و هم از نظر کیفیت و شاخص‌های تغذیه‌ای در سطح مناسبی قرار دارد (دیینبورک، ۲۰۰۰). یکی از مهم‌ترین عوامل برای افزایش عملکرد کلزا، تعیین نیاز کودی آن به نیتروژن و انتخاب بهترین زمان و مقدار مصرف این عنصر غذایی است. کلزا نیاز بالایی به نیتروژن دارد و علاوه بر آن ظرفیت و توانایی بالایی در جذب نیتروژن از خاک نیز دارد تا جایی که به‌عنوان یک گیاه گیرنده برای کاهش آب‌شویی نیترات از نظام‌های زراعی به کار می‌رود (روسات و همکاران، ۲۰۰۱). نیتروژن عملکرد کلزا را از طریق برخی پارامترهای رشد مانند تعداد شاخه و تعداد خورجین در هر گیاه و همچنین تولید بوته‌های قوی‌تر دارای ساقه‌های قطورتر و بلندتر و شاخص سطح برگ بیشتر و با دوام‌تر افزایش می‌دهد (مرادی‌تلاوت و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین مشخص شده است که مصرف بی‌رویه نیتروژن موجب کاهش در تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در غلاف، وزن خشک دانه‌ها و کاهش درصد روغن دانه شد (اسلام و ایوانز، ۲۰۰۵). با این وصف، مشاهده شده است که افزایش نیتروژن، محتوای پروتئین دانه کلزا را افزایش، ولی درصد روغن آن را کاهش داد (لانیسته و همکاران، ۲۰۰۴). یکی از روش‌های مشخص نمودن تغذیه بهینه گیاه، تجزیه شیمیایی برگ است. غلظت هر عنصر غذایی در برگ گیاه نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌ای گیاه می‌باشد. با دانستن سطح بحرانی و سطح کفایت یک عنصر غذایی و مقایسه آن با غلظت آن عنصر غذایی در برگ می‌توان بیش‌بود یا کمبود آن عنصر غذایی در گیاه را برآورد نمود. محققین معتقدند سطح بحرانی غلظت یک عنصر در برگ، غلظتی از عنصر است که در این غلظت، گیاه تنها ۱۰ درصد عملکرد خود را از دست داده است (بی‌نام، ۲۰۰۰). محققین زیادی از سالیان قبل به ایجاد ارتباط منطقی بین غلظت عناصر غذایی در برگ و عملکرد گیاه پرداخته‌اند (داو و روبرتز، ۲۰۱۰). اگرچه اعداد سطح بحرانی نیتروژن در برگ کلزا در برخی منابع موجود است، اما بهتر است این اعداد در شرایط متفاوت خاک و اقلیم کشور ایران تعیین گردند. این پژوهش با هدف تعیین سطح بحرانی نیتروژن در برگ کلزا در شرایط خاک‌های آهکی منطقه ورامین که نماینده بسیاری از خاک‌های مناطق خشک کشور است، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین سطح بحرانی نیتروژن در برگ کلزا، این تحقیق در ۳۵ مزرعه کلزا واقع در دشت ورامین که در سری غالب خاک منطقه (سری ورامین) با ارتفاع میانگین ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار داشتند، در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. بدین منظور، در تمامی مزارع مورد مطالعه، در فصل

گل‌دهی کلزا، از جدیدترین برگ تکامل یافته، نمونه برداری از برگ گیاه و خاک مزارع، طبق دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۲) انجام شد. سپس برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از شستشو با آب مقطر، در آون به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۵۴ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و غلظت نیتروژن کل با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). در فصل برداشت، زمانی که قسمت انتهایی بوته‌ها زرد و غلاف‌ها خشک شده و به رنگ زرد کاهی درآمده و رطوبت دانه‌ها در این هنگام حدود ۲۰ درصد بود، در هر مزرعه، سه کادر یک متر مربعی به صورت تصادفی انداخته شد و برداشت انجام گرفت و بوته‌ها کف‌بُر و برای تعیین عملکرد دانه مورد استفاده قرار گرفتند. یکی از روش‌های تعیین وضعیت عناصر غذایی در گیاه، محاسبه رابطه میان عملکرد نسبی با غلظت عنصر مورد نظر در گیاه، جهت تعیین سطح بحرانی می‌باشد. بدین ترتیب که با قرار دادن تغییرات عملکرد نسبی در محور Y و غلظت عنصر مورد نظر در برگ محور X سطح بحرانی عنصر مورد نظر در گیاه محاسبه می‌گردد. به منظور تعیین سطح بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا، با استفاده از روش گرافیکی کیت و نلسون (شکل ۱)، از نقطه ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه خطی افقی رسم شد. سپس خطی عمود بر این خط رسم شد، به گونه‌ای که بیشترین نقاط پلات شده در نمودار، در ربع اول و سوم مختصات قرار گیرند. محل تلاقی این خط با محور افقی (غلظت نیتروژن برگ) نشان‌دهنده غلظت بحرانی نیتروژن در برگ کلزا می‌باشد که باعث تولید ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه می‌گردد.

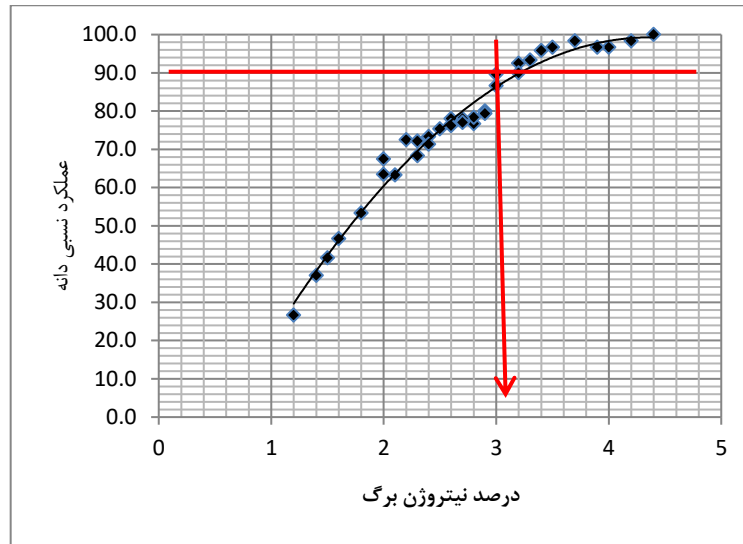
نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک نسبتاً زیاد با ماده آلی کم (کمتر از ادرصد) بود.

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) مزارع

مقدار	واحد	خصوصیت
۳۵	-	درصد اشباع
۱/۱	dS.m-1	هدایت الکتریکی
۷/۳	-	واکنش
۱۹	درصد وزنی	کربنات کلسیم معادل
۰/۹	درصد وزنی	ماده آلی
۳۰	درصد وزنی	شن
۵۵	درصد وزنی	سیلت
۱۵	درصد وزنی	رس
۱۳/۲	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	فسفر قابل جذب
۲۶۰	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	پتاسیم قابل جذب
۸/۳	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	آهن قابل جذب
۱/۱	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	روی قابل جذب
۱۱/۳	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	منگنز قابل جذب
۱/۲	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	مس قابل جذب
۰/۹	میلی‌گرم در کیلوگرم خاک	بور قابل جذب

به‌منظور تعیین سطح بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا، با استفاده از روش گرافیکی (شکل ۱)، از نقطه ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه خطی افقی رسم شد تا خط برازش را قطع نماید. سپس از محل تقاطع، خطی عمودی رسم شد تا محور افقی را قطع نماید. محل تقاطع این خط با محور افقی شکل ۱، سطح بحرانی غلظت نیتروژن برگ است که باعث تولید ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه می‌گردد. در این پژوهش، سطح بحرانی نیتروژن برگ در کلزا ۳/۰ درصد برآورد گردید. سایر محققین نیز در جنوب ایالات متحده آمریکا، سطح بحرانی نیتروژن در برگ کلزا را ۳/۶ درصد ذکر کرده‌اند (بی‌نام، ۲۰۰۰) که با نتایج حاصل از این پژوهش، تقریباً مشابهت داشت.



شکل ۱- برآورد سطح کفایت نیتروژن برگ کلزا

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که عملکرد دانه کلزا تحت تاثیر غلظت نیتروژن برگ است. غلظت بحرانی نیتروژن در برگ کلزا ۳/۰ درصد تعیین گردید. بدین معنی که در مزارعی که غلظت نیتروژن در برگ کلزا کمتر از این سطح است، افزودن کود نیتروژن به خاک می تواند موجب افزایش عملکرد گیاه شود و در مزارعی که غلظت نیتروژن در برگ کلزا بالاتر از این سطح است، گیاه به کاربرد کود نیتروژن عکس العملی نشان نمی دهد

منابع:

- امامی، ع. ۱۳۷۵. شرح روش های تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
- ملکوتی، م.ح.، خادمی، ز. و مهاجرمیلانی، پ. ۱۳۸۲. توصیه کودی برای کلزا در کشور، کتاب مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه های روغنی گامی مؤثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور. انتشارات خانیان.
- Anonymus, 2000. Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the united states, Southern Cooperative Series Bulletin #394, North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Agronomic Division. URL: www.ncagr.gov/agronomi/saesd/scsb394.pdf
- Diepenbrok, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Field Crop Research*. 67:35-49
- Dow, A. I. and Roberts S. 2010. Critical Nutrient Ranges for Crop Diagnosis. *Agronomy Journal*. Vol. 74 No. 2, p. 401-403
- Islam, N. and E. J. Evans. 2005. Attributes of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Plant Research* 88(5): 530-534.
- Laaniste, P., J. Joudu and V. Eremeev. 2004. Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilization. *Agronomy Research* 2(1): 83-86.
- Moraditelavat, M. R., Siadat, S.A. 2012. An introduction to production of oilseed. Education and promotion of Agriculture press. Karaj. Iran
- Rossate, L., Laine, P. and Qurry, A. 2001. Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during in growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. *Journal of Plant cell Environmental* 52(361): 1655-1663.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Determination of critical level of nitrogen in canola leaf in calcareous soils

Seilsepour, M

Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and
Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

Abstract

Canola is one of the most valuable oily plants whose function is nitrogen dependent. There are several methods for assessing the nutritional status of nitrogen in the plants, which is the analysis of the leaf and knowing the concentration of the element in the leaf is one of these methods. To assess the nutritional status of a nutrient element in a plant, knowing the critical concentration of that element is essential. In order to determine the critical nitrogen content in canola leaf, during a one-year research in the canola fields of Varamin plain, 30 farms that were administratively the same condition were selected. These fields were located in the dominant soil series (Varamin series), a leaf sample was used and was analyzed with the current methods of soil and water research institute. In harvest season, all 30 fields were harvested and the mean grain yield was determined. Then using the Kate and Nelson graphical method, the critical nitrogen concentration of canola leaves was determined at 3% in leaf dry weight for 90% relative yield. Therefore, it can be deduced that in concentrations below this limit, the addition of nitrogen fertilizer to the soil could increase the yield of the plant, and above that, the plant does not react to the application of nitrogen fertilizer.

Keywords: Evaluation, Graphical method, Relative yield

mseilsep@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر گوگرد بر عملکرد و کیفیت روغن در ارقام کلزا

محمد قاسم زاده گنجه ای

عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

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 خاک می تواند در کاهش موضعی pH خاک و بهبود جذب عناصر غذایی نقش مهمی داشته باشد. به منظور بررسی تأثیر گوگرد بر 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 (S₀)، براساس آزمون خاک (S₁)، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار کود گوگرد تیوباسیلوس دار (S₂)، ۶۵ درصد کود مصرف شده در تیمار دوم بعلاوه تیمار سوم (S₃) و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد تیوباسیلوس دار بود (S₄). ارقام مورد استفاده شامل مودنا و زرفام بود. میانگین نتایج دو ساله نشان داد بیشترین عملکرد دانه در اثر کاربرد تیمار S₃ 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 S₃ به دست آمد.

کلمات کلیدی: کلزا، گوگرد، روغن، کلزا

مقدمه

کلزا (*Brassica napus*) از دانه های روغنی بسیار مهم می باشد که در سال های اخیر توجه خاصی به کشت آن مبذول گردیده است و سطح زیر کشت آن در استان خراسان رضوی حدود ۵۰۰۰ هکتار می باشد. مصرف روغن در ایران طی سال های 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 یک عنصر غذایی ضروری در مراحل مختلف رشد کلزا در نهایت با مهار رشد باعث افت عملکرد محصول می گردد. در خاک هایی 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 می شود. اکسیداسیون بیولوژیک گوگرد در خاک عمدتاً توسط باکتری های تیوباسیلوس انجام می شود که جمعیت این باکتری ها در اکثر خاک های 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 باکتری های تیوباسیلوس این است که جمعیت و فعالیت آنها در خاک به علت نا مساعد بودن شرایط خاک 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 خاک بسیار کند و بطئی بوه و میزان اکسیداسیون گوگرد عنصری به جمعیت تیوباسیلوس ها، رطوبت خاک، دما، تهویه، pH و مواد آلی خاک بستگی دارد (بشارتی و همکاران، ۱۳۷۹). بشارتی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش نمودند که مصرف گوگرد ۳۶/۵ درصد و مصرف گوگرد همراه با تیوباسیلوس ۱۳۷/۲ 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 باکتری های اتوتروف اجباری به خاک اضافه شد. ایشان همچنین گزارش نمودند که مصرف گوگرد ۵۶/۸ 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 خاک ضمن تأمین سولفات مورد نیاز گیاه باعث کاهش موضعی pH در اطراف ریشه و آزاد شدن عناصر غذایی مانند آهن، روی و فسفر می شود. باکتری های تیوباسیلوس مهمترین اکسید کننده های گوگرد در خاک می باشند و تلقیح خاک با این باکتریها باعث افزایش سرعت اکسیداسیون گوگرد خواهد شد. مطالعات توسلی و همکاران (۱۳۷۹) نشان داد که میزان اکسیداسیون گوگرد در خاک های تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس حدود ۱۱ برابر بیشتر از خاک های تلقیح نشده می باشد. هدف از این تحقیق تاثیر مقادیر مختلف گوگرد بر کمیت و درصد روغن در ارقام جدید کلزا در مشهد بود

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد و کیفیت دو رقم کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصافی در سه تکرار در ایستگاه کشاورزی طرق مشهد طی دو سال زراعی (۹۰-۱۳۸۹) تیمارهای گوگرد شامل پنج سطح شاهد (S₀)، براساس آزمون خاک (مصرف ۴۰۰ کیلوگرم کود گوگرد بنتونیت دار به همراه تلقیح ۲ کیلوگرم مایه تلقیح) (S₁)، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم گوگرد تیوباسیلوس دار (S₂)، مصرف ۶۵ درصد کود مصرف شده در تیمار دوم به علاوه تیمار سوم (S₃) و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد تیوباسیلوس دار که از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شده (S₄) بود. کودهای شیمیایی اوره، سوپر فسفات تریپل، و سولفات پتاسیم برای همه کرت‌ها بر اساس آزمون خاک داده شد. آبیاری به صورت سطحی و بر اساس نیاز گیاه صورت گرفت. 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 گوگرد انجام 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 ۵/۴۰ متر مربع بود). روش کشت فارویی و بذور بر روی پشته‌ها با ماشین کشت گردید. در برداشت نهایی عملکرد در سطح یک 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 خاک 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 فیزیک و شیمیایی خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی متری محل مورد آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۱- نتیجه تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش

pH	EC	T.N.V	O.C	Sand	Silt	Clay	S	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
	dS.m ⁻¹	%					mg/kg ⁻¹						
۸/۱	۲	۱۲/۲	۰/۳۶	۵۴	۳۲	۱	۳/۸	۹/۲	۲۸۸	۲	۳/۷۲	۱/۹۴	۰/۸

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس (جدول شماره ۲) نشان داد که اثرات اصلی سال، تکرار، گوگرد و تیوباسیلوس در سطح یک درصد و اثر اصلی رقم در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه کلزا معنی دار شد. با توجه 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 برای رقم مودنا بدست آمد. (جدول شماره ۳). با توجه به غلظت پایین گوگرد در خاک مزرعه ایستگاه طرق، عکس العمل کلزا نسبت به کاربرد گوگرد معنی دار شده است (جدول شماره ۱). معافیوریان و همکاران (۱۳۸۹)، حد بحرانی گوگرد در خاک‌های زراعی با روش توربیدومتری برابر ۴ میلی گرم 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 خاک، جذب و مصرف ازت از خاک توسط ریشه ۲۵ درصد کاهش یافته و عملکرد و اجزای عملکرد به طور معنی داری 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 در تیمار سوم باعث بیشترین میزان ماده گلوکوزینولات (۱۴/۱۱ میکرومول بر گرم) گردید (جدول ۲). Johnston و همکاران (۱۹۹۹)، گزارش نمودند که با افزایش عرضه گوگرد میزان کلکوزینولات در برگ و دانه کلزا بطور معنی داری افزایش می یابد.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

جدول ۲- نتایج میانگین مربعات تجزیه واریانس مرکب تیمارهای مختلف در دو سال

طول کل آذین cm	ارتفاع بوته cm	عملکرد روغن	گلوکوزینولات دانه	درصد پروتئین	درصد روغن	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	عملکرد	درجه آزادی	میانگین مربعات منابع تغییر
۸۶/۹۵۷**	۸۲۰/۱۷**	۱۹۴۱/۳۰۱**	۲۰۶/۰۹۶**	۰/۱۹**	۸۱/۴۷۵**	۶/۱۶۷**	۱۳/۵ ^{ns}	۵۰۹۵۶/۱۶**	۵/۱۲۵**	۱	سال
۱۲۳/۳۱۹**	۲۳۲/۳۵۴**	۸۸۳۸/۲۹۳**	۴۹/۷۱۳**	۱/۶۶۳**	۷۵/۶۴۴**	۰/۷۱۵**	۳۲۰/۲۹۶ ^{ns}	۳۵۸۳/۰۵۶**	۳/۶۶۵**	۳	تکرار
۲۵۷/۲۱۲**	۱۰۹/۲۹۴**	۲۱۲۸۳/۱۳۱**	۱۱۳/۸۳**	۹/۵۲۵**	۱۵۹/۷۳۸**	۲/۳۶۵**	۵۰۹/۶۸۱*	۲۰۷۳/۲**	۴/۰۸۸**	۲	گوگرد
۲۰/۳۲۶ ^{ns}	۳/۳۶۷ ^{ns}	۹۸/۷۹ ^{ns}	۲/۳۲۶ ^{ns}	۰/۰۰۹۲ ^{ns}	۱/۴۱۹ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	۱۷۹/۳۴۷ ^{ns}	۷/۰۴۲ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۲	سال × گوگرد
۱/۳۴۶ ^{ns}	۵/۱۹۶ ^{ns}	۵۳۱/۸۸۵**	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۱۷۸**	۴/۴۸۹*	۰/۰۵۵*	۱۵۳/۳۵۲ ^{ns}	۳۲/۶۶۷*	۰/۰۹*	۱	رقم
۱/۳۴۶ ^{ns}	۱/۵۸۴ ^{ns}	۲۳/۸۷۳ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۱۲۲ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۱۶۳/۶۴ ^{ns}	۳/۶۳ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۱	سال × رقم
۱۱/۸۸ ^{ns}	۰/۳۱۹ ^{ns}	۷/۸۶۵ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۴۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۶۱/۰۶ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	گوگرد × رقم
۱۰/۵۰۵ ^{ns}	۰/۴۵۹ ^{ns}	۰/۲۸۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۶۳ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱۷۱/۸۳۸ ^{ns}	۳/۵۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	سال × گوگرد × رقم
۱۱/۲۹۴	۲/۳۱۹	۵۲/۲۳۴	۰/۱۳۸	۰/۰۱۲	۰/۷۴۶	۰/۰۱۲	۱۶۴/۴۶۳	۵/۷۹۱	۰/۰۱۶	۳	اشتباه آزمایشی
۶	۷/۷	۴/۴۹	۵/۵۱	۸/۵	۷/۸۴	۵/۷	۷/۶	۲/۷	۳/۵		ضریب تغییرات

** ، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف گوگرد بر شاخص های اندازه گیری شده در کلزا

طول گل آذین (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	گلوکوزینولات (میکرومول بر گرم)	درصد پروتئین	درصد روغن	وزن هزار دانه (گرم)	میانگین تعداد دانه در خورجین	میانگین تعداد خورجین در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم/متر مربع)	متغیر سطوح مختلف گوگرد
۵۲/۶۷C	۱۰۸/۳۴ C	۱۱/۲۳ C	۱۱/۳۱C	۳۵/۴۳C	۲/۴۳ B	۲۳/۲۱C	۱۹۳/۲۸C	۴۸۷C	S0
۵۴/۵۰B	۱۰۹/۸۷C	۱۱/۷۹C	۱۱/۶۳B	۳۷/۹۳B	۲/۵۰B	۲۴/۸۰B	۱۹۶/۸۶C	۴۹۵B	S1
۵۶/۷۳A	۱۱۰/۷۱B	۱۲/۸۴ B	۱۱/۶۵B	۳۸/۶۶B	۲/۵۲B	۲۴/۳۳B	۱۹۸/۳۶B	۵۱۴B	S2
۵۶/۸۴A	۱۱۲/۴۴A	۱۴/۱۱ A	۱۲/۰۵A	۴۰/۵۹A	۲/۷۷A	۲۸/۸۰A	۲۰۳/۸۷A	۵۳۴A	S3
۵۴/۷۹B	۱۱۰/۸۳A	۱۳/۸۹ B	۱۱/۹۳B	۴۰/۲۳A	۲/۶۱B	۲۶/۹۵A	۲۰۱/۲۳B	۵۲۰B	S4
۱/۴۶	۲/۶۶	۲/۱	۱/۴۷	۳/۷۶	۰/۴۷۷	۴/۲۲	۲/۴۸	۰/۰۵۵	L.S.D
۴/۵	۵/۲	۱۳/۲	۷/۲	۸/۵	۱۰/۷	۱۳/۲	۱۲/۷	۱۱/۲	CV/.



درصد روغن:

اثرات اصلی سال، تکرار، گوگرد و تیوباسیلوس در سطح احتمال یک درصد و رقم در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل گوگرد در سطح احتمال پنج درصد بر درصد روغن کلزا معنی دار شد. بیشترین درصد روغن (۴۰/۵۹ درصد) با کاربرد تیمار S3 (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد) به دست آمد. Nuttall و همکاران (۱۹۹۰) گزارش نمودند که با کاربرد منابع مختلف کود گوگردی، افزایش عملکرد دانه و درصد روغن را مشاهده گردید. ابراهیم و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که زمان لازم برای اکسیداسیون کامل گوگرد اضافه شده به خاکها در حدود ۵۰۰ روز می باشد (جدول ۳).

ارتفاع بوته و طول گل آذین

اثرات اصلی سال، تکرار، گوگرد و تیوباسیلوس در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته و طول گل آذین کلزا معنی دار شدند. بیشترین ارتفاع بوته و طول گل آذین از کاربرد تیمار S3 (۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد به دست آمد) (جدول ۳).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای گوگردی همراه با باکتری تیوباسیلوس در زراعت ارقام جدید کلزا بسیار مناسب بوده و باعث افزایش عملکرد، بهبود صفات زراعی در ارقام جدید کلزا و کیفیت دانه ها میگردد بنابراین پیشنهاد می گردد که ۵۰۰ کیلو گرم در هکتار کود گوگردی همراه با باکتری تیوباسیلوس و کود دامی قبل از کشت کلزا در زیر خاک مصرف گردد.

منابع

- بشارتی، ح.، ک. 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 خاک و آب. جلد ۱۲، شماره ۱۱، ص ۱-۱۰
- توسلی، ع. و ح. بشارتی، ک. خاوازی و ف. رجایی. ۱۳۷۹. بررسی اثرات مصرف کودهای فسفاته، گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس بر درصد کلونی زایی قارچهای میکوریز در ذرت. مجله خاک و آب. جلد ۱۲، نشریه شماره ۱۱. ص ۱۰-۲۰
- خادمی، زح. 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 جهاد کشاورزی. تهران. ایران.
- معافیپوربان، 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 خاک و آب. تهران. ایران
- مطلبی فرد، بشارتی . ۱۳۸۹. تأثیر مصرف مقادیر مختلف گوگرد، تیوباسیلوس و اثرات باقیمانده آنها و خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد کلزا در تناوب با گندم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقاتی خاک و آب. تهران. ایران
- Haneklaus, S., H.M. Paulsen., A.k. Gupta, E.Bloem, and E.S chung. 1999. Influence of sulfur fertilization on yield and quality of oilseed rapeseed. 10th Int rapeseed congo. New horizons for an oil crop, Canberra. Australia.
- Johnston. A. M., C. A. Grant, and G. W. Clayton. 1999. Sulphur management of canola. 10th Int rapeseed congr. New horizons for an oil crop, Canberra. Australia.
- Nuttall, W.F., Boswell, C.C., Sinclair, A.G. Moulin, A.P. Townley-smith, J.L. and G.L Galloway .1993. The effect of time of application and placement of sulphur fertilizers on yield of wheat, canola and barley. Soil sci. Plant Anal. 24:2193-2202



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of sulfur on yield and oil percentage in canola

Ghasmzadeh Ganjehie, M.

Academic Member of Soil and Water Department, Khorassan Razavi Agriculuyural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Mashhad, Iran.

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 increasing 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 3 replications using randomized complete block design in Torogh research center. Factors are sulfur with 5 levels: (0, soil testing, 300 kg ha⁻¹ and thiobacillus, 65 percent T₂) and T₃ and 600 kg ha⁻¹ sulfur and zarfam. The 2-years average results revealed that the higher grain yield was obtained by application of T₃. 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 T₃ also the highest oil percent. Plant height and length of in florescence was obtained with T₃.

Key word: Canola, sulphur, oil, yeild.



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر ریزجانداران حل‌کننده سیلیکات بر انحلال پتاسیم غیر تبادلی و قابلیت استفاده عناصر غذایی خاک

ساناز اشرفی سعیدلو^{۱*}، عباس صمدی^۲، میر حسن رسولی صدقیانی^۳، ابراهیم سپهر^۴، محسن برین^۴^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۲ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۳ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۴ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

ریزجانداران نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی ایفا می‌نمایند. پژوهش حاضر با هدف بررسی توانایی ریزجانداران حل‌کننده سیلیکات در انحلال و آزادسازی پتاسیم از کانی‌های مختلف و تغییر اشکال پتاسیم بومی خاک اجرا گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تلقیح میکروبی (باکتری، قارچ، کنترل مثبت و کنترل منفی) و نوع گیاه (ذرت، کلزا، شاهد (بدون گیاه)) بود. نتایج نشان داد اثر تلقیح میکروبی و حضور گیاه بر تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود ($p < 0.001$). باکتری بیشترین تأثیر را بر مقدار پتاسیم محلول و فسفر خاک داشت، به طوری که غلظت K محلول و فسفر در شرایط تلقیح باکتریایی به ترتیب ۱/۳۹ و ۱/۵۱ برابر نسبت به تیمار قارچی افزایش یافت. غلظت K تبادلی در شرایط کشت ذرت و کلزا، در حضور باکتری به ترتیب ۳۹/۴۹ و ۴۹/۰۳ درصد و در حضور قارچ ۲۸/۹۵ و ۳۷/۰۸ درصد نسبت به تیمار Cont⁻ افزایش یافت. به طور کلی می‌توان استنباط نمود که تلقیح سویه‌های میکروبی کارآمد منجر به افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک می‌شود. لذا شناسایی سویه‌های میکروبی با قابلیت انحلال عناصر غذایی و بهره‌گیری از توانایی آن‌ها، می‌تواند با عرضه مقادیر کافی عناصر غذایی، جلوگیری از آنبوهی عناصر و بهبود کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، از خطرات آلودگی زیست-محیطی که توسط مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی ایجاد می‌شوند، جلوگیری نمایند.

کلمات کلیدی: تلقیح میکروبی، عناصر پرمصرف، کانی‌های پتاسیم‌دار، ذرت

مقدمه

خاک بعنوان بستری برای تولید محصولات زراعی است که آب و عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاهان را تأمین می‌نماید. بمنظور تأمین غذای مورد نیاز جمعیت در حال رشد، بایستی میزان باروری و تولید محصولات کشاورزی بطور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یابد. کمبود نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل استفاده گیاه فاکتورهای اصلی محدودکننده در تولید مواد غذایی در بسیاری از خاک‌های کشاورزی هستند (Zord و همکاران ۲۰۱۴). با تشدید پیشرفت کشاورزی به دلیل تفکیک اراضی به زمین‌های کوچک و نیز معرفی واریته‌ها و هیبریدهای زراعی با عملکرد بالا در طول انقلاب سبز، سرعت تخلیه عناصر پرمصرف از جمله پتاسیم در خاک‌ها افزایش یافته است (Samadi و همکاران ۲۰۰۸). بعلاوه، سطوح پتاسیم قابل استفاده خاک در اثر آنبوهی، رواناب و فرسایش کاهش یافته است (Sheng and Huang, 2002). اخیراً کشت متراکم و کاربرد نامتعادل کودهای شیمیایی نیز منجر به کاهش سطح پتاسیم در خاک‌های مختلف شده است (Zord و همکاران ۲۰۱۴). در نتیجه، کمبود پتاسیم به یکی از محدودیت‌های اصلی در تولید محصول تبدیل شده، و بنابراین بسیاری از محصولات به کوددهی پتاسیم در خاک‌ها پاسخ می‌دهند.

پتاسیم به عنوان یک منبع تجدیدنشدنی، عنصر غذایی ضروری، حیاتی و پرمصرف برای گیاه محسوب می‌شود که اهمیت آن در کشاورزی به خوبی شناخته شده است (دردی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). گیاهان پتاسیم مورد نیاز خود را از طریق کودهای شیمیایی افزوده شده و یا پتاسیم موجود در خاک تأمین می‌نمایند. پتاسیم در خاک به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختمانی یافت می‌شود که قابلیت استفاده این اشکال برای گیاه متفاوت بوده و انتقال پتاسیم بین آن‌ها به صورت برگشت‌پذیر صورت می‌گیرد (Syers, 2003). تعادل بین اشکال مختلف پتاسیم در خاک، منجر به تداوم تأمین پتاسیم با آنبوهی و یا مصرف آن توسط گیاه می‌گردد. اگر چه اشکال تبادلی و محلول پتاسیم ۱ الی ۲ درصد پتاسیم کل خاک را تشکیل می‌دهند و به عنوان دو شکل قابل دسترس برای گیاهان تلقی می‌شوند، ولی مطالعات نشان می‌دهند که پتاسیم غیرتبادلی و ساختمانی نیز می‌توانند در

* ایمیل نویسنده مسئول: sanazashrafi92@yahoo.com



تغذیه گیاه نقش داشته باشد چرا که واکنش‌های تعادلی و سینتیکی موجود بین اشکال مختلف این عنصر، سطح پتاسیم محلول و قابل دسترس گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sparks and Huang, 1985).

با توجه به اینکه استفاده از مقادیر بالای کودهای پتاسیمی در کنار کودهای نیتروژنه و فسفوری در جهت افزایش عملکرد محصولات زراعی منجر به ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود (Akande و همکاران ۲۰۰۸) لذا جهت به حداقل رساندن خطرات ناشی از آلودگی‌های زیست‌محیطی و حفظ پایداری خاک، از ریزجانداران محرک رشد گیاهان (PGPR) شامل تثبیت‌کننده‌های نیتروژن، و حل‌کننده‌های فسفر و پتاسیم (KSB) بعنوان کود زیستی استفاده می‌شوند (Meena و همکاران ۲۰۱۴). مطالعات انجام شده حاکی از آن است که باکتری‌های مختلفی از جمله *B. circulans* و *Bacillus edaphicus*, *Bacillus mucilaginosus*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Burkholderia*, *Pseudomonas* دارای توانایی رهاسازی پتاسیم از کانی‌های پتاسیم‌دار هستند (Lian و همکاران ۲۰۰۲؛ Zhang و همکاران ۲۰۱۳). در بین قارچ‌ها نیز *Aspergillus* ساختار آن‌ها می‌باشند (Argelis و همکاران ۱۹۹۳). در کنار ریزجانداران حل‌کننده، شواهد حاکی از آن هستند که ترشحات ریشه‌ای نیز قابلیت انحلال عناصر غذایی معدنی نامحلول را افزایش می‌دهند که احتمالاً به دلیل تشکیل کمپلکس‌های فلزی محلول و پایدار بوده و نقش مهمی در فراهمی فلزات بازی می‌کنند (Collins و همکاران ۱۹۸۹). این ترشحات تثبیت فلزات را به وسیله مواد آلی خاک، اکسیدها و رس‌ها تعدیل کرده و رهاسازی آن‌ها را افزایش می‌دهند (Chen و همکاران ۲۰۰۳). گیاهان با افزایش ترشحات ریشه به کمبود عناصر از جمله K (Krafczyk و همکاران ۱۹۸۴) واکنش نشان می‌دهند، همینطور اسیدهای آلی بطور مؤثری تحرک و حلالیت کاتیون‌های فلزی زیادی از جمله Fe و Al (Jones and Darrah, 1994) را افزایش می‌دهند. در شرایط کمبود عناصر غذایی در ترکیب ترشحات ریشه‌ای گیاهان اسیدهای سیتریک، مالیک و اگزالیک افزایش می‌یابد. این اسیدها می‌توانند کمپلکس‌های بسیار پایداری با کاتیون‌های فلزی در محلول خاک تشکیل داده و نیز از طریق کاهش pH منجر به انحلال کانی‌ها و تغییر اشکال عناصر مختلف در خاک گردند (Chen و همکاران ۲۰۰۲). تبدیل پتاسیم از شکلی به شکل دیگر جزئی از دینامیک پتاسیم در خاک بوده و در طول زمان ممکن است پتاسیم‌های ساختمانی و تثبیت شده به شکل محلول یا تبادل‌ی و یا بالعکس و شکل‌های تبادل‌ی و محلول به شکل تثبیت شده تبدیل شوند. از آنجایی که این تبدیل‌ها بر قابلیت دسترسی پتاسیم برای گیاه تأثیرگذارند، مطالعه کارآیی ریزجانداران در حلالیت و آزادسازی عناصر غذایی به منظور کاهش هزینه‌های تولید و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی توانایی ریزجانداران حل‌کننده سیلیکات در انحلال و آزادسازی پتاسیم از کانی‌های مختلف و تغییر اشکال پتاسیم بومی خاک و نیز بررسی تأثیر ترشحات ریشه‌ای بر فراهمی عناصر غذایی نامحلول انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مایه تلقیح سویه‌های برتر

نمونه‌های خاک ریزوسفری از مزارع سیب‌زمینی استان آذربایجان غربی برداشت شده و جدایه‌های باکتریایی و قارچی خالص‌سازی شدند. برای غربالگری و جداسازی جدایه‌های برتر قارچ‌ها و باکتری‌های حل‌کننده پتاسیم، محیط کشت الکساندروف جامد (بررسی کیفی) و مایع (بررسی کمی) استفاده گردید (Hue و همکاران ۲۰۰۶). سویه‌هایی که از هاله شفاف بزرگتر و شاخص حلالیت بالاتر و نیز میزان پتاسیم آزاد شده بیشتری برخوردار بودند به‌عنوان سویه برتر انتخاب شدند (Omkar, 2012). با توجه به اینکه باکتری *Pseudomonas fluorescens* و قارچ *Aspergillus niger* دارای بالاترین میزان شاخص حلالیت و میزان پتاسیم آزاد شده نسبت به سویه‌های دیگر بودند، لذا به‌عنوان سویه‌های مورد مطالعه انتخاب گردیدند. باکتری *Pseudomonas fluorescens* و قارچ *Aspergillus niger* پس از جداسازی، به‌ترتیب در محیط‌های جامد نوترینت آگار (NA) و PDA بازکشت گردیدند. پس از گذشت ۴۸ ساعت از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها (با جمعیت حدود $2/49 \times 10^8$ سلول باکتری در هر میلی‌لیتر از محلول در جذب نور با طول موج ۶۰۰ نانومتر و جمعیت 4×10^7 اسپور در هر میلی‌لیتر از محلول)، یک لوپ از کشت تازه هر جدایه به درون ارلن حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محیط نوترینت برات مایه زنی و سپس یک شب با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه (rpm) تکان داده شدند و برای تلقیح محیط اصلی مایه تلقیح، ۲ میلی‌لیتر از محیط یک شب مانده، به درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری که حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر از محیط نوترینت برات (NB) بود، مایه‌زنی و جهت یکنواخت شدن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه (rpm) تکان داده شدند. بعد از تعیین جمعیت میکروبی مایه تلقیح، بذور به مدت دو ساعت با مایع تلقیح و صمغ عربی خیسانده شده و شیک گردیده و سپس صاف و هوا خشک شدند.

تهیه بذور، کشت و برداشت گیاه

آزمایش به صورت طرح کامل تصادفی با ۲ فاکتور تیمارهای تلقیح میکروبی (تلقیح باکتری، تلقیح قارچ، $Cont^+$ (بدون تلقیح با حضور پتاسیم برابر با توصیه کودی) و $Cont^-$ (بدون تلقیح و بدون استفاده از پتاسیم) (شاهد)) و نوع گیاه (ذرت، کلزا و شاهد (بدون گیاه)) در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۷ اجرا گردید. جهت بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر رهاسازی پتاسیم نامحلول خاک و قابلیت استفاده سایر عناصر غذایی، در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی با گنجایش چهار و نیم کیلوگرم استفاده شد. ابتدا در کف گلدان‌ها کاغذ صافی واتمن قرار داده شده سپس تا ارتفاع مشخص خاک (نمونه‌های خاک در دستگاه اتوکلاو و با دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۲ ساعت استریل شدند) پر شد. تعداد کافی از بذور سالم ذرت سینگل (رقم Single Cross-704) و کلزا (رقم نیما) انتخاب و با محلول‌های هیپوکلریت سدیم ۵ درصد (۲ دقیقه)، اتانول ۹۶ درصد (۳۰ ثانیه) ضدعفونی شده و در ادامه ۷ الی ۸ مرتبه با آب مقطر استریل شستشو گردیدند. بعد از ضدعفونی سطحی بذرها، به منظور تأمین مقدار رطوبت مورد نیاز اولیه برای جوانه زنی، بذرها با آب استریل به مدت ۴۸ ساعت قبل از کاشت مرطوب شدند. ۸ عدد بذر در هر گلدان قرار داده و مقداری خاک روی آن‌ها ریخته شد. ۱۰ روز پس از سبز شدن بذور، تعداد ۳ بوته در هر گلدان نگه داشته شد. تا اتمام دوره رشد از آب مقطر برای آبیاری و از محلول غذایی کامل و عاری از پتاسیم و دارای پتاسیم ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$, $FeEDTA$, $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $(NH_4)_6MO_{24} \cdot 4H_2O$, H_3BO_3 و $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) جهت جلوگیری از هر گونه تنش تغذیه‌ای استفاده شد (Darzi و همکاران ۲۰۰۸). پس از سپری شدن ۶۵ روز از زمان کاشت، گیاه داخل گلدان‌ها برداشت شده و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل هدایت الکتریکی (EC_e) و pH در عصاره گل اشباع (Nelson and Sommers, 1982)، کربن آلی به روش Walkly and Black (۱۹۳۴)، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک (Tandon, 1998)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen و همکاران ۱۹۵۴) و مقادیر پتاسیم محلول، تبادل‌ی و غیرتبادل‌ی به وسیله روش‌های ارائه شده توسط Helmeke and Sparks (۱۹۹۶) اندازه‌گیری گردیدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵، با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی غیرشور، با بافت لوم شنی دارای آهک بالا با کربن آلی کم (کمتر از ۱ درصد) بود. وجود بافت درشت، باعث کاهش نگهداشت عناصر غذایی در خاک شده است. به‌منظور ارزیابی توانایی ریزجانداران در انحلال پتاسیم غیرتبادل‌ی، حاکی با بافت لوم شنی انتخاب گردید تا مقدار پتاسیم محلول آن پایین باشد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	رس	سیلت	شن	نیتروژن	کربن آلی	ماده آلی	کلسیم معادل	پتاسیم			واکنش خاک	قابلیت الکتریکی	
								محلول	تبادل‌ی	غیرتبادل‌ی			
								mg/kg			dSm ⁻¹		
لوم شنی	۱۵/۵	۱۲/۵	۷۲	۰/۱۰۴	۰/۷	۱/۲۰۷	۱۴	۱۹/۶۹	۶۴/۳۷	۶۵۸/۰۸	۱۰/۱	۶/۸۶	۲/۸۲

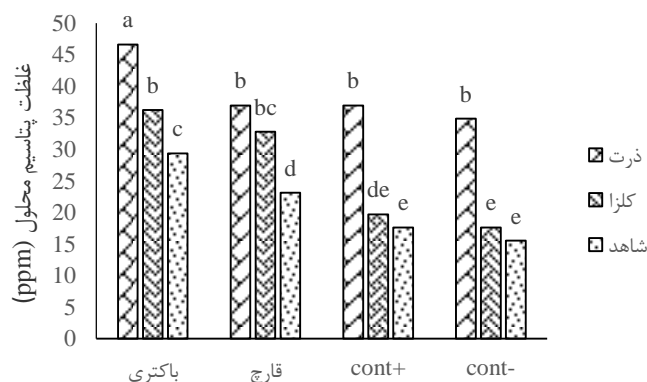
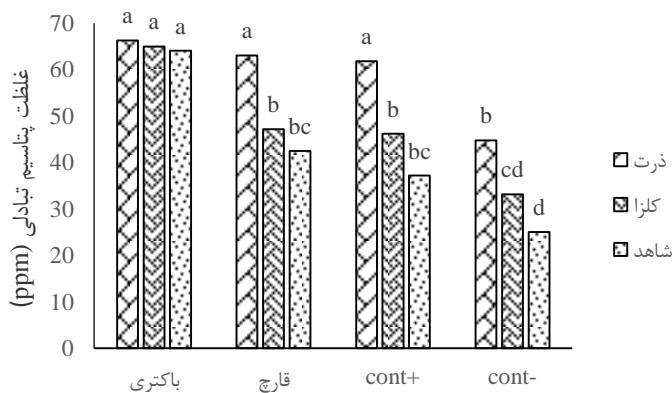
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر تلقیح میکروبی بر تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده، به جز مقدار نیتروژن و pH خاک، معنی‌دار بود ($P < 0.001$) (جدول ۲). نتایج نشان داد که تلقیح میکروبی و حضور گیاه منجر به افزایش مقدار نیتروژن خاک در مقایسه با نمونه‌های شاهد شد، به‌طوری‌که غلظت نیتروژن در تیمارهای باکتریایی و قارچی تحت کشت ذرت در مقایسه با تیمارهای $Cont^+$ و $Cont^-$ به ترتیب ۱/۲۳، ۱/۴۷، ۱/۰۸ و ۱/۳۱ برابر افزایش یافت. نتایج مقایسات میانگین حاکی از آن بود که در بین تیمارهای تلقیح میکروبی، باکتری بیشترین تأثیر را بر مقدار پتاسیم محلول و فسفر خاک داشت، به‌طوری‌که غلظت K محلول و فسفر در شرایط تلقیح باکتریایی به ترتیب ۲۸/۲۶ و ۳۴/۰۲ درصد نسبت به تیمار قارچی افزایش داشت. Badr و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی انحلال کانی‌های حاوی پتاسیم و فسفر توسط باکتری‌های حل‌کننده سیلیکات‌های معدنی مشاهده نمودند که رهاسازی پتاسیم و فسفر در تیمارهای مایه‌زنی شده با سویه‌های باکتری در مقایسه با تیمار بدون مایه‌زنی افزایش یافت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات اندازه‌گیری شده در خاک

میانگین مربعات										درجه آزادی	منابع تغییرات
کربنات کلسیم معادل	قابلیت هدایت الکتریکی	واکنش خاک	ماده آلی	کربن آلی	پتاسیم غیرتبادلی	پتاسیم تبادلی	پتاسیم محلول	فسفر	نیترژن		
۸/۱۸***	۰/۰۳۳***	۰/۰۰۹ ^{NS}	۰/۴۰***	۰/۰۱۴***	۵۲۱۸۳***	۱۹۶/۸***	۲۲۷/۹***	۵۹/۰۷***	۰/۰۰۱ ^{NS}	۳	تلقیح میکروبی
۱/۸۹ ^{NS}	۱/۳۹***	۰/۰۱۵ ^{NS}	۰/۰۱۶ ^{NS}	۰/۰۰۵ ^{NS}	۲۷۸۲۹***	۲۸۲/۶***	۹۰۷/۷***	۸۳/۴۳***	۰/۰۰۱ ^{NS}	۲	نوع گیاه تلقیح
۱/۹۱ ^{NS}	۰/۲۷۱***	۰/۰۶۹***	۰/۰۲۷***	۰/۰۰۹***	۳۳۵۱**	۸۹۴/۵***	۱۳۱/۷***	۱۹/۰۹***	۰/۰۰۱*	۶	میکروبی × نوع گیاه
۰/۹۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۹۵۲/۷	۳۴/۴۳	۷/۱۳	۰/۳۳۱	۰/۰۰۱	۲۴	اشتباه آزمایشی
۷/۱۳	۱/۰۵	۰/۵۵	۹/۶۱	۹/۶۱	۶/۱۸	۱۱/۸۱	۹/۲۲	۶/۶۲	۱۱/۵۶	-	ضریب تغییرات %

***، **، * به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۵٪ و NS نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار هستند.

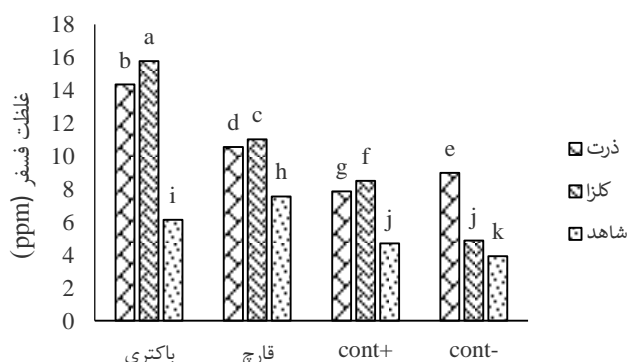
شکل‌های (۱ و ۲) اثرات متقابل تیمارهای تلقیح میکروبی و نوع گیاه را بر مقادیر پتاسیم محلول و تبادلی نشان می‌دهند. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح میکروبی منجر به افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم محلول شد. بیشترین غلظت k محلول مربوط به تیمار یاکتریایی در شرایط کشت ذرت (۴۶/۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین مقدار مربوط به تیمار Cont⁻ شاهد (۱۵/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. در ارتباط با K تبادلی نیز تلقیح میکروارگانیسیم‌ها و ترشحات ریشه‌ای گیاهان، افزایش غلظت پتاسیم را در پی داشتند. غلظت K تبادلی در شرایط کشت ذرت و کلزا، در حضور باکتری به ترتیب ۳۹/۴۹ و ۴۹/۰۳ درصد و در حضور قارچ ۲۸/۹۵ و ۳۷/۰۸ درصد نسبت به تیمار Cont⁻ افزایش یافت.



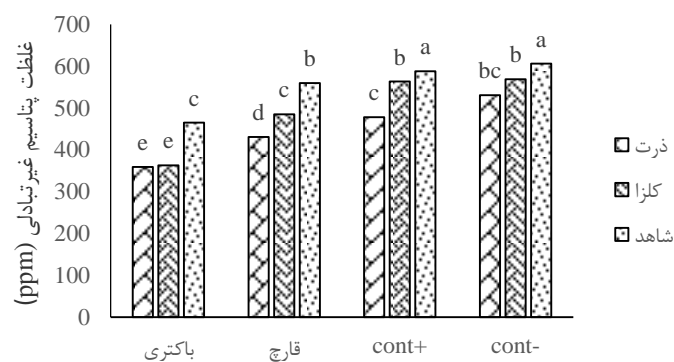
شکل ۲- اثر تلقیح میکروبی و نوع گیاه بر غلظت پتاسیم تبادل‌ی خاک $Cont^+$ و $Cont^-$ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می‌باشند.

شکل ۱- اثر تلقیح میکروبی و نوع گیاه بر غلظت پتاسیم محلول خاک $Cont^+$ و $Cont^-$ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می‌باشند.

مقایسات میانگین نشان داد مقدار پتاسیم غیرتبادل‌ی در تیمارهای تلقیح یافته در مقایسه با تیمارهای بدون تلقیح کاهش معنی‌دار داشت (شکل ۳). به عبارت دیگر تلقیح باکتری و قارچ منجر به کاهش شکل غیرتبادل‌ی پتاسیم و افزایش شکل‌های محلول و تبادل‌ی شده است. بالاترین سطح K غیرتبادل‌ی مربوط به نمونه‌های شاهد تیمارهای $Cont^+$ و $Cont^-$ است و این امر نشان می‌دهد در کنار تلقیح میکروبی، حضور گیاه نیز به واسطه‌ی ترشحات ریشه-ای در تبدیل شکل غیرقابل استفاده پتاسیم به شکل‌های قابل دسترس نقش دارد. اثر متقابل تلقیح میکروبی و نوع گیاه در ارتباط با فسفر خاک نیز معنی‌دار بود ($P < 0.001$) (شکل ۴). بالاترین غلظت فسفر در شرایط کشت کلزا و در حضور باکتری مشاهده شد. به گونه‌ای که مقدار فسفر در این تیمار در مقایسه با تیمارهای قارچ، $Cont^+$ و $Cont^-$ به ترتیب ۱/۴۳، ۱/۸۵ و ۳/۲۴ برابر بیشتر بود. افزایش ۲۳/۳۲ و ۳۶/۲۱ درصدی مقدار فسفر خاک در نمونه‌های شاهد تیمار باکتریایی و نیز افزایش ۳۷/۷۴ و ۴۸/۲۱ درصدی فسفر خاک در نمونه‌های شاهد تیمار قارچ نسبت به نمونه‌های مشابه تیمارهای $Cont^+$ و $Cont^-$ حاکی از تأثیر میکروارگانیزم‌های تلقیح شده در انحلال اشکال نامحلول فسفر خاک و افزایش غلظت فسفر محلول است. حال آنکه بالا بودن غلظت فسفر در شرایط کشت ذرت و کلزا در تیمارهای $Cont^+$ و $Cont^-$ در مقایسه با نمونه‌های شاهد این دو تیمار، نشان‌دهنده‌ی تأثیر گیاهان و متعاقباً ترشحات ریشه‌ای آن‌ها در انحلال فسفر نامحلول است.



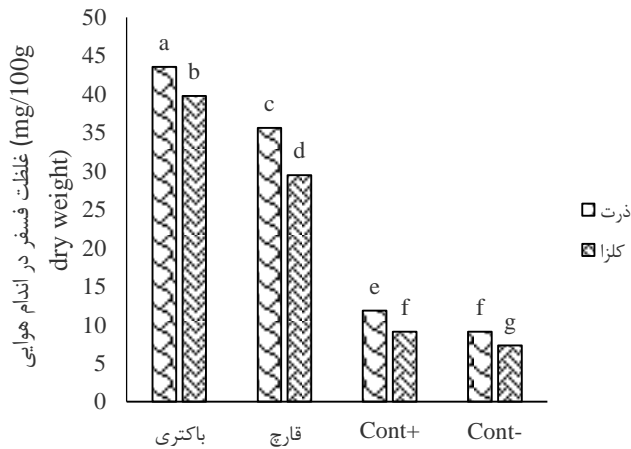
شکل ۴- اثر تلقیح میکروبی و نوع گیاه بر غلظت فسفر خاک $Cont^+$ و $Cont^-$ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می‌باشند.



شکل ۳- اثر تلقیح میکروبی و نوع گیاه بر غلظت پتاسیم غیرتبادل‌ی خاک $Cont^+$ و $Cont^-$ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می‌باشند.

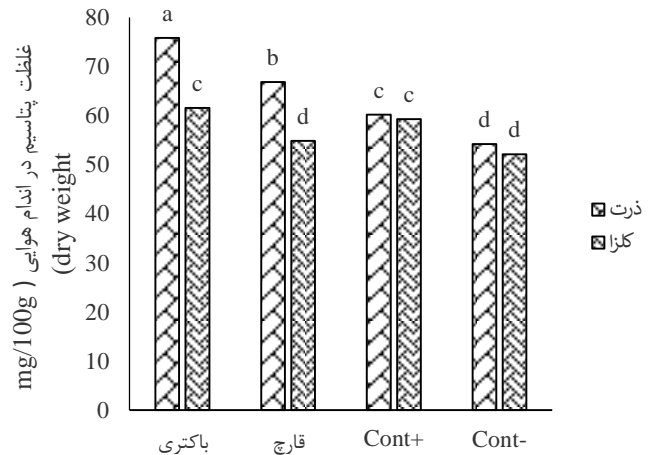
بالاترین غلظت پتاسیم (۷۵/۸۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) و فسفر (۴۳/۵۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) اندام هوایی در حضور باکتری و شرایط کشت ذرت مشاهده گردید. غلظت پتاسیم اندام هوایی کلزا در شرایط تلقیح باکتریایی و قارچی به ترتیب ۱۵/۳۸ و ۵/۰۳ درصد بیشتر

از تیمار Cont⁻ بود (شکل ۵). تأثیر تلقیح باکتری و قارچ بر غلظت فسفر اندام هوایی در ذرت نیز بیشتر از کلزا بود. به طوری که مقدار فسفر در این تیمارها به ترتیب ۱/۰۹ و ۱/۲۰ برابر بیش از کلزا بود (شکل ۶).



شکل ۶- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت فسفر اندام هوایی

Cont⁺ و Cont⁻ به ترتیب نشان دهنده شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می باشند.



شکل ۵- اثر تلقیح میکروبی بر غلظت پتاسیم اندام هوایی

Cont⁺ و Cont⁻ به ترتیب نشان دهنده شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می باشند.

تجزیه کانی‌های موجود در خاک در اثر کاهش pH محیط کشت (به دلیل تولید اسیدهای آلی نظیر اسید سیتریک، تارتاریک، استیک، گلیکولیک، سوکسینیک که از طریق تشکیل کمپلکس و تولید H⁺ تأثیر خود در آزادسازی عناصر غذایی را اعمال می‌نمایند. نوع اسید آلی، خواص شیمیایی، پیوند بین اتم‌های موجود در کانی و ساختمان بلوری از جمله عواملی هستند که در آزادسازی عناصر از کانی‌ها تحت تأثیر اسیدهای آلی مؤثرند) (Ullman و همکاران ۱۹۹۶)، تشکیل کمپلکس با کاتیون‌های سطحی کانی (به واسطه اسیدهای آلی و سیدروفور تولید شده)، تولید اگزو پلی‌ساکاریدها (Exo-polysaccharide) که به طور غیرمستقیم در آزادسازی عناصر نقش دارند، تولید CO₂ در حین فعالیت حیاتی میکروارگانیسم‌ها و نیز تولید آنزیم‌ها از سازوکارهای اصلی باکتری‌ها در رهاسازی عناصر محسوب می‌شوند (Baker و همکاران ۱۹۹۸). پلی‌ساکاریدها، اسیدهای آلی و سیدروفورها را به شدت جذب کرده و منجر به تشکیل غلظت بالایی از اسیدهای آلی و سیدروفورها در نزدیکی سطح کانی شده و با اکسید سیلیسیم موجود در سطح کانی کمپلکس ایجاد می‌نمایند، به این ترتیب عناصر از سطح کانی آزاد شده و وارد محیط محلول می‌شوند، از طرفی پلی‌ساکاریدهای موجود در محیط با جذب سیلیسیم باعث به هم خوردن تعادل سیلیسیم بین کانی و فاز محلول می‌شوند و از این طریق منجر به آزاد شدن عناصری نظیر پتاسیم و فسفر می‌گردند (Lian و همکاران ۲۰۰۷). همچنین پلی‌ساکاریدهای تولید شده توسط باکتری‌ها می‌توانند با کانی ترکیب شده و کمپلکس باکتریایی- کانی را تشکیل دهند و از این طریق منجر به تخریب کانی‌ها و آزادسازی عناصر گردند (Welch and Ullman, 1993). قارچ‌ها نیز از سه طریق می‌توانند انحلال کانی‌ها و رهاسازی عناصر را افزایش دهند: (۱) تولید اسید، اسیدهای آلی که در طول متابولیسم سلولی و یا در اثر تجزیه ضایعات متابولیکی ترشح می‌شوند pH محیط کشت را کاهش می‌دهند. اسیدیته بالا پیوندهای شیمیایی کانی را تضعیف کرده و منجر به رهاسازی عناصری نظیر پتاسیم می‌شود (Harley and Gilkes, 2000). (۲) تجزیه، ممکن است لیگاند‌های آلی مستقیماً در سطوح کانی‌ها قرار بگیرند و یا با قارچ کمپلکس تشکیل داده و باعث تخریب کانی شوند. این دو واکنش می‌تواند در ارتباط با تعدادی از ترکیبات آلی مانند اسیدهای استیک، فوماریک، گلیوکسیلیک و ایتاکنیک که بنا به گزارش‌ها با سوخت و ساز بدن قارچ‌ها در ارتباطند ادامه یابد (Lian و همکاران ۲۰۰۷). (۳) خرد نمودن مکانیکی ذرات (Jongmans و همکاران ۱۹۹۷). در این مکانیسم میسلیموم‌ها برای تأمین عناصر غذایی موردنیاز از طریق توسعه هیف وارد ساختار درونی کانی‌ها



می‌شوند. به این ترتیب نیروهای فیزیکی وارد شده کانی‌ها را خرد نموده و ضمن کاهش اندازه ذرات سطوحی تازه و با واکنش پذیری بالایی را ایجاد می‌نمایند.

مطالعات Chen و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که ترشحات ریشه‌های اسیده‌های آلی با وزن مولکولی کم هستند، که می‌توانند عناصر را فعال کنند و درجه فعالیت عناصر غذایی به شدت به مقدار و نوع اسید آلی اضافه شده و خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیکوشیمیایی خاک بستگی دارد. گیاهان با افزایش ترشحات ریشه به کمبود عناصر از جمله K (Krafczyk و همکاران ۱۹۸۴)، Zn (Jones and Darrah, 1994) و Cu (Nielsen, 1976)، Fe (Jones and Darrah, 1994) واکنش نشان می‌دهند، همینطور اسیده‌های آلی بطور مؤثری تحرک و حلالیت کاتیون‌های فلزی زیادی از جمله Al، Fe (Jones and Darrah, 1994) و Mn (Jauregui and Reisenauer, 1982) را افزایش می‌دهند. در شرایط کمبود عناصر غذایی در ترکیب ترشحات ریشه‌های گیاهان اسیده‌های سیتریک، مالیک و اگزالیک افزایش می‌یابد. اگزالات در ریزوسفر تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی به فراوانی یافت شده و با برخی از اجزای خاک از جمله اکسیده‌های فلزی و کانی‌های رس واکنش‌پذیری بالایی نشان داده است (Luo و همکاران ۲۰۰۶). لذا احتمال دارد افزایش غلظت عناصر از جمله پتاسیم محلول و تبادل و فسفر در خاک ناشی از مکانیسم‌های میکروارگانیسم‌های تلقیح یافته و نیز ترشح اسیده‌های آلی توسط ریشه گیاهان باشد.

نتیجه‌گیری

میکروارگانیسم‌های زنده (باکتری‌ها و قارچ‌های سودمند) از طریق مکانیسم‌های مختلف منجر به تثبیت نیتروژن، انحلال فسفات، رهاسازی پتاسیم، تأمین آهن و دیگر عناصر شده، با بهبود ساختمان خاک و خواص فیزیکوشیمیایی و بیولوژیک خاک از آبشویی و تلفات عناصر جلوگیری نموده و قابلیت دسترسی آن‌ها را افزایش می‌دهند. نتایج نشان داد که باکتری و قارچ مورد استفاده در این پژوهش باعث افزایش غلظت عناصر غذایی در خاک و در نتیجه موجب بهبود قابلیت استفاده آن‌ها در مقایسه با تیمارهای شاهد گردید. کشت گیاهان و ترشحات ریشه‌ای نیز تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر غذایی داشت. از این‌رو جداسازی و شناسایی گونه‌های کارا و استفاده صحیح و مناسب از آن‌ها می‌تواند ضمن افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی و کاهش مصرف بخش قابل توجهی از انواع کودهای شیمیایی، حفظ محیط‌زیست را نیز به دنبال داشته باشد.

منابع

- دردی‌پور، ا.، فرشادی‌راد، ا. و ارزانش، م. ۱۳۸۹. تأثیر *Azospirillum lipoferum* و *chrococoum Azotobacter* بر آزادسازی پتاسیم خاک در کشت گلدانی سویا (*Glycine max* var. Williams). بوم‌شناسی کشاورزی، ۲(۴)، ۵۵۹-۵۵۳.
- رسولی صدقیانی، م.ح.، دره‌قیدی، ب.، خادوردیلو، ح. و مرادی، ن. ۱۳۹۴. تأثیر اسیده‌های آلی بر جذب و تثبیت آهن در خاک‌های آهکی و اسیدی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۵، ۲۲۸-۲۱۵.
- Akande, M.O., Adediran, J.A., Oluwatoyinbo, F.I., Makinde E.A. and Adetunji, M.T. 2008. Suitability of poultry manure amended Sokoto rock phosphate on growth, nutrient uptake and yield of chilli pepper (*Capsicum fruitscens* L). Nigerian Journal of Soil Science, 18, 167-174.
- Argelis, D.T., Gonzala, D.A., Vizcaino, C. and Gartia, M.T. 1993. Biochemical mechanism of stone alteration carried out by filamentous fungi living in monuments. Biogeochemistry, 19, 129-147.
- Baker, W.W., Welch, S.C. and Banfield, F. 1998. Experimental observation of the effects of bacteria on aluminosilicate weathering. American Mineralogist, 83, 1551- 1563.
- Chen, Y.L., Guo, Y.Q., Han, S.J., Zou, C.J., Zhou, Y.M. and Cheng, G.L. 2002. Effect of root derived organic acids on the activation of nutrients in the rhizosphere soil. Journal of Forestry Research, 13, 115-118.
- Chen, Y.X., Lin, Q., Luo, Y.M., He, Y.F., Zhen, S.J., Yu, Y.L., Tian, G.M. and Wong, M.H. 2003. The role of citric acid on the phytoremediation of heavy metal contaminated soil. Chemosphere, 50, 807- 811.
- Collins, R.N., Merrington, G.M., Mclaughlin, J. and Morel, J.L. 2003. Organic ligand and pH effects on isotopically exchangeable cadmium in polluted soils. Soil Science Society of American Journal, 67, 112-121.
- Darzi, M., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and pphosphate biofertilizer application on flowing, biological yield and root colonization in fenel (*Feoniculum vulgare*). Iranian Journal of Crop Sciences, 10(1), 88-109.



- Harley, A.D. and Gilkes, R.J. 2000. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56, 11–36.
- Helmeke, P.A. and Sparks, D.L. 1996. *Methods of soil analysis, part 3: Chemical methods*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Hu, X., Chen, J. and Guo, J. 2006. Two phosphate- and potassium-solubilizing bacteria isolated from Tianmu Mountain, Zhejiang, China. *World journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(9), 983-990.
- Jauregui, M.A. and Reisenauer, H.M. 1982. Dissolution of oxides of manganese and iron by root exudate components. *Soil Science Society of American Journal*, 46, 314-317.
- Jones, D.L. and Darrah, P.R. 1994. Role of root derived organic acid in the mobilization of nutrient from the rhizosphere. *Plant Soil*, 166, 247-257.
- Krafczyk, I., Trollenier, G. and Beringer, H. 1984. Soluble root exudates of maize: influence of potassium supply and rhizosphere microorganisms. *Soil Biology and Biochemistry*, 16, 315-322.
- Lian, B., Fu, P.Q., Mo, D.M. and Liu, C.Q. 2002. A comprehensive review of the mechanism of potassium releasing by silicate bacteria. *Acta Mineralogica Sinica*, 22, 179–183.
- Lian, B., Wang, B., Pan, M., Liu, C. and Teng, H.H. 2007. Microbial release of potassium from K-bearing minerals by thermophilic fungus *Aspergillus fumigatus*. *Geochimical et Cosmochimica Acta*, 72, 87–98.
- Luo, L., Zhang, S., Shan, X.Q. and Zhu, Y.G. 2006. Oxalate and root exudates enhance the desorption of p,p - DDT from soils. *Chemosphere*, 63, 1273-1279.
- Meena, V.S., Maurya, B.R. and Bahadur, I. 2014. Potassium solubilization by bacterial strain in waste mica. *Bangladesh Journal of Botany*, 43(2), 235–237.
- Nelson, D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. pp. 539–579.
- Nielsen, N.E. 1976. The effect of plants on the copper concentration in the soil solution. *Plant Soil*, 45, 679-687.
- Omkar, S. 2012. Isolation and characterization of phosphate solubilising bacteria from rhizospheric soil samples. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 2(4), 28-29.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extracting with sodium bicarbonate. USDA Cric. 939. U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Samadi, A., Dovlati, B. and Barin, M. 2008. Effect of continuous cropping on potassium forms and potassium adsorption characteristics in calcareous soils of Iran. *Australian Journal of Soil Research*, 46, 265–272.
- Sheng, X.F. and Huang, W.Y. 2002. Study on the conditions of potassium release by strain NBT of silicate bacteria. *Science of Agriculture*, 35, 673–677.
- Sparks D.L., Huang P.M. 1985. Physical chemistry of soil potassium. In: Munson RD (ed.) *Potassium in agriculture*. American Society of Agronomy Journal, Madison, pp. 201–276.
- Syers J.K. 2003. Potassium in soils: current concepts. In: Johnston AE (ed.) *Proceedings of the IPI Golden Jubilee Congress 1952–2002 held at Basel Switzerland 8–10 Oct 2002. Feed the soil to feed the people. The role of potash in sustainable agriculture*. International Potash Institute, Basel. pp. 301–310.
- Tandon H.L.S. 1998. *Methods of Analysis of Soils, Plants, Waters and Fertilizers*. Fertilizers Development and Consultancy Organization, New Dehli.
- Ulman, W.J., Krichman, D.L. and Welch, W.A. 1996. Laboratory evidence by microbioally mediated silicate mineral dissolution in nature. *Chemical Geology*, 132, 11-17.
- Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.
- Welch, S.A. and Ullman, W.J. 1993. The effect of organic acids on plagioclase dissolution rates and stoichiometry. *Geochim Cosmochim Acta*, 57, 2725–2736.
- Zhang, A.M., Zhao, G.Y., Gao, T.G., Wang, W., Li, J., Zhang, S.F. and Zhu, B.C. 2013. Solubilization of insoluble potassium and phosphate by *Paenibacillus kribensis* CX-7: a soil microorganism with biological control potential. *African Journal of Microbiol Research*, 7, 41–47.
- Zord, C., Senbayram, M. and Peiter, E. 2014. Potassium in agriculture – status and perspective. *Journal of Plant Physiology*. 171, 656–659.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of silicate solubilizing microorganisms on non-exchangeable potassium dissolution and availability of soil nutrients

Ashrafi-Saeidlou^{*1}, S., Samadi², A., Rasouli-Sadaghiani², M.H., Sepehr³, E., Barin⁴, M.

¹ PHD Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

² Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

³ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

⁴ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

Abstract

Microorganisms play a key role in the nutrients natural cycle. The present study was done to investigate the ability of silicate solubilizing microorganisms in the potassium dissolution and release from different minerals and alteration of soil native potassium forms. The experiment carried out as factorial based on a completely randomized design in three replications in greenhouse conditions. The first factor involves microbial inoculation (bacteria, fungus, Cont⁺ and Cont⁻) and the second factor was the type of plant including maize and rapeseed. The results showed that the microbial inoculation and plant presence had a significant impact on all measured parameters ($p < 0.001$). The bacteria had the most influence on soil soluble potassium and phosphorus content, so that in the case of bacterial inoculation, K and P concentrations increased 1.39 and 1.51 times compared to fungal treatment. Under maize and rapeseed cultivation, exchangeable potassium concentration increased 39.49% and 49.03% in the presence of bacteria and 28.98% and 37.08% in the presence of fungi, respectively. Generally, it can be concluded that the inoculation of effective microbial strains leads to an increase in soil nutrients availability. Therefore, identification of microbial strains with the ability of nutrients dissolution and using their ability can prevent the risks of environmental pollution caused by excessive consumption of chemical fertilizers by supplying sufficient amounts of nutrients, preventing nutrients leaching, and improving the soil physical, chemical and biological quality.

Keywords: microbial inoculation, macronutrients, K-bearing minerals, maize

* Corresponding author, Email: sanazashrafi92@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن، آهن و مس بر عملکرد چغندر قند

حمیدرضا ذبیحی^{۱*}، محمد حسین رحیمیان^۲، سعید جواهری^۳

^۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی-مشهد

^۲ مربی بخش تحقیقات خاک و آب-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی-مشهد

^۳ کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی-مشهد

چکیده

آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی کارخانه قند تربت جام اجرا گردید. تیمارها شامل عامل اول اوره در ۵ سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عامل دوم محلول پاشی سولفات آهن شامل سه غلظت (۰، ۰/۳ و ۰/۶ در صد) و عامل سوم سولفات مس شامل سه غلظت (۰، ۰/۳ و ۰/۶ در صد) در دو مرحله هنگام تنک و یک ماه بعد بودند. نتایج نشان داد که عملکرد ریشه تحت تاثیر سطوح مختلف کود اوره، در سطح یک درصد معنی دار شدو بیشترین عملکرد از تیمار ۴۰۰ کیلوگرم کود اوره به میزان ۶۱/۳۷۰ تن در هکتار و کمترین عملکرد ریشه از تیمار شاهد (بدون کود اوره) ۳۲/۳۷۰ تن در هکتار بدست آمد. عملکرد ریشه تحت تاثیر محلول پاشی با سولفات آهن در سطح یک درصد معنی دار شدو بیشترین عملکرد ریشه از غلظت ۰/۶ در صد به میزان ۵۲/۴۲۰ تن در هکتار بدست آمد. اثر ساده محلول پاشی سولفات مس بر عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد معنی داری بود. محلول پاشی سولفات مس با غلظت ۰/۶ در صد بیشترین عملکرد ریشه (۵۰/۴۸ تن در هکتار) و تیمار بدون محلول پاشی با ۴۷/۹۵۶ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص داد. اثر متقابل محلول پاشی سولفات مس در سولفات آهن بر عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد معنی دار شد بطوری که بیشترین عملکرد ریشه به میزان ۵۵/۲۵۰ تن در هکتار از تیمار محلول پاشی سولفات مس در سولفات آهن با غلظت ۰/۶ در صد بدست آمد.

کلمات کلیدی: عناصر کم مصرف، صفات کمی و کیفی، کود

مقدمه

در زراعت چغندر قند به جزء مواردی که هدف از کشت این گیاه تولید بذر است، میزان قند استحصالی در واحد سطح به عنوان عملکرد نهایی منظور می شود. از عوامل موثر بر کیفیت چغندر قند نوع خاک، کودهای مصرفی، بذر و محل کشت هستند (۶). اگر مصرف کودها مطابق با توصیه های کودی باشد، مشکلات اندکی برای کارخانه داران ایجاد خواهد شد. مصرف بیش از حد نیتروژن نه تنها مقدار اکثر مواد غیر قندی مخصوصا ازت آلفا آمینوز را افزایش داده و موجب کاهش میزان قند قابل کریستاله شدن و قلیائیت می شود، بلکه اثرات سوپی بر درصد قند و مارک، قند اینورت، نمکهای آهک و رنگها، قند رافینوز و استحکام فیزیکی بافت ریشه دارد (۷). هریک از عناصر کم مصرف نقش خاصی را در گیاه ایفاد می کنند و وجود این عناصر در حد کفایت برای کامل کردن چرخه رشد گیاه لازم است. نقش این عناصر از واکنشهای بسیار ساده تا خیلی پیچیده گسترده شده است (۴). پیرزاده و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که محلولپاشی آهن باعث افزایش عملکرد قند و کاهش نیتروژن مضر ریشه چغندر قند شد. در تحقیق دیگری رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) اعلام نمودند که جهت نیل به کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندر قند کاربرد اسید هیومیک همراه با عناصر کم مصرف ضروری است. این پژوهش با هدف بررسی اثر محلولپاشی آهن و مس و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد چغندر انجام شد.

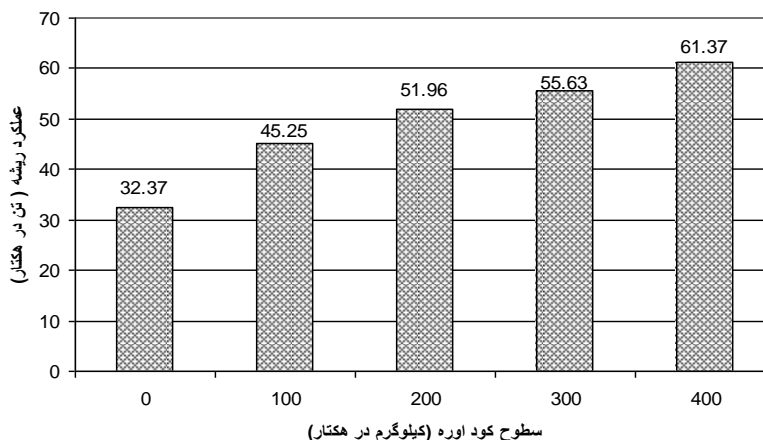
* ایمیل نویسنده مسئول: zabihi_hamidreza@yahoo.com

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر نیتروژن، آهن و مس بر خصوصیات کمی، کیفی چغندر قند، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در اراضی کشاورزی کارخانه قند تربت جام در خاکی با بافت خاک سیلتی لوم اجرا گردید. عامل اول شامل کود اوره در ۵ سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، عامل دوم محلول پاشی باکود سولفات آهن و سولفات مس و عامل سوم شامل سه غلظت (۰، ۳ و ۶ در هزار) در دو مرحله هنگام تنک و یک ماه بعد بودند. هر کرت شامل ۴ ردیف بطول ۸ متر، فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتیمتر بود. در پایان فصل زراعی برداشت از ۲ ردیف وسط هر کرت با حذف نیم متر از طرفین انجام و تعداد و وزن ریشه چغندر قند در هر کرت آزمایشی اندازه گیری شد. کلیه داده‌های طرح پس از پردازش اولیه در نرم‌افزار Excel، توسط نرم‌افزار Mastat-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

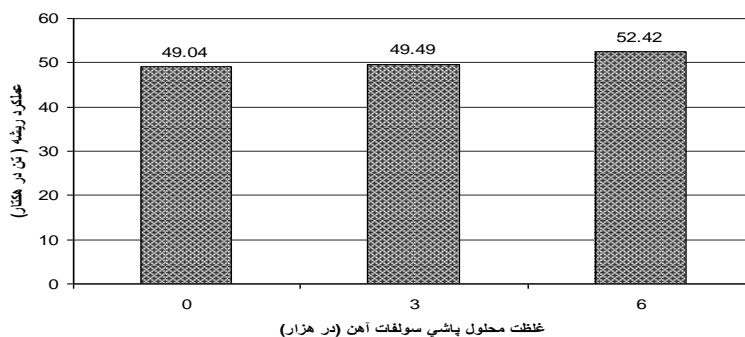
نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل آماری طرح نشان داد که عملکرد ریشه تحت تاثیر سطوح مختلف کود اوره قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی دار شد. بطوری که بیشترین عملکرد از تیمار ۴۰۰ کیلوگرم کود اوره به میزان ۶۱/۳۷۰ تن در هکتار و کمترین عملکرد ریشه از تیمار شاهد (بدون کود اوره) ۳۲/۳۷۰ تن در هکتار بود و تمام سطوح کودی اختلاف معنی داری داشتند (شکل ۱).



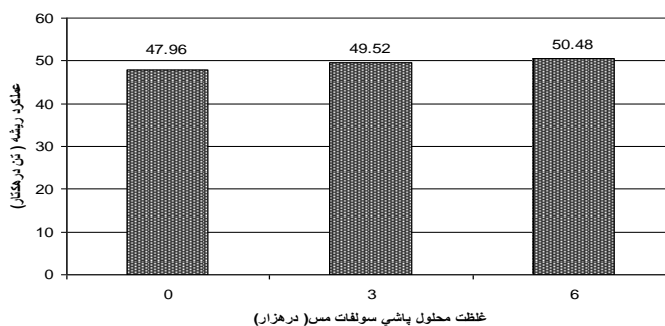
شکل ۱- تاثیر مقادیر مختلف کود اوره بر عملکرد ریشه

عملکرد ریشه تحت تاثیر محلول پاشی با سولفات آهن قرار گرفت و در سطح ۱ درصد معنی دار شد. بیشترین عملکرد ریشه از غلظت ۶ در هزار به میزان ۵۲/۴۲۰ تن در هکتار بدست آمد که با سطوح صفر و غلظت ۳ در هزار محلول پاشی اختلاف معنی داری داشت (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر غلظت های مختلف محلول پاشی سولفات آهن بر عملکرد ریشه

اثر ساده محلول پاشی سولفات مس بر عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد معنی داری بود. محلول پاشی سولفات مس با غلظت ۶ در هزار بیشترین عملکرد ریشه (۵۰/۴۸ تن در هکتار) و تیمار بدون محلول پاشی با ۴۷/۹۵۶ تن در هکتار کمترین عملکرد ریشه را به خود اختصاص داد. اختلاف بین دو تیمار مذکور معنی دار بود، ولی اختلاف آنها با تیمار محلول پاشی با غلظت ۳ در هزار معنی



شکل ۳- تاثیر غلظت های مختلف محلول پاشی سولفات مس بر عملکرد ریشه

اثر متقابل محلول پاشی سولفات مس در سولفات آهن بر عملکرد ریشه در سطح ۵ درصد معنی دار شد بطوری که بیشترین عملکرد ریشه به میزان ۵۵/۲۵۰ تن در هکتار از تیمار محلول پاشی سولفات مس در سولفات آهن با غلظت ۶ در هزار بدست آمد. اثر متقابل کود اوره در محلول پاشی



سولفات آهن تاثیر قابل توجهی بر عملکرد ریشه داشت و از نظر آماری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار گردید. بیشترین عملکرد ریشه به میزان ۶۶/۴ تن در هکتار از تیمار مصرف کود اوره (۴۰۰ کیلو گرم در هکتار) با محلول پاشی سولفات آهن (۶ در هزار) بدست آمد. اثر متقابل دو عامل (کود اوره در محلول پاشی سولفات مس) و اثر متقابل سه عاملی (کود اوره در محلول پاشی سولفات مس و در محلول پاشی سولفات آهن) بر عملکرد ریشه معنی دار نبود.

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که با افزایش مصرف کود اوره عملکرد ریشه چغندر قند بطور قابل ملاحظه ای افزایش یافته ولی بر اکثر خصوصیات کیفی آن اثر منفی گذاشته است و بخصوص اگر کود اوره بیشتر از ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردد. لذا بهتر است در مدیریت مصرف کود از ته دقت بیشتری در مزارع زیر کشت چغندر قند لحاظ کرد. محلولپاشی سولفات آهن و مس در سطح غلظت ۶ در هزار باعث بهبود عملکرد چغندر قند شد لذا انجام این محلولپاشی جهت افزایش عملکرد چغندر قند توصیه می شود.

منابع

- ۱- پیرزاد، ع.، مظلومی، م.، و زردشتی، م. ۱۳۹۲. تاثیر محلولپاشی نانو آهن بر عناصر معدنی و نیتروژن مضر ریشه و ارتباط آن با عملکرد قند چغندر قند. پژوهش در گیاهان زراعی. دوره ۱ شماره ۱ ص ۵۴-۶۳.
- ۲- رحیمی، ا.، دولتی، ب.، و حیدرزاده، س. ۱۳۹۷. بررسی تاثیر همزمان کاربرد عناصر کم مصرف و اسید هیومیک بر برخی ویژگی های کمی و کیفی چغندر قند رقم یونیورس. مهندسی زراعی. جلد ۴ شماره ۴.
- ۳- کامران، ا. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر مقادیر مختلف کود ازته و تقسیط آن بر کمیت و کیفیت چغندر قند. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. تهران.
- ۴- منصوری باغبادورانی، ب. ۱۳۸۲. بررسی اثرات سیلو بر روی صفات کمی و کیفی دو رقم تجارتي چغندر قند. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند. گزارش نهایی
- ۵- ملکوتی، م. ج و بلالی، م. ر. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود راهی برای پایداری در تولیدات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. به سفارش موسسه تحقیقات خاک و آب. ص ۵۶۱.

6-Augustinussen, E. and Smed , E. 1982. Influence of nitrogen fertilization on juice quality of sugar beet and loss of sugar during storage. Tidsskrift for Planteavl. 86(2):97-102.

7- Akeson, W.R., Westfall, D.G., Henson ,M.A., and Stout, E.L. 1978. Influence of nitrogen fertility level and topping method on yield and storage losses in sugar beet technology.

8- Alloway,B. J., and Tills, A. R. 1984. Copper deficiency in world crop. Outlook. Agric. 13. 32. 42.

9- Beel, C., Milofrad, F.J. ,and Leight ,R.A. 1993. The effect of crop nutrition on sugar beet quality. Aspect of Applied Biology.32:19-26.

10- Chen, Y. and Brak, P. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils. Adv. Agron. 35: 217-240.

11- Khovanskaya, K.N. 1962.fertilizers against rot of sugar beet (in Russian). Sakharnaya Svekla, 1, 35.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



12-Loilier, M. 1981.Improvement of the quality of sugar beet.Sucreier-Francaise.122,(49),131-

13-Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher plant. 2 nd ed. Academic press.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Investigation the effects of different rates of N,Fe and Cu on sugare beet yield

Zabihi^{*1}, H. R., Rahimian², M.H., Javaheri, S.³

¹ Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resource Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Mashhad,Iran.

² Researcher., Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resource Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Mashhad,Iran.

³ Researcher., Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resource Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization(AREEO), Mashhad,Iran

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of different rates of nitrogen and spraying of micronutrients on yield of sugar beet. A factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted I the farm lands of Torbat DJam sugar plant in a silty loam soil. Treatments were : urea at 5 level(0(control),100,200,300 ,400 kg ha⁻¹) and spraying iron sulfate at 3levels(0,0.3,0.6 %) and spraying copper sulfate at 3levels(0,0.3,0.6 %) at two stages. Results showed that root yield was affected by urea fertilizer significantly and the greatest yield(61/370 tonha⁻¹) was obtained from 400 kg ha⁻¹ urea and the least yield was obtained from control(32/370kg ha⁻¹). Root yield was affected by iron sulfate spraying and the greatest yield(52/420 tonha⁻¹) was obtained from spraying at 0.6% concentration . Root yield was affected by copper sulfate spraying and the greatest yield(50/480 tonha⁻¹) was obtained from spraying at 0.6% concentration while the least yield(47/956 tonha⁻¹) was obtained from no spraying treatment. Interaction effect of spraying with Iron sulfate and copper sulfate was significant and the greatest yield(52/250 tonha⁻¹) was obtained from spraying at 0.6% concentration of both of them.

Keywords: Micronutrients, Quantity and quality characteristics, Fertilizer

* Corresponding author, Email: zabihi_hamidreza@yahoo.com



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019





بررسی اثر شوری بر مقدار برخی عناصر غذایی و درصد ماده خشک گیاه فلفل دلمه‌ای

فاطمه افضل‌ی نژاد^{۱*}، محمد علی حکیم زاده اردکانی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

^۲ دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد

چکیده

شوری خاک در مناطق خشک، عامل محدود کننده تولیدات کشاورزی است. گیاه فلفل دلمه‌ای یکی از محصولات مورد نیاز کشور است. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر شوری بر مقدار عناصر غذایی و درصد ماده خشک گیاه فلفل دلمه‌ای تحت شرایط گلخانه‌ای در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد در سال ۹۷ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با چهار تکرار در چهار سطح شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) در یک خاک لومی- شنی انجام گرفت. نتایج نشان داد که شوری در سطح ۱ درصد بر ماده خشک معنی‌دار است و اثر اعمال شوری تا شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش درصد ماده خشک گیاه شد و در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌دار درصد ماده خشک را به همراه داشت. تیمار شوری در سطح ۰/۱ درصد بر غلظت عنصر سدیم معنی‌دار بود که در سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر افزایش معنی‌داری با دیگر سطوح مشاهده شد. تاثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت پتاسیم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود که در سطوح ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر غلظت پتاسیم به طور معنی‌داری نسبت به سطوح شاهد و ۴ دسی‌زیمنس کاهش پیدا کرد. همچنین تاثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت آهن و روی در سطح یک درصد معنی‌دار شد و اختلاف معنی‌داری بین سطوح شوری مشاهده شد. شوری باعث افزایش غلظت سدیم در اندام‌های هوایی و افزون بر آن شوری بیشتر باعث کاهش غلظت پتاسیم، آهن و روی شده است.

کلمات کلیدی: عناصر غذایی، تنش شوری، فلفل دلمه‌ای

مقدمه

تنش شوری به عنوان یک عامل اصلی محدود کننده طبیعی رشد و فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد نبود آب با کیفیت مناسب در تولید محصولات گلخانه‌ای نیز می‌تواند محدود کننده باشد. در بسیاری از مناطق، کشت‌های گلخانه‌ای و عدم دسترسی به آب با کیفیت مناسب موجب شده که تولیدکنندگان به استفاده از آب‌های نسبتاً شور زیرزمینی اقدام کنند که سبب کاهش شدیدتر رشد و عملکرد محصولات می‌شود (Lycoskoufis و همکاران، ۲۰۰۵). از طرفی می‌توان با استفاده از کودها یا عناصر غذایی به گیاهان موجب رشد و افزایش عملکرد گیاهان شد. بررسی اثر نسبت‌های متفاوت ورمی کمپوست بر روی میزان جذب عناصر آهن، روی و منگنز در اندام هوایی گیاه خیار گلخانه‌ای نشان داد که تیمارهای کودی با نسبت‌های بالاتر از ۴۲ تن در هکتار باعث افزایش معنی‌داری در سطح یک درصد میزان غلظت آهن و روی در گیاه خیار شده که ناشی از حلالیت بیشتر آهن و روی بعد از کاربرد ورمی کمپوست در خاک قلیایی موردآزمایش بود (حکیم زاده و همکاران، ۱۳۹۶). گیاه فلفل یکی از مهمترین گیاهان خانواده سیب‌زمینی سانان در جهان است و با هدایت الکتریکی بحرانی ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در گروه گیاهان حساس به شوری قرار دارد (Azuma و همکاران، ۲۰۱۰). شوری موجب کاهش رشد و عملکرد، کاهش ثبات غشای سلولی و فعالیت کانال‌های آب در غشا، هدایت روزنه‌ای فتوسنتز و تعادل یونی محتوای نسبی آب برگ و همچنین مقدار کلروفیل در گیاه می‌شود (Aktas و همکاران، ۲۰۰۶). آزمایشی روی ارقام مختلف فلفل در شوری بالا (۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم) انجام شد و نشان داد که تنش شوری مقدار سدیم را افزایش و پتاسیم، کلسیم و وزن خشک تولیدی را کاهش داد. همچنین کاهش مقدار سدیم و افزایش نسبت پتاسیم به سدیم و کلسیم به سدیم در شاخساره گیاه فلفل با تحمل به شوری در ارقام انتخابی همبستگی داشت و پیشنهاد شد که این شاخص‌ها می‌توانند معیاری برای تفکیک ارقام مختلف فلفل در تحمل به شوری باشند ولی آسیب‌های برگ (رنگ پریدگی و خشکیدگی) معیار خیلی مناسبی برای گزینش در ارقام فلفل نیست (Aktas و همکاران، ۲۰۰۶). شوری سبب کاهش شاخص‌های رشدی در گیاه فلفل شد و ارقام مختلف از نظر شاخص تحمل به شوری اختلاف داشتند. به طور کلی گیاه فلفل در مرحله رشد رویشی به تنش شوری حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر است و مرحله گیاهچه‌ای حساس‌ترین مرحله به شوری است مقایسه پاسخ ارقام مختلف یک گونه گیاهی به تنش شوری ابزار مفیدی برای پی بردن بهتر و کارهای دخیل در تحمل به شوری است همچنین با غربال‌سازی ارقام متحمل‌تر به شوری در کشت می‌توان



تاثیرات تنش را کاهش و مقدار تولید را افزایش دهد (Kaouther و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین هدف از انجام این پژوهش مقایسه عملکرد فلفل دلمه‌ای از نظر تحمل به شوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین اثرات شوری در گیاه فلفل دلمه‌ای در سال ۱۳۹۷ در محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. تیمارهای شوری در چهار سطح (صفر، ۴، ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بر روی گیاه فلفل دلمه‌ای اعمال شد. تعداد ۱۶ عدد گلدان که دارای زهکش انتهایی بودند، تهیه گردید. در کف گلدان‌ها تعدادی سنگ درشت قرار داده شد بعد گلدان‌ها را با خاکی که از الک ۲ میلیمتری عبور داده شده، پر شدند و تعدادی بذر فلفل دلمه‌ای کاشته شد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. برای تهیه آب آبیاری با شوری‌های مختلف از کلرید سدیم استفاده شد. بذرهای فلفل دلمه‌ای داخل گلدان‌ها کاشته شد، بعد از اینکه گیاهچه به مرحله ۴ برگی رسید تیمارهای شوری به مدت ۴۰ روز روی آنها اعمال شد. در پایان ۴۰ روز گیاهچه از گلدان‌ها برداشت شد و شاخص‌های وزن تر اندام هوایی، اندازه‌گیری شد سپس نمونه‌ها در پاکت‌های جداگانه برای خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از آن وزن خشک اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد، سپس درصد ماده خشک گیاه از تقسیم وزن خشک به وزن تر محاسبه شد. بعد از آسیاب کردن نمونه‌ها و تهیه عصاره با غلظت‌های مشخص مقدار سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر و عناصر آهن و روی با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک مورد آزمون در جدول (۱) ارائه گردیده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	روی	آهن	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	نیتروژن	کربنات کلسیم معادل	ماده آلی
(پی پی ام)	(پی پی ام)	(پی پی ام)	(پی پی ام)	(پی پی ام)	(در صد)	(در صد)	(در صد)
لومی شنی	۱/۶۹	۳/۵۶	۲۹/۵۹	۱۵۸	۰/۱۰۶	۳۹/۵	۰/۸۴۴

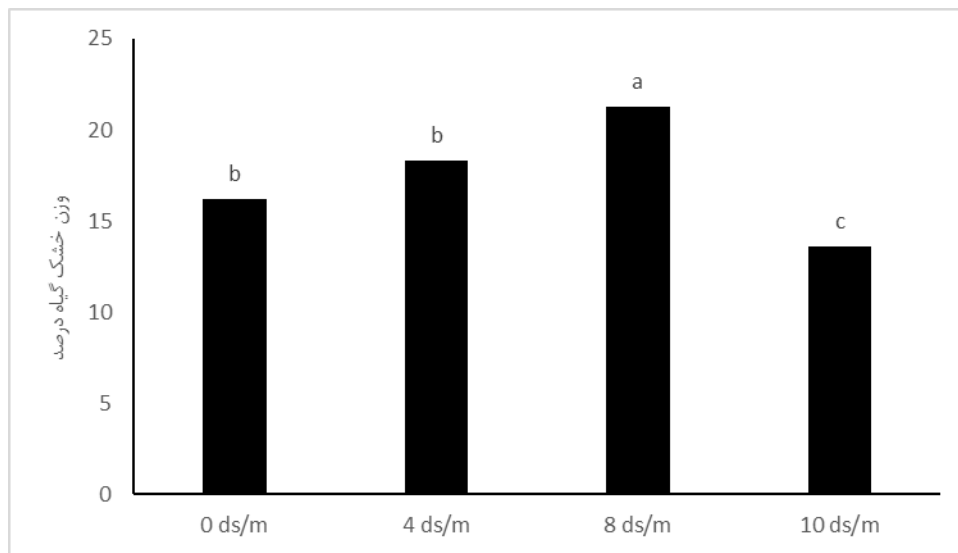
نتایج بدست آمده از میانگین مربعات (جدول ۲) نشان می‌دهد که شوری بر درصد ماده خشک گیاه اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشته است. با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین‌ها درصد ماده خشک در فلفل دلمه‌ای در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر افزایش معنی‌داری داشته است، اما در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش وزن خشک گیاه به طور معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۱). نتایج بدست آمده از آنالیز میانگین مربعات (جدول ۲) نشان داد که شوری اثر معنی‌داری در سطح ۰/۱ درصد بر جذب سدیم گیاه فلفل دلمه‌ای داشته است و تنش شوری جذب سدیم را به میزان زیادی افزایش داده است. اختلاف معنی‌داری در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر با دیگر سطوح شوری مشاهده شد (شکل ۲). همان طور که جدول ۲ نشان می‌دهد اثر شوری در گیاه فلفل دلمه‌ای بر جذب پتاسیم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود با افزایش سطح شوری غلظت پتاسیم گیاه کاهش پیدا کرد که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح شاهد و ۴ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در غلظت پتاسیم مشاهده نشد اما با سطوح ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌دار بود (شکل ۳). با افزایش سدیم جذب پتاسیم کاهش یافته است و با افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه، تحت تنش شوری و با به هم خوردن تعادل مقدار جذب پتاسیم کاهش یافت (Grieve و همکاران، ۱۹۹۹).

نتایج بدست آمده از آنالیز میانگین مربعات (جدول ۲) نشان داد که شوری اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر جذب آهن در گیاه فلفل دلمه‌ای داشته است و همانطور که شکل ۴ نشان می‌دهد با افزایش شوری غلظت آهن در گیاه کاهش یافته به طوری که در تمام سطوح با هم اختلاف معنی‌داری دارند چون فلز آهن یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان محسوب می‌شود. نتایج بدست آمده از آنالیز میانگین مربعات (جدول ۲) نشان داد که شوری اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر جذب روی گیاه فلفل دلمه‌ای داشته است و همانطور که شکل ۵ نشان می‌دهد با افزایش شوری غلظت روی در گیاه تا تیمار شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر افزایش معنی‌دار داشته است ولی در شوری‌های زیادتر ۸ و ۱۰ کاهش جذب روی به طور معنی‌داری مشاهده شد.

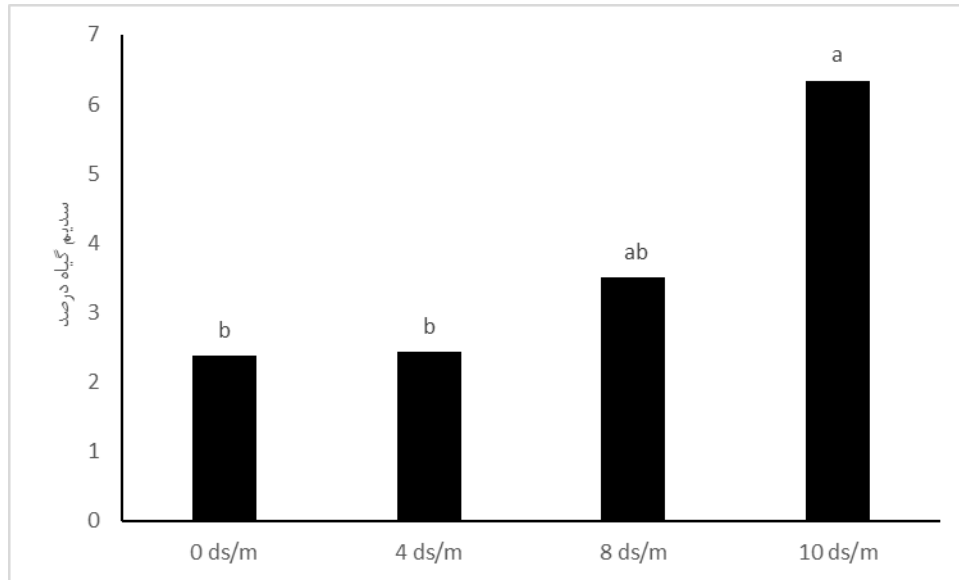
جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثرات شوری بر گیاه فلفل دلمه ای

میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک گیاه	سدیم	پتاسیم	آهن	روی
شوری	۳	۱۲۷**	۴۱/۳***	۷/۳*	۲۲۷۹۸**	۲۲۶۸**
خطای آزمایش	۱۲	۱۰/۵	۷/۹	۰/۴۶۱	۱۲۲۶	۴۳/۳

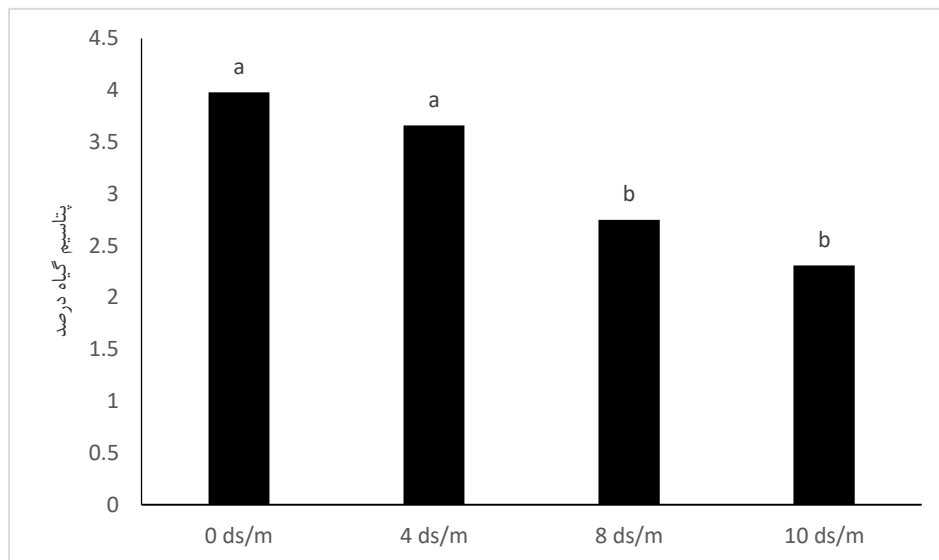
*، ** و *** به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد، ۰/۱ درصد.



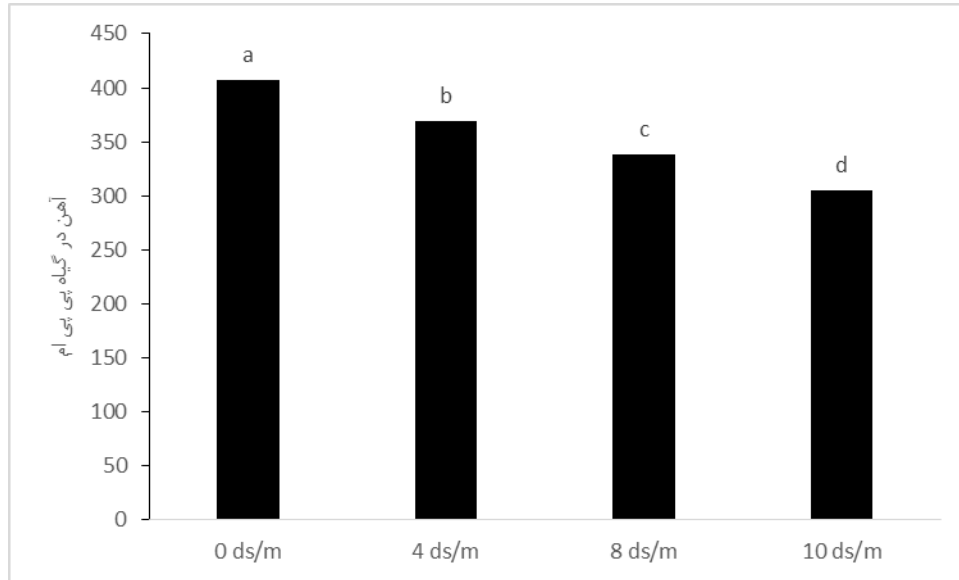
شکل ۱- اثر شوری بر درصد وزن خشک گیاه



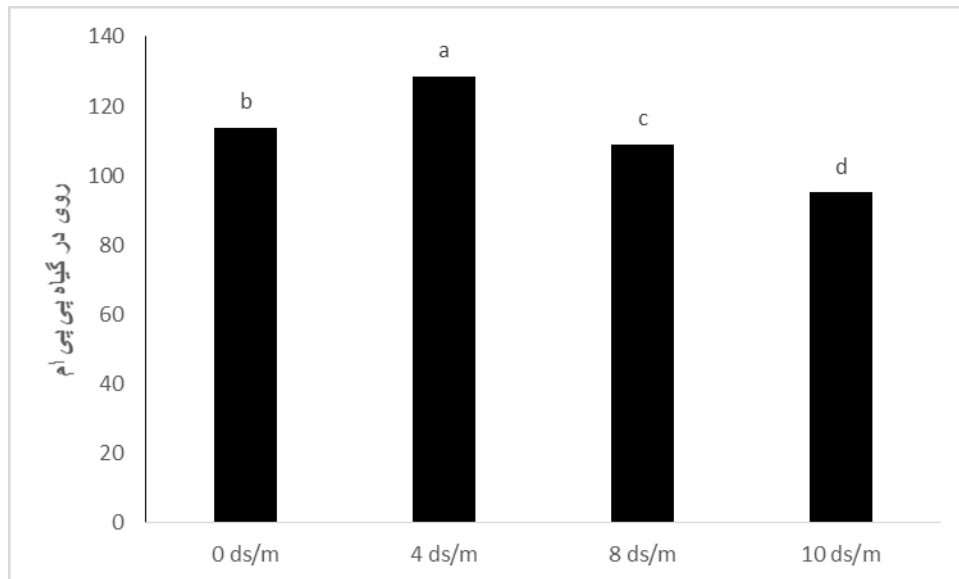
شکل ۲- اثر شوری بر میزان درصد سدیم گیاه



شکل ۳- اثر شوری بر میزان درصد پتاسیم گیاه



شکل ۴- اثر شوری بر جذب آهن در گیاه



شکل ۵- اثر شوری بر جذب روی در گیاه



نتیجه گیری

در آزمایش اثر شوری با افزایش شوری در سطح شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر ماده خشک کاهش یافت که نشان میدهد گیاه فلفل دلمه ای در این شوری کاهش عملکرد و کاهش رشد را داشته است. همچنین شوری تا سطح ۱۰ دسی زیمنس بر متر بر روی جذب عناصر غذایی مثل پتاسیم و روی و آهن اثر داشت و باعث کاهش جذب عناصر غذایی می شود.

منابع

- حکیمزاده، م.ع.، رئیسی، ل.، رضوی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر نسبتهای مختلف ورمی کمپوست بر روی میزان جذب عناصر آهن، روی و منگنز در گیاه خیار (*cucumis sativa*)، پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، ۶ تا ۸ شهریور، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Aktas, H., Abak, K., and Cakmak, I. 2006. Genetic variation in the response of pepper to salinity *Scientia horticulturae*, 110, 260-266.
 - Azuma, R., Ito, N., Nakayama, N., Suwa, R., Nguyen, N.T., Mayoral, J. A. L., Esaka, M., Fujiyamac, H. and Sane, H. 2010. Fruits are more sensitive to salinity than leaves and stems in pepper plants (*Capsicum annuum L.*). *Scientia Horticulturae*, 125, 171-178.
 - Grieve, C. M., Shannon, M. C. and Dierig, D. A. 1999. Salinity effects on growth, shoot-ionrelations, and seed production of *Lesquerell fendleria*., Reprinted from: *Perspectives on NewCrops and New Uses*, J. Janick (Ed.), ASHSPress, Alexandria, VA
 - Kaouter, Z., Nina, H., Rezwan, A., & Cherif, H. 2013. Evaluation of Salt Tolerance (NaCl) in Tunisian Chili Pepper (*Capsicum frutescens L.*) on Growth, Mineral Analysis and Solutes Synthesis. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 9(1), 209-228.
 - Lycoskoufis, IH., Savvas ,D., and Mavrogianopoulos, G. 2005. Growth, gas exchange and nutrient status in pepper (*Capsicum annuum L.*), grown in recirculating nutrient solution as affected by salinity imposed to half of the root system, *Scientia Horticulturae*, 106, 147-161



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Effect of salinity on the nutrients and percentage of dry matter of Sweet pepper

afzalinejad^{*1}, F., Hakimzadeh Ardakani, M.A²

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural resources University of yazd, Iran

²Associate Prof., Soil Science Department, Natural Recourses and desert studies, Yazd University, Iran

Abstract

Soil salinity in arid areas is a limiting factor for agricultural production. The sweet pepper plant is one of the products needed by the country. The aim of this study was to investigate the effect of salinity on the amount of nutrients and percentage of dry matter of sweet peppers under greenhouse conditions at Yazd University of Medical Sciences in 2018. Experiment was conducted in a completely randomized block design with four replications in four levels of salinity (0, 4, 8, 10 dS / m) in a sandy-loam soil. The results showed that salinity was significant at 1% level on dry matter and the effect of salinity up to salinity of 8 dS / m increased the dry matter content of the plant and in 10 dS/ m salinity, Salinity treatment at the level of 0.1% was significant on the concentration of sodium element, which was observed at 10 dS/m increase with other levels Effect of Different Levels of Salinity on Potassium Concentration was significant at 5% level. At 8 and 10 dS/m, potassium concentration significantly decreased compared to control and 4 dS/m. Also, the effect of different levels of salinity on concentration Iron and zinc were significant at 1% level, and a significant difference was observed between salinity Iron and zinc concentrations were significant at 1% level, and a significant difference was observed between salinity levels. Salinity increases the concentration of sodium in the air and, in addition, it further decreases the concentration of potassium, iron and zinc.

Keywords: Food elements, Salt stress, Sweet pepper

* Corresponding author, Email: fatemeh.afzalinejad@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

محلول‌پاشی کلات‌های مختلف آهن و تاثیر آن بر آهن کل برگ و میوه سیب رقم رد دلشیز

علی لطف‌الهی مرکید^۱، آرش همتی^{۲*}، سید محمد ضیایی^۳^۱ کارشناس آزمایشگاه گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ فارغ‌التحصیل دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ کارشناس تولید شرکت جهان سبز ایساتیس

چکیده

با توجه به اهمیت آهن در خاک‌های آهکی و وجود انواع کلات‌های مختلف آهن در بازار، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی کلات‌های مختلف آهن بر آهن برگ و میوه سیب انجام شد. برای این منظور ۵ کلات مرسوم آهن (EDTA، اسید فولویک، اسید هیومیک، لیگنوسولفانات و آمینواسید گلايسين) به منظور محلول‌پاشی تهیه و به صورت محلول‌پاشی استفاده گردید و در پایان مقدار آهن برگ و میوه سیب توسط دستگاه جذب اتمی قرائت و گزارش شد. نتایج نشان داد در مقدار آهن برگ، کلات EDTA بیشترین مقدار و تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت. لیگنوسولفانات، اسید فولویک و اسید هیومیک به ترتیب بعد از EDTA و گلايسين بیشترین آهن برگ را داشتند. در آهن میوه تیمارهای EDTA و گلايسين بیشترین و شاهد کمترین مقدار را داشتند. با توجه به خصوصیات مفید آمینواسید گلايسين نسبت به EDTA، و همچنین نبود اختلاف معنی‌دار بین این کلات‌ها، در صورت صرفه اقتصادی توصیه به جایگزین شدن گلايسين می‌باشد.

کلمات کلیدی: آهن، کلات، گلايسين، سیب

مقدمه

سیب گیاهی است متعلق به خانواده رزاسه^۱، زیرخانواده مالوئیده و در بسیاری موارد به زیر خانواده پوموئیده یا میوه‌های پوم طبقه‌بندی می‌شود. سیب از مهم‌ترین میوه‌های درختی مناطق معتدله جهان محسوب می‌شود که ارتفاع و گسترش تاج درختان تابعی از گونه و رقم است. واویلوف^۲ دانشمند روسی مرکز تنوع سیب را منطقه آسیای مرکزی می‌داند و تعداد گونه‌های وحشی درختان سیب که در اکثر نقاط دنیا پراکنده هستند را بیش از ۲۰ گونه ذکر می‌کند که مهم‌ترین آن‌ها را *M. pumila*، *M. sylvestris*، *M. baccata*، *M. floibunda* بیان کرده است (منیع، ۱۳۸۰). از سیب به عنوان یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله بصورت تازه و فرآوری شده، بزرگ‌ترین تجارت جهانی را در بین محصولات باغبانی را به خود اختصاص داده است. چین، آمریکا، فرانسه و ایتالیا از عمده کشورهای تولیدکننده و صادرکننده این محصول به شمار می‌روند (Fao, 2011). رنگ و اندازه خصوصیات ظاهری میوه، عطر و طعم، سفتی بافت میوه می‌توانند بر کیفیت خوراکی و احساسی که به هنگام خوردن میوه در دهان به وجود می‌آید، تاثیرگذار باشند. از مهم‌ترین عواملی که بر صفات یاد شده تاثیر می‌گذارند می‌توان به عوامل ژنتیکی، محیطی و مدیریتی اشاره کرد (واچ و فرگوسن، ۲۰۰۵). کشاورزی همواره رکن اساسی تغذیه در بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌باشد که علاوه بر تغذیه مردم به یکی از اجزای مهم اقتصادی تبدیل شده است. تامین مواد غذایی جمعیت در حال افزایش نیازمند تکنولوژی جدید برای افزایش عملکرد در کوتاه مدت می‌باشد. علت اصلی مصرف کودهای مغذی در بخش کشاورزی کمبود عناصر ماکرو و میکرو در خاک به ویژه در خاک‌های آهکی می‌باشد بطوری که ۴۰-۳۵ درصد افزایش بهره‌وری محصول وابسته به مصرف کودهاست (نادری و دانش شهرکی، ۲۰۱۱). در بین تمامی عناصر کم مصرف، آهن بیشتر از سایر عناصر مورد نیاز گیاه است. با توجه به نیاز بیشتر گیاه به آن در مقایسه با سایر عناصر کم مصرف، برخی آهن را جزء عناصر پر مصرف طبقه‌بندی می‌کنند. اهمیت نیز به دلیل دو وظیفه حیاتی آهن است. آهن بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاء است و نقش مهمی در سنتز و کلروفیل و سنتز پروتئین‌های گروه "هم" دارد (بروسکی و میچالک، ۲۰۱۱). نتایج بررسی‌های زیادی حاکی از آن است که کمبود عناصر کم مصرف، از جمله آهن، در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک، باعث محدود شدن رشد، عملکرد و کیفیت گیاه می‌گردد. فرم‌های کلاته آهن به واسطه

* ایمیل نویسنده مسئول: Hemati.arash@yahoo.com

^۱ Rosaceae^۲ Vavilov



واکنش نمک‌های فلزی با کمپلکس‌های مصنوعی و طبیعی حاصل می‌شوند، مهم‌ترین راه حفاظت از عنصر آهن در برابر افزایش تثبیت در خاک با افزایش pH می‌باشد. ترکیبات کلاته آهن بهترین راه حل برای برطرف نمودن سبز - زردی آهن در همه خاک‌ها، به ویژه خاک‌های آهن‌کی و قلیایی، می‌باشد و می‌توانند کمبود شدید آهن را برطرف نمایند، علت این امر نیز مشکل استفاده آهن در این خاک‌های با pH بالا است (فلاحی و هم‌کاران، ۲۰۱۳). گلايسين يکي از آمینواسیدهای چپ‌گرا و محلول می‌باشد که در تنش‌های محیطی بسیار کارآمد هست. یکی از حلال‌های سازگاری، گلايسين بتائين می‌باشد که در اکثر میکروارگانیسم‌ها، گیاهان عالی و حیوانات وجود دارد. گلايسين بتائين در گیاهان از سرین از طریق اتانول آمینه، کولین و بتائين آلدئید ساخته می‌شود و نقش مهمی در سازگاری گیاه به محیط شور و کم آب دارد (چن و موراتا، ۲۰۰۸). این ترکیب عمدتاً در کلروپلاست وجود دارد. در تنظیم و حفاظت از غشاء تیلاکوئید ایفا نقش کرده و در نتیجه موجب حفظ کارایی فتوسنتز می‌گردد. نقش اسمولیت‌هایی مانند گلايسين بتائين محافظت از پروتئین‌ها، غشا و آنزیم‌ها از خسارت‌های ناشی از تنش‌های محیطی است (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). اخیراً استفاده از مواد هیومیک به عنوان کلات آهن رواج یافته است. مواد هیومیک شامل اسید هیومیک، اسید فولویک و هیومین می‌باشد. با توجه به عدم حلالیت هیومین، این جزء معمولاً به عنوان کود کاربردی ندارد. لیگنین نیز به عنوان پیشساز مواد هیومیک شناخته شده است (کسانی راد، ۱۳۸۸). لیگنوسولفانات به عنوان لیگنین محلول امروزه در کلات‌های مختلف کاربرد دارد. با توجه به اهمیت آهن در خاک‌های آهن‌کی و وجود انواع کلات‌های مختلف آهن در بازار، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی کلات‌های مختلف آهن بر آهن برگ و میوه سیب انجام شد. برای این منظور کلات‌های مر سوم آهن به منظور محلول‌پاشی از شرکت جهان سبز ایستاتیس تهیه و به صورت محلول‌پاشی استفاده گردید و در پایان مقدار آهن برگ و میوه سیب توسط دستگاه جذب اتمی قرائت و گزارش شد.

مواد و روش‌ها

۵ نوع کلات آهن با کلات‌های EDTA، اسید فولویک، اسید هیومیک، لیگنوسولفانات و آمینواسید گلايسين برای این تحقیق از شرکت جهان سبز ایستاتیس تهیه گردید که همگی دارای ۶ درصد آهن کلاته بودند. این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی در باغات شهرستان مراغه با ۶ تیمار (۵ نوع کلات آهن و تیمار شاهد بدون کلات) در سه تکرار انجام گردید. محلول‌پاشی آهن در ۳ تکرار از اول خرداد به فاصله ۱۵ روز انجام شد و بعد از یک هفته از آخرین محلول‌پاشی اندازه‌گیری آهن میوه و برگ انجام شد. غلظت آهن در هر محلول‌پاشی ۳ کیلوگرم کلات آهن در هزار لیتر آب بود. برای اندازه‌گیری آهن برگ و میوه در عصاره‌های گیاهی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Shimadzu AA-670 اندازه‌گیری و گزارش شد. ابتدا محلول‌های استاندارد تهیه شده و با توجه به طول موج اختصاصی برای هر عنصر، منحنی کالیبراسیون رسم گردیده و سپس اقدام به قرائت نمونه‌ها شد (رایان و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج حاصله به کمک نرم افزار SAS تجزیه و جداول تجزیه واریانس مربوطه تهیه گردید. هم‌چنین مقایسه میانگین داده‌ها، به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم افزار MSTAT-C انجام شد. نمودارها به کمک نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

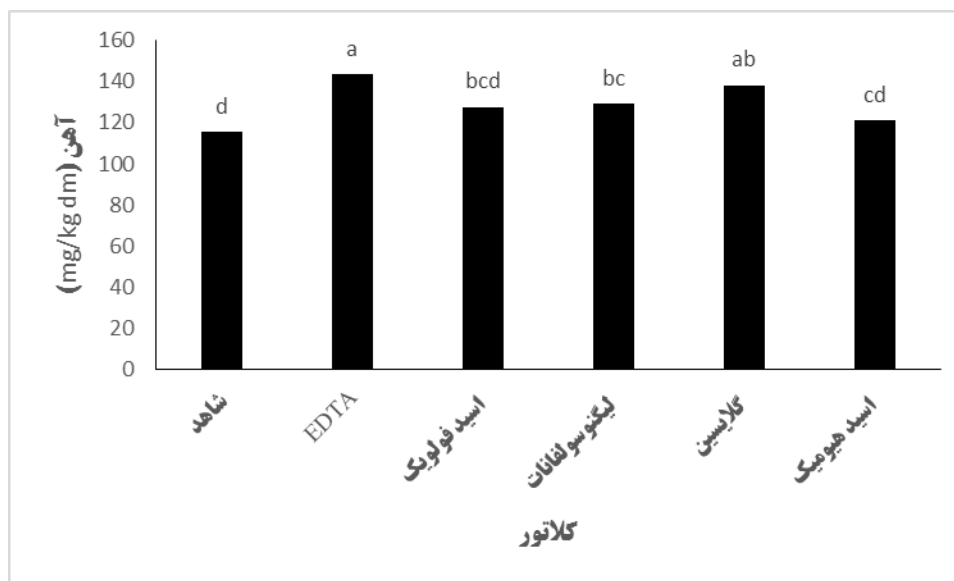
جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر کلات‌های مختلف بر مقدار آهن برگ و میوه در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). نتایج نشان داد در مقدار آهن برگ، کلات EDTA بیشترین مقدار و تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت. بین تیمار EDTA و آمینواسید گلايسين اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و از لحاظ آماری گلايسين نیز در جذب آهن برگ بسیار موثر عمل کرد. لیگنوسولفانات، اسید فولویک و اسید هیومیک به ترتیب بعد از EDTA و گلايسين بیشترین آهن برگ را داشتند (شکل ۱). در مقدار آهن میوه نیز تقریباً نتایج مشابهی مشاهده شد. تیمارهای EDTA و گلايسين بیشترین و شاهد کمترین مقدار آهن میوه را داشتند. برعکس آهن برگ، کلات اسید فولویک بیشتر از لیگنوسولفانات آهن میوه داشت (شکل ۲). EDTA کلات تجاری به منظور محلول‌پاشی آهن می‌باشد. EDTA با توجه به سازگاری و افزایش قابلیت جذب آهن موجب زیاد شدن آهن برگ و میوه شده است. گلايسين از جمله اسموپروتکتانت‌هایی است که فاقد اثرات سمی بوده و قادر به محافظت گیاه در برابر انواع تنش‌ها مانند خشکی بوده و از طریق تنظیم اسمزی سلول، خنثی‌سازی سمیت انواع اکسیژن واکنشی، پایداری غشاء، کاهش آسیب سلول و محافظت از آنزیم‌های مختلف، تحمل گیاه را به تنش افزایش داده و در شرایط تنش نقش تنظیم‌کننده اسمزی را ایفا می‌کند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). دلیل زیاد شدن جذب آهن در کلات گلايسين می‌تواند به دلیل خصوصیات ذکر شده باشد. دلیل کم بودن قابلیت جذب آهن در اسید هیومیک می‌تواند به دلیل

pH بالای اسید هیومیک (چون اسید هیومیک در pH قلیایی محلول است و به منظور محلول بودن باید قلیایی باشد) باشد و در این محیط آهن قابلیت جذب پایینی دارد. اسید فولویک بهتر از اسید هیومیک بود که می‌تواند به دلیل خصوصیات pH اسیدی، اندازه کوچک و گروه‌های عاملی زیاد آن باشد. لیگنوسولفانات نیز بهتر از اسید هیومیک عمل کرد که می‌تواند به دلیل pH کلات باشد و تقریباً مشابه اسید فولویک عمل کرد.

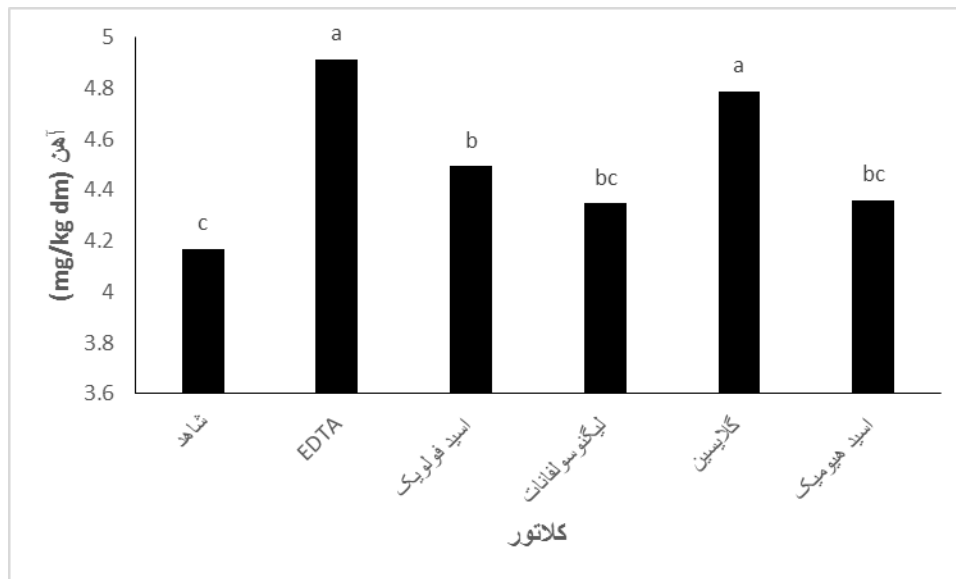
جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر کلات‌های مختلف بر آهن برگ و میوه

میانگین مربعات		منبع تغییر	
df	آهن میوه	آهن برگ	
۵	۰/۲۴**	۳۲۷/۳**	تیمار
۱۰	۰/۰۲	۴۵/۳	خطا
-	۳/۴	۵/۲	CV.

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد *معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ns غیر معنی‌دار



شکل ۱- تاثیر کلات‌های مختلف آهن بر مقدار آهن برگ



شکل ۲- تاثیر کلات‌های مختلف آهن بر مقدار آهن میوه

نتیجه‌گیری

کلات EDTA و گلیسین بیشترین و شاهد کمترین مقدار آهن میوه و برگ را داشتند. در بین کلات‌ها، اسید هیومیک کمترین قابلیت جذب آهن را داشت. بین آهن برگ و میوه ارتباط مستقیم وجود داشت. و تیمارهایی که دارای بیشترین مقدار آهن برگ بودند، آهن میوه بیشتری هم داشتند. با توجه به ارتباط بین مقدار آهن میوه و برگ، به منظور تعیین کمبود یا بیش بود، فقط آنالیز یک مورد می‌تواند کافی باشد. با توجه به خصوصیات مفید آمینواسید گلیسین نسبت به EDTA، و همچنین نبود اختلاف معنی‌دار بین این کلات‌ها، در صورت صرفه اقتصادی توصیه به جایگزین شدن گلیسین می‌باشد.

منابع

- کیانی راد، م. ۱۳۸۸. جداسازی فراکنش‌های ترکیبات هیومیکی کمپوستر تاثیر آنها بر جذب آهن و روی توسط گیاه سویا در یک خاک آهکی. رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی. مهندسی علوم خاک شیمی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه. دانشگاه تهران.
- منیعی، عباسعلی. ۱۳۸۰. سیب و پرورش آن. شرکت انتشارات فنی ایران. ۳۶۸ ص.
- Ashraf, M., Foolad, MR. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and experimental botany*, 59(2): 206-216.
- Borowski, E. & Michałek, S. 2011. 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 Zootechnica*, 10(2), 183-193.
- Chen, T.H., Murata, N. 2008. Glycinebetaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. *Trends in plant science*, 13(9): 499-505.
- Fallahi, E., Fallahi, B., Neilsen, G.H., Neilsen, D., & Peryea, F.J. 2013. Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. *Acta Horticulturae* 868: 49-59.



- FAO. 2011. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention, by J. Gustavsson, C. Cederberg, U. Sonesson, R. van Otterdijk and A. Meybeck. Rome.
- Naderi, M.R., Danesh-Shahraki, A. 2013. Nanofertilizers and their role in sustainable agriculture. *Int J Agric Crop Sci* (5): 2229–2232.
- Ryan, J., Estefan, G. and Rashid, A. 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*. Second Edition. Available from ICARDA, Aleppo, Syria. 172 pp.
- Wünsche, J. N., & Ferguson, I. B. 2005. Crop load interactions in apple. *Hort. Rev*, 31, 231-290.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Foliar application of various iron chelates and its effect on the total iron content of leaf and apple fruit

Ali Lotfollahi Markid¹, Arash Hemati^{*2}, Seyyed Mohammad Ziaee³

¹ Laboratory Department of Soil Science, University of Tabriz.

² Ph.D. of Tabriz University Soil Biology Biotechnology.

³ Expert production company green globe Isatis.

Abstract

Due to the importance of iron in calcareous soils and the presence of different types of iron chelates in the market, this study was conducted to investigate the effect of solubility of various iron chelates on leaf and apple fruit iron. For this purpose, 5 iron chelates (EDTA, fulvic acid, humic acid, lignosulphonate and glycine amino acids) were prepared for spraying, and in the end, the amount of leaf iron and apple juice iron by atomic absorption was read and reported. The results showed that in the amount of leaf iron, EDTA chelate had the highest amount and the control treatment had the lowest amount. Lignosulfonate, fulvic acid and humic acid had the highest iron content after EDTA and glycine, respectively. EDTA and glycine treatments were the highest in iron fruit, and the control treatment had the lowest amount. Considering the beneficial properties of glycine amino acid relative to EDTA, and also the absence of significant differences between these chelates, it is advisable to replace.

Keywords: Iron, Chelate, Glycine, Apples

* Corresponding author, Email: Hemati.arash@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر محلول‌پاشی کلات‌های مختلف آهن بر شاخص‌های رشدی سیب رقم رد دلشیز

علی لطف الهی مرکید^۱، آرش همتی^{۲*}، سید محمد ضیایی^۳^۱ کارشناس آزمایشگاه گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ فارغ‌التحصیل دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ کارشناس تولید شرکت جهان سبز ایساتیس

چکیده

کودهای آمینواسیدی و هیومیکی اخیراً وارد بازار شده‌اند که تبلیغات زیادی در این زمینه از طرف شرکت‌های عرضه‌کننده انجام می‌گیرد. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی کلات‌های مختلف آهن (EDTA، اسید فولویک، اسید هیومیک، لیگنوسولفانات و آمینواسید گلیسین) بر خصوصیات رشدی سیب رقم رد دلشیز انجام شد. برای این منظور کلات‌های آهن به صورت محلول‌پاشی استفاده گردید و در پایان مقدار سطح برگ، رشد سالانه و شاخص کلروفیل با روش‌های مرسوم اندازه‌گیری و گزارش شد. نتایج نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ در کلات گلیسین و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. در مقدار کلروفیل نتایج نشان داد کلات‌های EDTA، گلیسین، اسید فولویک، لیگنوسولفانات بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار را داشتند. بیشترین طول شاخه سال جاری در تیمارهای اسید فولویک و گلیسین و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. به طور کلی نتایج نشان داد علاوه بر اینکه قابلیت جذب آهن توسط کلات‌های مختلف متفاوت است، ماهیت و مواد تشکیل‌دهنده خود کلات‌ها نیز در خصوصیات رشدی درخت سیب می‌تواند مفید باشد.

کلمات کلیدی: آهن، کلات، کلروفیل، سیب

مقدمه

چین بزرگ‌ترین و بی‌رقیب‌ترین تولیدکننده سیب در دنیا است که حدود ۳۶ میلیون تن تولید دارد و پس از آن کشور آمریکا است که با حدود ۲۴ میلیون تن تولید مقام دوم جهانی را دارا می‌باشد. کشور ایران با حدود ۱٫۶ میلیون تن تولید سیب در مقام هشتم جهان قرار دارد. استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و تهران به ترتیب دارای بالاترین سطح زیر کشت و تولید در ایران می‌باشند (سولویا فور تونی، ۲۰۰۲). علت اصلی مصرف کودهای مغذی در بخش کشاورزی کمبود عناصر ماکرو و میکرو در خاک به ویژه در خاک‌های آهکی می‌باشد بطوری که ۴۰-۳۵ درصد افزایش بهره‌وری محصول وابسته به مصرف کودهاست (نادری و دانش شهرکی، ۲۰۱۱). در بین تمامی عناصر کم مصرف، آهن بیشترین نیاز مورد نیاز گیاه است. با توجه به نیاز بیشتر گیاه به آن در مقایسه با سایر عناصر کم مصرف، برخی آهن را جزء عناصر پر مصرف طبقه بندی می‌کنند. علت این اهمیت نیز به دلیل دو وظیفه حیاتی آهن است. آهن بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاء است و نقش مهمی در سنتز و کلروفیل و سنتز پروتئین‌های گروه "هم" دارد (بروسکی و میچالک، ۲۰۱۱). نتایج بررسی‌های زیادی حاکی از آن است که کمبود عناصر کم مصرف، از جمله آهن، در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک، باعث محدود شدن رشد، عملکرد و کیفیت گیاه می‌گردد. فرم‌های کلاته آهن به واسطه واکنش نمک‌های فلزی با کمپلکس‌های مصنوعی و طبیعی حاصل می‌شوند، مهم‌ترین راه حفاظت از عنصر آهن در برابر افزایش تثبیت در خاک با افزایش pH می‌باشد. ترکیبات کلاته آهن بهترین راه حل برای برطرف نمودن سبز-زردی آهن در همه خاک‌ها، به ویژه خاک‌های آهکی و قلیایی، می‌باشد و می‌تواند کمبود شدید آهن را برطرف نمایند، علت این امر نیز مشکل استفاده آهن در این خاک‌ها با pH بالاست (فلاحی و همکاران، ۲۰۱۳). گلیسین یکی از آمینواسیدهای چپ‌گرا و محلول می‌باشد که در تنش‌های محیطی بسیار کارآمد است. یکی از حلال‌های سازگاری، گلیسین بتائین می‌باشد که در اکثر میکروارگانیسم‌ها، گیاهان عالی و حیوانات وجود دارد. گلیسین بتائین در گیاهان از سرین از طریق اتانول آمینه، کولین و بتائین آلدئید ساخته می‌شود و نقش مهمی در سازگاری گیاه به محیط شور و کم آب دارد (چن و موراتا، ۲۰۰۸). این ترکیب عمدتاً در کلروپلاست وجود دارد. در تنظیم و حفاظت از غشاء تیلاکوئید ایفا نقش کرده و در نتیجه موجب حفظ کارایی فتوسنتز می‌گردد. نقش اسمولیت‌هایی مانند گلیسین بتائین محافظت از پروتئین‌ها، غشا و آنزیم‌ها از خسارت‌های ناشی از تنش‌های محیطی است (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). اخیراً استفاده از مواد هیومیکی به عنوان کلات آهن

* ایمیل نویسنده مسئول: Hemati.arash@yahoo.com



رواج یافته است. مواد هیومیک شامل اسید هیومیک، اسید فولویک و هیومین می‌باشد. با توجه به عدم حلالیت هیومین، این جزء معمولاً به عنوان کود کاربردی ندارد. لیگنین نیز به عنوان پیشساز مواد هیومیک شناخته شده است (کیانی راد، ۱۳۸۸). لیگنوسولفانات به عنوان لیگنین محلول امروزه در کلات‌های مختلف کاربرد دارد. امروزه کودهای مختلفی با تبلیغات فراوان وارد بازار می‌شوند که کشاورز ناگزیر به انتخاب یکی از آن‌ها خواهد شد. کودهای آمینواسیدی و هیومیکی اخیراً وارد بازار شده‌اند که تبلیغات زیادی در این زمینه از طرف شرکت‌های عرضه کننده انجام می‌گیرد. با توجه به قیمت بالای این کودها و عدم تحقیقات کافی در این زمینه، مؤثر بودن نوع کودهای استفاده شده، در حاله‌ای از ابهام قرار گرفته است. لذا به منظور بررسی اثربخشی این کودها و تعیین مناسب‌ترین میزان تأثیر این کودها، ضروری است. از طرفی نیز با توجه به اهمیت آهن در خاک‌های آهکی م صرف این کلات‌ها اجتناب ناپذیر می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی کلات‌های مختلف آهن بر خصوصیات رشدی سیب رقم رد دل شیز انجام شد. برای این منظور کلات‌های مرسوم آهن به منظور محلول‌پاشی از شرکت جهان سبز ایستاتیس تهیه و به صورت محلول‌پاشی استفاده گردید و در پایان مقدار سطح برگ، رشد سالانه و شاخص کلروفیل با روش‌های مرسوم اندازه‌گیری و گزارش شد.

مواد و روش‌ها

۵ نوع کلات آهن با کلات‌های EDTA، اسید فولویک، اسید هیومیک، لیگنوسولفانات و آمینواسید گلايسين برای این تحقیق از شرکت جهان سبز ایستاتیس تهیه گردید که همگی دارای ۶ درصد آهن کلاته بودند. این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی در باغات شهرستان مراغه با ۶ تیمار (۵ نوع کلات آهن و تیمار شاهد بدون کلات) در سه تکرار انجام گردید. محلول‌پاشی آهن در ۳ تکرار از اول خرداد به فاصله ۱۵ روز انجام شد و بعد از یک هفته از آخرین محلول‌پاشی اندازه‌گیری خصوصیات رشدی انجام شد. غلظت آهن در هر محلول‌پاشی ۳ کیلوگرم کلات آهن در هزار لیتر آب بود. سطح برگ گیاه به وسیله دستگاه سطح سنج مدل دلتا تی^۱ اندازه‌گیری شد. به طوری که تعدادی برگ به صورت تصادفی از هر شاخه انتخاب و سطح برگ‌های آن‌ها اندازه‌گیری شد و به صورت میانگین بیان گردید. این شاخص سه بار در طول آزمایش به فاصله ۷ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی انجام پذیرفت (بخشنده و همکاران ۱۳۹۰). به منظور تعیین میزان کلروفیل برگ، از دستگاه کلروفیل متر دستی SPAD-502 (مینولتای ژاپن) بدون تخریب بافت‌های گیاهی و عصاره‌گیری از برگ‌ها استفاده شد. بدین منظور در زمان نمونه‌برداری (یک هفته بعد از هر محلول‌پاشی) متوسط نه برگ انتخاب نموده و از نقطه میانی آن، میزان کلروفیل برگ تخمین زده شد (قلیزاده و همکاران، ۲۰۰۹). برای اندازه‌گیری طول رشد شاخه‌های سال جاری، شاخه‌هایی از یک موقعیت جغرافیایی انتخاب می‌شدند که دارای شرایط تقریبی یکسان بودند. از هر درخت نه شاخه انتخاب و میانگین اندازه آن‌ها گزارش شد. نتایج حاصله به کمک نرم افزار SAS تجزیه و جداول تجزیه واریانس مربوطه تهیه گردید. هم چنین مقایسه میانگین داده‌ها، به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم افزار MSTAT-C انجام شد. نمودارها به کمک نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر کلات‌های مختلف بر مقدار شاخص‌های رشدی (سطح برگ، شاخص کلروفیل و رشد سالیانه) درخت سیب در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). نتایج نشان داد بیشترین شاخص سطح برگ در کلات آمینواسید گلايسين و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. بین کلات‌های گلايسين و لیگنوسولفانات در این شاخص اختلاف معنی‌داری نبود و بعد از این کلات‌ها، به ترتیب اسید فولویک، EDTA و اسید هیومیک بیشترین شاخص سطح برگ را داشتند (شکل ۱). در مقدار کلروفیل نتایج نشان داد کلات‌های EDTA، گلايسين، اسید فولویک، لیگنوسولفانات بیشترین و تیمار شاهد کمترین مقدار را داشتند. بین کلات‌های EDTA، گلايسين، اسید فولویک، لیگنوسولفانات اختلاف معنی‌داری نبود و در بین کلات‌های مورد استفاده اسید هیومیک کمترین شاخص کلروفیل را داشت (شکل ۲). بیشترین طول شاخه سال جاری در تیمارهای اسید فولویک و گلايسين و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. بین تیمار شاهد و تیمارهای اسید هیومیک و EDTA در این شاخص اختلاف معنی‌داری نبود (شکل ۳). عنصر آهن نقش بسیار مهمی در سبزیگی و شاخص سطح برگ دارد. ولی قابلیت جذب آهن در این زمینه حتی برخی موارد از وجود آهن نیز مهم‌تر می‌باشد. در بسیاری گیاهان انباشت طبیعی گلايسين بتایین کمتر از مقدار کافی برای مقابله با اثرات نامطلوب محیطی است. استعمال خارجی گلايسين بتائین می‌تواند سریع از طریق برگ نفوذ کند و به سایر اندام‌ها انتقال می‌یابد و به بهبود جذب عناصر کم می‌کند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷).

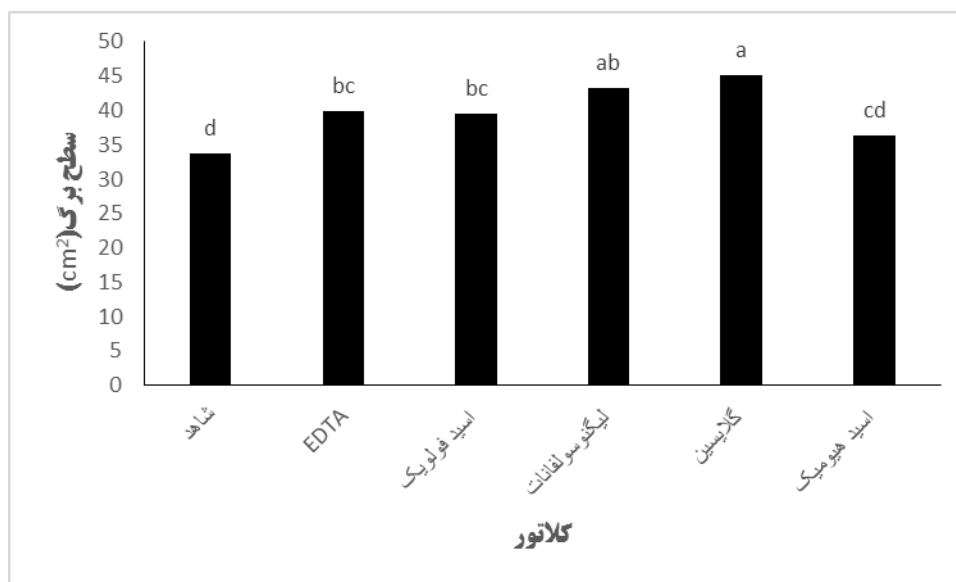
^۱ Delta T Device

تأمین عناصر غذایی می تواند باعث بهبود وضعیت تغذیه ای و رشد گیاهان گردد که این امر موجب افزایش میزان کلروفیل برگ گیاهان خواهد شد (والکر و برنال، ۲۰۰۳). جذب و ساخت گیاه در شرایط به میزان زیادی توسط دو عامل اصلی سطح برگ و فتوسنتز در هر واحد سطح برگ کنترل می شود و با افزایش این دو عامل رشد و عملکرد گیاه بیشتر می شود (بازنیگر و همکاران، ۲۰۰۰). در کلات گلايسين و EDTA، عناصر راحت تر در اختیار گیاه قرار گرفته و کلروفیل بیشتری داشته اند. نیتروژن عامل اصلی رشد در گیاهان می باشد (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). رشد زیاده تر کلات اسید فولویک و گلايسين نسبت به شاهد با توجه به وجود نیتروژن در ساختار این کلات ها می باشد. آمینواسید علاوه بر خاصیت کلات کنندگی، خودش دارای نیتروژن نیز می باشد. پس نیتروژن زیاده تر در تیمار آمینواسید و اسید فولویک همچنین خاصیت کلات کنندگی آن موجب افزایش رشد بیشتر در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر مورد آزمایش شده است.

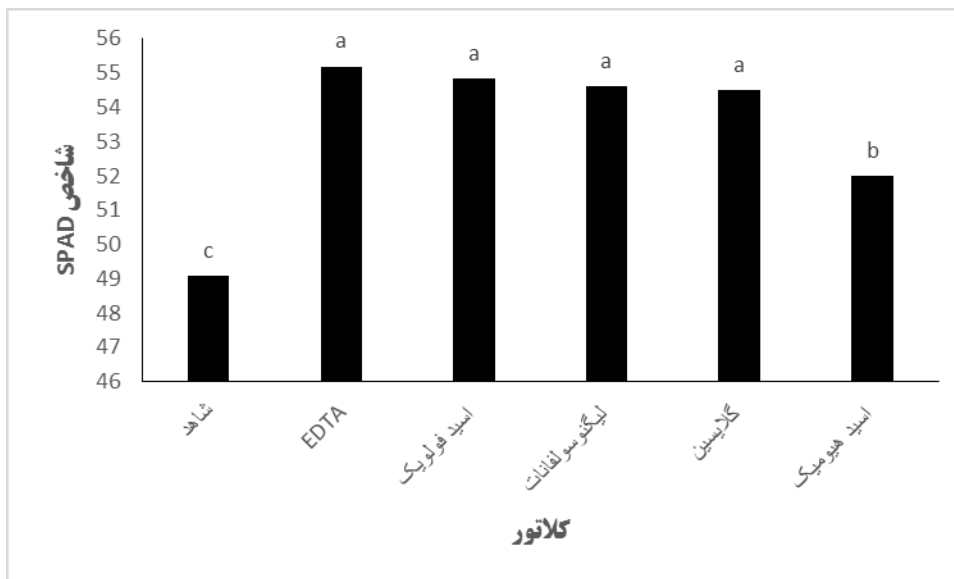
جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر کلات های مختلف بر شاخص های رشدی درخت سیب

منبع تغییر		میانگین مربعات		
	df	سطح برگ	شاخص کلروفیل	رشد سالانه
تیمار	۵	۵۳/۳۸**	۱۷/۱**	۱۸/۱**
خطا	۱۰	۴/۹۶	۰/۶۲	۱/۷۱
CV.	-	۵/۶	۱/۵	۵/۷

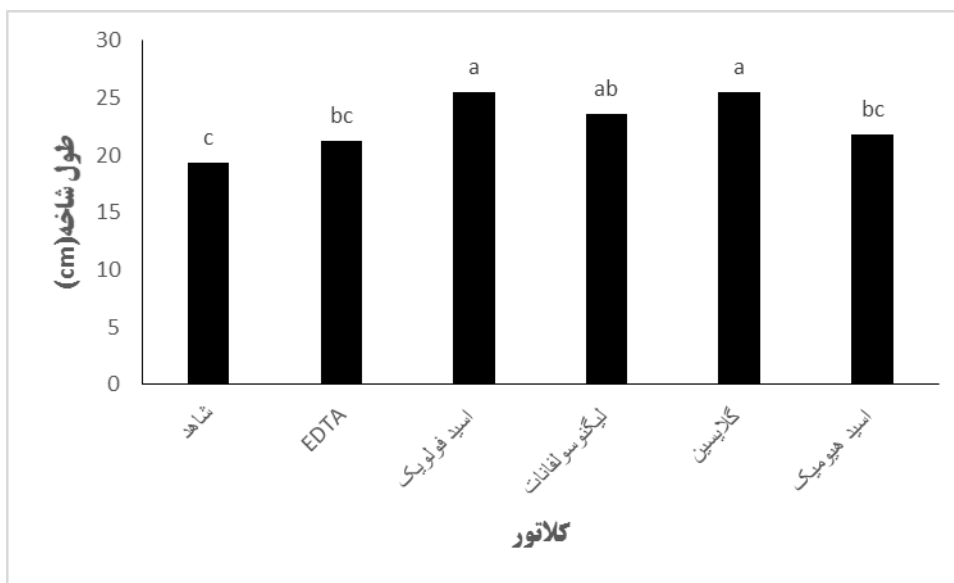
**معنی دار در سطح احتمال یک درصد *معنی دار در سطح احتمال پنج درصد ns غیر معنی دار



شکل ۱- تاثیر کلات های مختلف آهن بر شاخص سطح برگ



شکل ۲- تاثیر کلات‌های مختلف آهن بر شاخص SPAD



شکل ۳- تاثیر کلات‌های مختلف آهن بر طول شاخه سال جاری



نتیجه گیری

به طور کلی نتایج نشان داد علاوه بر اینکه قابلیت جذب آهن توسط کلات‌های مختلف متفاوت است، ماهیت و مواد تشکیل دهنده خود کلات‌ها نیز در خصوصیات رشدی درخت سیب می‌تواند مفید باشد. کلات آمینواسیدی گلیسین بیشترین تاثیر را در خصوصیات رشدی داشت. اسید فولویک با اینکه در برخی خصوصیات رشدی مثل طول رشد سالانه عملکرد حداکثری را نشان داد ولی در شاخص سطح برگ عملکرد متوسطی داشت. EDTA به جز شاخص کلروفیل برگ که بیشترین عملکرد را نشان داد در بقیه شاخص‌ها نسبت به گلیسین مناسب نبود که به ماهیت مواد سازنده این کلات برمی‌گردد. اسید هیومیک در مقایسه با کلات‌های دیگر نتایج ضعیف‌تری داشت که می‌تواند به دلیل pH بالای این کلات باشد.

منابع

- بخشنده، ا.، سلطانی و ر.، غدیریان. ۱۳۹۰. اندازه‌گیری شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه AccuPAR در گندم. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۸(۴): ۹۷-۱۰۲.
- خوشگفتارمنش، ا.ج. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه. دانشگاه صنعتی اصفهان. چاپ اول. ۴۷۴ ص.
- کیانی راد، م. ۱۳۸۸. جداسازی فراکنش‌های ترکیبات هیومیکی کمپوستر تاثیر آنها بر جذب آهن و روی توسط گیاه سویا در یک خاک آهکی. رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی. مهندسی علوم خاک شیمی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه. دانشگاه تهران.
- Ashraf, M., Foolad, MR. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and experimental botany*, 59(2): 206-216.
- Borowski, E. & Michałek, S. 2011. 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 Zootechnica*, 10(2), 183-193.
- Chen, T.H., Murata, N. 2008. Glycinebetaine: an effective protectant against abiotic stress in plants. *Trends in plant science*, 13(9): 499-505.
- Fallahi, E., Fallahi, B., Neilsen, G.H., Neilsen, D., & Peryea, F.J. 2013. Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. *Acta Horticulturae* 868: 49-59.
- Gholizadeh, A., M. S. M. Amin, A. R. Anuar, and W. Aimrun. 2009. Evaluation of leaf total nitrogen content for nitrogen management in a Malaysian paddy field by using soil plant analysis development chlorophyll meter. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4: 278-282.
- Naderi, M.R., Danesh-Shahraki, A. 2013. Nanofertilizers and their role in sustainable agriculture. *Int J Agric Crop Sci* (5): 2229-2232.
- Soliva-Fortuny, R. C., Oms-Oliu, G., & Martín-Belloso, O. 2002. Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color, and textural properties of minimally processed apple slices. *Journal of Food Science*, 67(5), 1958-1963.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of foliar application of various iron chelates on growth indices of apple cultivars

Ali Lotfollahi Markid¹, Arash Hemati^{*2}, Seyyed Mohammad Ziaee³

¹ Laboratory Department of Soil Science, University of Tabriz.

² Ph.D. of Tabriz University Soil Biology Biotechnology.

³ Expert production company green globe Isatis.

Abstract

Amino acids and humic fertilizers have recently entered the market, with a lot of advertising from suppliers. The aim of this study was to investigate the effect of foliar application of various iron chelates (EDTA, fulvic acid, humic acid, lignosulphonate and glycine amino acid) on the growth characteristics of apple cultivar Red Delicious. For this purpose, iron chelates were used as foliar application and finally, leaf area, annual growth and chlorophyll index were measured and reported. The results showed that the highest leaf area index in glycine and the lowest in control treatment. In the chlorophyll content, the results showed that EDTA, glycine, fulvic acid, lignosulphonate were the highest and control treatment had the lowest amount. The highest branch length of this year was observed in Folivic and Glycine treatments and the lowest in control treatment. In general, the results showed that, in addition to the possibility of iron absorption by different chelates, the nature and composition of chelates in the apple tree growth characteristics can be useful.

Keywords: Iron, Chelate, Chlorophyll, Apples

* Corresponding author, Email: Hemati.arash@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر تلقیح میکروبی بر شاخص‌های رشد و جذب برخی عناصر غذایی پرمصرف در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)ساناز اشرفی سعیدلو^{۱*}، عباس صمدی^۲، میر حسن رسولی صدقیانی^۳، محسن برین^۴، ابراهیم سپهر^۴^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۲ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۳ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۴ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر شاخص‌های رشد ذرت و نیز میزان جذب عناصر غذایی، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به مدت ۶۵ روز اجرا گردید. تیمار آزمایشی شامل تلقیح میکروبی (باکتری *Pseudomonas fluorescens*)، قارچ (*Aspergillus niger*)، $Cont^+$ (بدون تلقیح با حضور پتاسیم برابر با توصیه کودی) و $Cont^-$ (بدون تلقیح و بدون استفاده از پتاسیم)) بود. در پایان دوره رشد، برخی شاخص‌های رشد گیاه و غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی و ریشه گیاه اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار تلقیح میکروبی بر شاخص‌های رشد گیاهی و غلظت عناصر غذایی در اندام‌های هوایی و ریشه بود. بیشترین ارتفاع بوته (۵۴/۵۵ سانتی‌متر) و قطر ساقه (۰/۶۴۲ سانتی‌متر) مربوط به شرایط تلقیح باکتریایی بود که نسبت به تیمار $Cont^-$ ، به ترتیب ۱۸/۱۹ و ۱۸/۲۲ درصد افزایش داشت. وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت نیز در شرایط تلقیح باکتری به ترتیب ۱/۸۰ و ۱/۴۱، و در شرایط تلقیح قارچی به ترتیب ۱/۵۴ و ۱/۲۰ برابر در مقایسه با تیمارهای $Cont^-$ و $Cont^+$ بیشتر بود. تأثیر تلقیح باکتری بر غلظت فسفر اندام هوایی بیشتر از تلقیح قارچی بود. به طوری که مقدار فسفر در این تیمار ۱۸/۲۵ درصد بیش از تلقیح قارچی بود. چنین استنباط می‌شود که تلقیح میکروبی از طریق تأثیر بر قابلیت دسترسی و جذب عناصر غذایی، باعث بهبود شاخص‌های رشد ذرت می‌شود. لذا استفاده از سویه‌های مؤثر در انحلال عناصر غذایی، قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده و باعث بهبود رشد آن می‌گردد.

کلمات کلیدی: میکروارگانیسم‌های حل‌کننده سیلیکات، عملکرد گیاه، کشاورزی پایدار، *سودوموناس فلورسنتس*، *آسپرژیلوس نایجر*

مقدمه

تمامی موجودات زنده این کره خاکی از جمله گیاهان برای رشد و نمو و ادامه حیات خود، نیاز به مواد غذایی دارند. در بیشتر خاک‌ها مقدار نسبی این مواد و عناصر غذایی، برابر نیازهای طبیعی گیاه نیست. با توجه به محدودیت‌های استفاده از اراضی برای کشاورزی، در سال ۲۰۶۰ زمین‌های موجود برای گسترش تولیدات کشاورزی جهت برآورده کردن نیازهای غذایی، کافی نخواهد بود (Dovlati و همکاران ۲۰۱۰). چرا که از یک سو افزایش سطح زیر کشت محصولات، به کندی صورت می‌گیرد و هزینه‌بر است. و از سوی دیگر در حال حاضر اکثر زمین‌های مناسب، زیر کشت هستند. بنابراین تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان نیاز به افزایش تولید محصولات در واحد سطح و در واحد آب دارد. لذا بهبود مستمر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی از طریق بهبود حاصلخیزی خاک و اعمال روش‌های مناسب آبیاری و بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی ضروری می‌باشد. با وجود اینکه استفاده از کودهای معدنی سریع‌ترین راه بهبود حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود، لیکن آلودگی و تخریب محیط‌زیست و خاک نگران‌کننده است. بروز مشکلات اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و نیز توجه به قابلیت‌های ذاتی و بسیار جالب و متنوع موجودات خاکزی از جمله باکتری‌ها موجب گردیده که یکی از مهمترین و کاربردی‌ترین زمینه‌های مورد تحقیق در کشاورزی پایدار تلاش برای تولید کودهای زیستی و آلی باشد. کودهای زیستی می‌توانند مکملی برای کودهای شیمیایی بوده و تولیدات گیاهی را افزایش دهند. بنابراین استفاده از مواد آلی (کودهای سبز، کمپوست و بقایای گیاهی)، بهره‌گیری از توانایی موجودات خاکزی در انحلال عناصر غذایی نامحلول موجود در خاک به همراه مصرف بهینه‌ای از کودهای شیمیایی که نقش مهمی در جهت حفظ باروری و فعالیت حیاتی خاک ایفاء می‌کنند، مدنظر قرار گرفته است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).



میکروارگانسیم‌ها نقش کلیدی در چرخه طبیعی عناصر غذایی ایفا می‌کنند (Meena و همکاران ۲۰۱۴). برخی میکروارگانسیم‌ها نظیر باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، جلبک‌ها و گلسنگ‌ها قادرند سیلیکات‌ها را تجزیه و عناصری نظیر پتاسیم، آهن، روی، سیلیس و فسفر را آزاد نمایند (Styriakova و همکاران ۲۰۰۳). مطالعات انجام شده حاکی از آن است که باکتری‌های مختلفی از جمله *Pseudomonas*، *Acidithiobacillus ferrooxidans*، *Bacillus edaphicus*، *Bacillus mucilaginosus* و *B. circulans* دارای توانایی انحلال کانی‌ها هستند (Zhang و همکاران ۲۰۱۳). در بین قارچ‌ها نیز *Aspergillus niger*، *Cladosporium cladosporioides*، *Penicillium frequentant* دارای قابلیت انحلال کانی‌ها و رهاسازی عناصر موجود در ساختار آن‌ها می‌باشند (Argelis و همکاران ۱۹۹۳). مطالعات متنوعی تأثیرات PGPRها بر رشد محصولات زراعی را در شرایط متفاوت اثبات نموده‌اند. این میکروارگانسیم‌ها که به بذر، ریشه و یا خاک تلقیح می‌شوند، باعث افزایش تحرک و قابلیت استفاده عناصر غذایی بخصوص NPK شده و به ایجاد میکروفلور و افزایش سلامت خاک کمک می‌نمایند. کود زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی، عناصر غذایی را بصورت ثابت و پایدار برای گیاهان فراهم می‌نماید. این امر ناشی از آن است که کود زیستی می‌تواند باعث بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش ظرفیت نگهداشت آب شود. اگرچه مقدار عناصر غذایی که در کوتاه‌مدت توسط کودهای زیستی در اختیار گیاه قرار داده می‌شود در مقایسه با انواع شیمیایی کمتر است اما مطالعات نشان داده‌اند که در طولانی‌مدت مصرف کود زیستی با ترکیب ۲۵ درصدی از کود شیمیایی تأثیرات مطلوبی بر رشد گیاهان دارد (Rawat و همکاران ۲۰۱۶). مدیریت عناصر غذایی در خاک‌های آهکی در تولید محصول و پایداری تولیدات کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و اتخاذ استراتژی‌های دوستدار محیط‌زیست در این زمینه انکارناپذیر می‌باشد. با توجه به اینکه میکروارگانسیم‌های خاک نقش مهمی در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی ایفا کرده و مسئول چرخه عناصر غذایی در اشکال قابل استفاده گیاهی هستند، از طریق مشارکت در تغذیه گیاهی، سلامت گیاه، ساختار و حاصلخیزی خاک اکوسیستم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند و استفاده از سویه‌های مؤثر در انحلال پتاسیم در خاک‌هایی با مقادیر پایین پتاسیم قابل استفاده از جمله خاک‌های آهکی نه تنها منجر به ایجاد روش مطلوب تغذیه پتاسیم می‌شود بلکه از طریق ترشح اسیدهای آلی، پلی‌ساکاریدها و هورمون‌ها قابلیت استفاده سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را افزایش داده و باعث بهبود رشد آن‌ها می‌گردد، لذا ارزیابی اثرات کاربرد سویه‌های باکتریایی و قارچی کارآمد و دارای توان انحلال پتاسیم بعنوان کود زیستی جهت جایگزینی با کودهای شیمیایی و کاهش هزینه تولید محصول ضروری است. لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر عملکرد ذرت و غلظت عناصر غذایی در ریشه و اندام هوایی این گیاه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش با تیمار تلقیح میکروبی (تلقیح باکتری، تلقیح قارچ، $Cont^+$ (بدون تلقیح با حضور پتاسیم برابر با توصیه کودی) و $Cont^-$ (بدون تلقیح و بدون استفاده از پتاسیم) (شاهد)) در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۷ اجرا گردید. به‌منظور ارزیابی تأثیر تلقیح میکروبی بر عملکرد گیاه و قابلیت استفاده عناصر غذایی، گلدان‌های چهار و نیم کیلوگرمی تا ارتفاع مشخص با خاک استریل (در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۲ ساعت توسط دستگاه اتوکلاو) پر شدند. تعداد کافی از بذور سالم ذرت سینگل (رقم Single Cross-704) انتخاب و با محلول‌های هیپوکلریت سدیم ۵ درصد (۲ دقیقه)، اتانول ۹۶ درصد (۳۰ ثانیه) ضدعفونی شده و در ادامه ۷ الی ۸ مرتبه با آب مقطر استریل شستشو گردیدند. بعد از ضدعفونی سطحی بذرها به منظور تأمین مقدار رطوبت مورد نیاز اولیه برای جوانه زنی، بذرها با آب استریل به مدت ۴۸ ساعت قبل از کاشت مرطوب شدند. برای انجام تلقیح بذری، ابتدا باکتری *Sodomonas flourensensis* و قارچ *Aspergillus niger* مورد استفاده، به ترتیب در محیط‌های جامد نوترینت آگار (NA) و PDA بازکشت گردیدند. ۴۸ ساعت پس از رشد، یک لوپ از هر جدایه در محیط نوترینت برات کشت شبانه انجام داده و سپس از آن به مقدار ۲ درصد به درون ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری که حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر از محیط نوترینت برات (NB) بود، مایه‌زنی شد و جهت یکنواخت شدن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه (rpm) تکان داده شدند. پس از تعیین جمعیت میکروبی مایه‌های تلقیح، بذور به مدت دو ساعت با مایع تلقیح و صمغ عربی خیسانده شده و شیک گردیده و سپس صاف و هوا خشک شدند. ۸ عدد بذر در هر گلدان قرار داده و مقداری خاک روی آن‌ها ریخته شد. ۱۰ روز پس از سبز شدن بذور، تعداد ۳ بوته در هر گلدان نکه داشته شد. تا اتمام دوره رشد از آب مقطر برای آبیاری و از محلول غذایی کامل هوگلند و عاری از پتاسیم ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$ ، $FeEDTA$ ، $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ، $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ، $(NH_4)_6MO_{24} \cdot 4H_2O$ ، H_3BO_3 و $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) جهت جلوگیری از هر گونه تنش تغذیه‌ای استفاده شد (Darzi و همکاران ۲۰۰۸). پس از سپری شدن ۶۵ روز از زمان کاشت، گیاهان داخل گلدان‌ها برداشت شده و پس از آن بخش هوایی و ریشه گیاهان تفکیک شدند. سپس صفات مورفولوژیکی گیاه شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک ریشه اندام هوایی گیاه اندازه‌گیری گردیدند. اندازه‌گیری نیتروژن (N) در عصاره



حاصل از هضم تر گیاهان به روش کجدال (Bremner and Breitenbeck, 1983). غلظت فسفر به روش رنگ سنجی در طول موج ۴۳۰ نانومتر از طریق اسپکتروفتومتر (Shimadzu UV3100)، پتاسیم (K) توسط دستگاه فلیم‌فتومتر در عصاره حاصل از هضم خشک گیاهان اندازه‌گیری شد (Planquart و همکاران ۱۹۹۹). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵، با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. اندازه‌گیری خواص اولیه خاک حاکی از آن است که خاک مورد استفاده از نوع آهکی، غیر شور و با بافت لوم شنی بوده و دارای مقادیر نسبتاً پایینی از عناصر غذایی است. لذا تلقیح سوبه‌های کارآمد میکروبی می‌تواند در افزایش شکل‌های قابل دسترس عناصر غذایی و بهبود رشد گیاه مؤثر باشد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	رس	سیلت	شن	نیترژن آلی	کربن آلی	کربنات		پتاسیم فسفر	پ.ه‌اش الکتریکی	هدایت الکتریکی	
						ماده آلی	کلسیم معادل				
				%		mg kg ⁻¹		ds m ⁻¹			
لوم شنی	۱۵/۵	۱۲/۵	۷۲	۰/۱۰۴	۰/۷	۱/۲۰۷	۱۴	۸۴/۰۶	۱۰/۱	۶/۸۶	۲/۸۲

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تلقیح میکروبی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد گیاهی و غلظت عناصر غذایی در اندام‌های هوایی و ریشه داشت (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تلقیح میکروبی منجر به افزایش ارتفاع بوته و قطر ساقه گردید. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته (۵۴/۵۵ سانتی‌متر) و قطر ساقه (۰/۶۴۲ سانتی‌متر) مربوط به شرایط تلقیح باکتریایی بود که نسبت به تیمار Cont⁻، به ترتیب ۱۸/۱۹ و ۱۸/۲۲ درصد افزایش داشت (شکل‌های ۱ و ۲). نتایج حاکی از آن است که کمترین مقدار N اندام هوایی به تیمار Cont⁻ مربوط است (شکل ۳). احتمال دارد به دلیل وجود اثرات آنتاگونیستی بین پتاسیم و آمونیوم، وجود غلظت‌های بالای K (طبق جدول ۵)، باعث جذب ترجیحی K شده و انتقال N به اندام‌های هوایی را کاهش داده باشد. افزایش در شاخص‌های رشد گیاه و جذب عناصر غذایی را می‌توان به تأثیر میکروارگانیسم‌های محرک رشد تلقیح شده نسبت داد. پژوهشگران مختلفی تأثیر این میکروارگانیسم‌ها را بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاهان مختلف گزارش کرده‌اند (Asghar و همکاران ۲۰۰۴). این میکروارگانیسم‌ها به صورت مستقیم در سنتز فیتوهورمون‌ها، انحلال عناصر معدنی مانند فسفر و پتاسیم مؤثر هستند (Vessey, 2003).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده

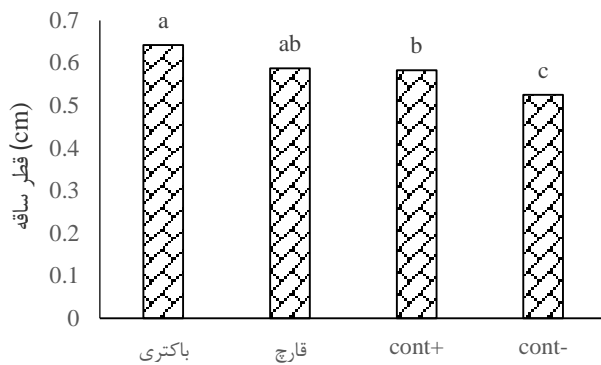
میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	قطر ساقه	ارتفاع بوته		
۱۴۱/۸*	۱/۹۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۷**	۵۲/۵۲***	۳	تلقیح میکروبی
۳۱/۵	۰/۹۰۵	۰/۰۰۱	۴/۸۴	۸	اشتباه آزمایشی

***، **، * به ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪، ۱٪ و ۵٪ و NS نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار هستند.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس برخی عناصر پرمصرف اندازه‌گیری شده

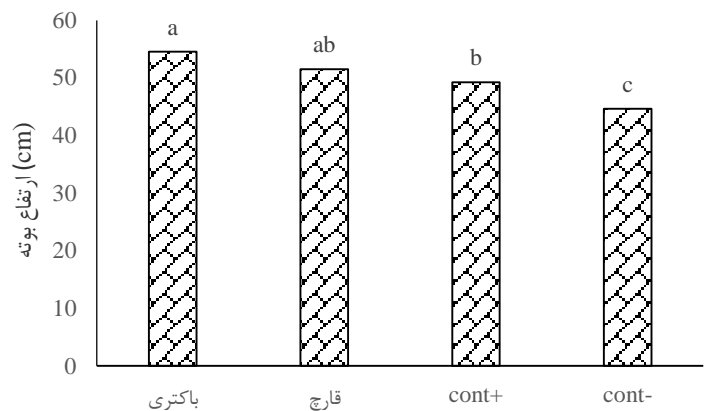
میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
ریشه			اندام هوایی				
پتاسیم	فسفر	نیتروژن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن		
۶۵۵***	۳۱/۰۳***	۰/۰۱۰۵***	۳۷۵/۴***	۸۸۱***	۰/۰۲۸۸ ^{NS}	۳	تلقیح میکروبی
۸/۳۷	۰/۳۸۳	۰/۰۰۰۵	۲/۴۹	۰/۱۹۱	۰/۰۱۲۶	۸	اشتباه آزمایشی

***، **، * نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱٪ و NS نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.



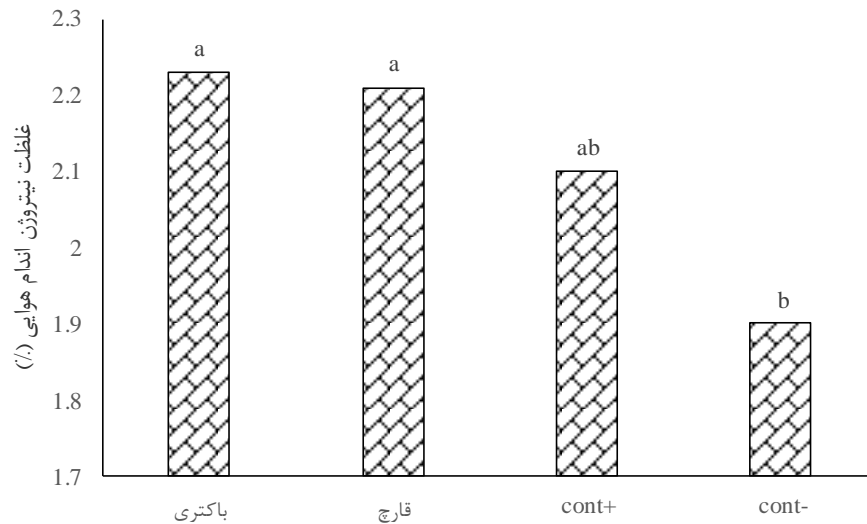
شکل ۲- اثر تلقیح میکروبی بر قطر ساقه

Cont⁺ و Cont⁻ به ترتیب نشان‌دهنده شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می‌باشند.



شکل ۱- اثر تلقیح میکروبی بر ارتفاع بوته

Cont⁺ و Cont⁻ به ترتیب نشان‌دهنده شرایط بدون تلقیح با افزودن پتاسیم و بدون پتاسیم می‌باشند.



شکل ۳- تأثیر تلقیح میکروبی بر غلظت نیتروژن اندام هوایی

جدول‌های ۴ و ۵ اثرات تلقیح میکروبی بر وزن خشک، غلظت پتاسیم و فسفر اندام هوایی و ریشه را نشان می‌دهند. بر اساس نتایج به دست آمده، وزن خشک ذرت در حضور باکتری و قارچ به صورت معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر افزایش یافت. به طوری که میانگین وزن خشک اندام هوایی ذرت در شرایط تلقیح باکتریایی ۲/۵۱ واحد نسبت به تیمار Cont⁻ افزایش داشت. وزن خشک ریشه ذرت در حضور باکتری و قارچ به ترتیب ۵۲/۹۴ و ۴۰/۴ درصد در مقایسه با تیمار Cont⁻ بیشتر بود. بالاترین غلظت پتاسیم (۷۵/۸۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) و فسفر (۴۳/۵۵ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) اندام هوایی در حضور باکتری مشاهده گردید. تأثیر تلقیح باکتری بر غلظت فسفر اندام هوایی بیشتر از تلقیح قارچی بود. به طوری که مقدار فسفر در این تیمار ۱۸/۲۵ درصد بیش از تلقیح قارچی بود. Calvo و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر تلقیح میکروبی بر غلظت عناصر غذایی و مورفولوژی گیاه ذرت را بررسی نموده و گزارش کردند تلقیح میکروبی اثر مثبتی بر رشد گیاه و نیز غلظت عناصر غذایی خصوصاً در دوره رشد رویشی دارد. افزایش غلظت عناصر غذایی در ارتباط با ظرفیت میکروارگانسیم‌های تلقیح شده در تأثیر بر مورفولوژی ریشه در مراحل اولیه رشد گیاه ذرت می‌باشد. بر اساس مطالعات Archana و همکاران (۲۰۱۲) نیز باکتری‌های کارآمد حل‌کننده پتاسیم باعث افزایش رشد و عملکرد ذرت شدند. نتایج مطالعه Archana حاکی از افزایش کامل رشد گیاه، جذب عناصر غذایی و عملکرد در مقایسه با تیمار شاهد بود. گزارش‌ها حاکی از آن هستند که افزایش غلظت پتاسیم گیاه ممکن است ناشی از تحریک رشد ریشه یا طولی شدن تارهای کشنده توسط میکروارگانسیم‌های بخصوصی باشد (Sindhu و همکاران ۲۰۱۲).

جدول ۴- اثر تلقیح میکروبی بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه.

بخش گیاه	میانگین وزن خشک (گرم)			
	تلقیح میکروبی			
	Cont ⁻	Cont ⁺	قارچ	باکتری
اندام هوایی	۳/۱ ^c	۳/۹۷ ^{bc}	۴/۷۹ ^{ab}	۵/۶۱ ^a
ریشه	۱۲/۶۱ ^b	۱۲/۹۳ ^b	۲۱/۱۶ ^a	۲۶/۸ ^a

* میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) ندارند.

جدول ۵- اثر تلقیح میکروبی بر میزان پتاسیم و فسفر در اندام هوایی و ریشه.

میانگین غلظت فسفر (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) تلقیح میکروبی				میانگین غلظت پتاسیم (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) تلقیح میکروبی				بخش گیاه
Cont ⁻	Cont ⁺	قارچ	باکتری	Cont ⁻	Cont ⁺	قارچ	باکتری	
۹/۱۲ ^d	۱۱/۸۶ ^c	۳۵/۶۰ ^b	۴۳/۵۵ ^a	۵۴/۱۶ ^d	۶۰/۱۹ ^c	۶۶/۸۳ ^b	۷۵/۸۷ ^a	اندام هوایی
۶/۲۶ ^c	۹/۶۵ ^b	۱۲/۷۸ ^a	۱۳/۱۷ ^a	۸۸/۱۵ ^d	۱۳۱/۷۸ ^b	۱۲۴/۲۸ ^c	۱۴۶/۷۸ ^a	ریشه

* میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) ندارند.

نتیجه‌گیری

میکروارگانیزم‌های حل‌کننده به‌عنوان جزئی از جامعه میکروبی خاک، نقش مهمی در انحلال عناصر غذایی و افزایش شکل‌های قابل استفاده برای گیاهان ایفا می‌نمایند. انحلال عناصر غذایی منجر به بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد محصولات می‌شود. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر مثبت تلقیح میکروبی در افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود شاخص‌های رشد گیاه ذرت بود. به‌طوری‌که وزن خشک ریشه ذرت در حضور باکتری و قارچ به ترتیب ۵۲/۹۴ و ۴۰/۴ درصد در مقایسه با تیمار Cont⁻ بیشتر بود. بیشترین ارتفاع بوته (۵۴/۵۵ سانتی‌متر) و قطر ساقه (۰/۶۴۲ سانتی‌متر) نیز مربوط به شرایط تلقیح باکتریایی بود که نسبت به تیمار Cont⁻، به ترتیب ۱۸/۱۹ و ۱۸/۲۲ درصد افزایش داشت. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد که به منظور افزایش حاصلخیزی در خاک‌های دچار کمبود عناصر غذایی، در کنار کودهای شیمیایی از توانایی میکروارگانیزم‌های خاکزی بهره گرفته شود، تا در کنار افزایش عملکرد گیاهی، کاهش هزینه‌های تولید را نیز در پی داشته باشد.

منابع

- ملکوتی، م.، مشیری، ف. و نبی غیبی، م. ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی. انتشارات سنا. چاپ اول. شماره ۴۰۷. ص ۱۶-۱۴.
- Archana, D.S., Nandish, M.S., Savalagi, V.P. and Alagawadi, A.R. 2012. Screening of potassium solubilizing bacteria (KSB) for plant growth promotional activity. *Bioinfollet*, 9,627-630.
- Argelis, D.T., Gonzala, D.A., Vizcaino, C. and Gartia, M.T. 1993. Biochemical mechanism of stone alteration carried out by filamentous fungi living in monuments. *Biogeochemistry*, 19,129-147.
- Bremner, J.M. and Breitenbeck, G.M. 1983. A simple method for determination of ammonium in semimicro-Kjeldahl analysis of soils and plant materials using a block digester. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 14, 905-913.
- Asghar, H.N., Zaier, Z.A. and Arshad, M. 2004. Screening rhizobacteria for improving the growth, yield and oil content of canola (*Brassica napus* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 55,187-194.
- Calvo, P., Watts, D.B., Kloepper, J.W. and Torbert, H.A. 2016. Effect of microbial-based inoculants on nutrient concentrations and early root morphology of corn (*Zea mays*). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 1- 15.
- Darzi, M., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fenel (*Feoniculum vulgare*). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(1), 88-109.
- Dovlati, B., Samadi, A. and Oustan, S. 2010. Effects of Long-Term Continuous Cropping of Sunflower on K Forms in Calcareous Soils of Western Azerbaijan Province Iran. *Tarim Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 16(2), 71-82.
- Meena, V.S., Maurya, B.R. and Bahadur, I. 2014. Potassium solubilization by bacterial strain in waste mica. *Bangladesh Journal of Botany*, 43(2), 235-237.



- Planquart, P., Bonin, G., Prone, A. and Massiani, C. 1999. Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: application to low metal loadings. *The Science of Total Environment*, 241, 161-179.
- Rawat, J., Sanwal, P. and Saxena, J. 2016. Potassium and its role in sustainable agriculture. In: *Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture*. Springer- New Delhi. pp. 235-253.
- Sindhu, S.S., Parmar, P. and Phour, M. 2012. Nutrient cycling: potassium solubilization by microorganisms and improvement of crop growth. In: Parmar N, Singh A, edit-ors. *Geomicrobiology and biogeochemistry: soil biology*. New York, Germany: Springer-Wien.
- Styriakova, I., Styriak, I., Nandakumar, M.P. and Mattiasson, B. 2003. Bacterial destruction of mica during bioleaching of kaolin and quartz sand by *Bacillus cereus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19 (6), 583-590.
- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and soil*, 255(2), 571-586.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of microbial inoculation on maize (*Zea mays* L.) growth indices and macronutrients uptake

Ashrafi-Saeidlou^{*1}, S., Samadi², A., Rasouli-Sadaghiani², M.H., Barin³, M., Sepehr⁴, E.

¹ PHD Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

² Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

³ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

⁴ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of microbial inoculation on corn growth indices and nutrients uptake, an experiment was carried out in greenhouse conditions for 65 days. The experiment treatment was microbial inoculation (bacteria (*Pseudomonas fluorescens*), fungus (*Aspergillus niger*), Cont⁺ (without inoculation, potassium presence) and Cont⁻ (without inoculation, potassium absence)). At the end of the growth period, some plant growth indices and nutrients concentration in plant shoot and root were measured. The results showed a significant effect of microbial inoculation on plant growth indices and nutrient concentrations in the shoot and root. The most plant height (54.55 cm) and stem diameter (0.642 cm) was related to bacterial inoculation, which increased 18.19 and 18.22 percent compared to Cont⁻, respectively. Shoot dry weight of corn in bacterial inoculation was 1.80 and 1.41, and in fungal inoculation was 1.54 and 1.20 times more than Cont⁻ and Cont⁺ treatments, respectively. The influence of inoculation of bacteria on shoot phosphorous concentration was more than fungal inoculation. So that, the amount of phosphorus in this treatment was 18.25 percent higher than fungal inoculation. It is concluded that microbial inoculation improves the growth indices of corn by impacting nutrients availability and uptake. Therefore, the use of effective strains for nutrients dissolution, increases the availability of required nutrients for plant and improve its growth.

Keywords: silicate solubilizing microorganisms, plant yield, sustainable agriculture, *Pseudomonas fluorescens*, *Aspergillus niger*

* Corresponding author, Email: sanazashrafi92@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر کاربرد تیمارهای زیستی و شیمیایی در جذب فسفر و بهبود برخی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی

میثم چراغی^{۱*}، بابک متشعزاده^۲، حسینعلی علیخانی^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران^۲ دانشیار گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران^۳ استاد گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مصرف تلفیقی کود ورمی کمپوست با باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR^۱) و سطوح مختلف عناصر غذایی بر جذب فسفر و برخی شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا شد. تیمارها شامل شاهد، سطح بهینه عناصر، عناصر نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم به مقدار دو برابر سطح بهینه و کود ورمی کمپوست + مخلوط دو نوع برتر PGPR بود. نتایج نشان داد که کاربرد کود ورمی کمپوست + انواع برتر PGPR و نیز کود حاوی سطح دو برابر عناصر بر افزایش وزن خشک ریشه و مساحت سطح برگ معنی‌دار و باعث افزایش قابل توجه وزن تر میوه شد ($p < 0/01$). غلظت فسفر و وزن خشک اندام هوایی نیز فقط با کاربرد کود ورمی کمپوست + دو نوع برتر PGPR افزایش معنی‌دار داشت ($p < 0/01$). در مجموع کاربرد ترکیبی کودهای زیستی (PGPR) و آلی (ورمی کمپوست) می‌توانند جایگزین مناسب و حتی با عملکرد بالاتری نسبت به کودهای شیمیایی باشند و از طرفی کاربرد ترکیبی کودهای زیستی و آلی با کاربرد هم‌زمان سطوح بالای عناصر غذایی در مناطق با خاک‌های ضعیف می‌تواند یک راهکار مناسب برای افزایش عملکرد و بهبود سطح حاصلخیزی خاک در بلند مدت باشد.

کلمات کلیدی: ورمی کمپوست، PGPR، نیتروژن، فسفر، گوجه‌فرنگی

مقدمه

گوجه‌فرنگی و محصولات تبدیلی آن به دلیل میزان پایین کالری و چربی، میزان کم کلسترول آزاد و غنی بودن از ویتامین‌های مختلف، میزان بالای کاروتن و لیکوپن و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی یکی از مهم‌ترین تولیدات صنایع تبدیلی در جهان هستند به گونه‌ای که در حال حاضر حدود ۲۵ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Alam et al, 2006). یکی از راهکارهای اساسی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، مصرف بیشتر نهاده‌ها به‌ویژه کودهای شیمیایی می‌باشد؛ اما به دلیل اینکه در دهه‌های اخیر مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، اثرات سوء بر خاک و مشکلات زیست‌محیطی فراوانی بر جوامع مختلف تحمیل کرده است، بنابراین استفاده از کودهای زیستی و آلی توأم با بخشی از کودهای شیمیایی می‌تواند یک‌راه کار مناسب برای فائق آمدن بر این مشکل و افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح باشد (Sturz and Christie, 2003). آزمایش‌های مختلفی در زمینه‌ی کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف صورت گرفته است. در این راستا Adesemoye و همکاران (۲۰۱۰)، نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی و ترکیب آن با کودهای شیمیایی، اثرات مثبتی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی دارد و بیان کردند که در صورت نیاز این تلفیق می‌تواند با کاهش مصرف کودهای شیمیایی همراه باشد. در آزمایشی که به منظور بررسی تأثیر ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی انجام شد، سه سطح کود شیمیایی و پنج سطح مختلف کود ورمی کمپوست در شرایط گلخانه‌ای به گیاهان اعمال شد و نتایج نشان داد که تأثیر کاربرد کود شیمیایی و ورمی کمپوست بر تعداد و وزن میوه در بوته و وزن ریشه و اندام هوایی معنی‌دار بود، همچنین در تیمار ۱۰۰ درصدی مصرف ورمی کمپوست وزن و تعداد گوجه‌فرنگی، وزن اندام هوایی و ریشه به ترتیب در حدود ۳، ۴، ۵ و ۹ برابر نسبت به تیمار بدون ورمی کمپوست افزایش یافت (سماوات و همکاران، ۱۳۸۰). Annanurova و همکاران (۱۹۹۲)، با بررسی اثر عناصر غذایی مختلف بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که

¹ Plant Growth Promoting Rhizobacteria

* ایمیل نویسنده مسئول: my.cheraghi@ut.ac.ir

مصرف عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم عملکرد را تا ۴۳/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و وقتی مس به این عناصر افزود شد عملکرد ۵۴/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد و با اضافه کردن روی عملکرد گیاهان ۶۳/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. با توجه به اهمیت ویژه گیاه گوجه‌فرنگی در بین محصولات کشاورزی و جایگاه آن در سبد غذایی مردم جهان و همچنین اهمیت موضوع سلامت محیط‌زیست در ارتباط با تغذیه بهینه، پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر کاربرد کود زیستی (PGPR) و آلی (ورمی‌کمپوست) و بخشی از کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم) بر عملکرد، خصوصیات رشد و جذب فسفر در گیاه گوجه‌فرنگی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و تحت شرایط کنترل‌شده از لحاظ نور و دما در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا شد. تیمارهای زیستی شامل ۱- شاهد (NC) ۲- تلفیقی از کود ورمی‌کمپوست + مخلوطی از باکتری‌های محرک رشد گیاه *pseudomonas baetica* و *pseudomonas helmanticensis* (V+P) و تیمارهای عنصری شامل ۳- مصرف کود در سطح بهینه (F) و ۴- مصرف کود در سطح بهینه + نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم به میزان دو برابر سطح بهینه (2F) بود. بذور گیاه گوجه‌فرنگی (رقم ریوگراند دلتاگرین) بعد از ضدعفونی سطحی، ابتدا در سینی نشاء با بستر شن و پرلیت استریل کشت و در زمان دو برگی شدن نشاءها مورد استفاده قرار گرفت. نشاءها به گلدان‌های حاوی ۴ کیلوگرم خاک (مربوط به مزرعه‌ای با مختصات جغرافیایی "۵۷°۳۶'۵۰" طول شرقی و "۳۵°۴۸'۱۳" عرض شمالی) منتقل شد. در تیمار V+P، کود ورمی‌کمپوست هنگام پر کردن گلدان‌ها به میزان ۵٪ وزنی با خاک گلدان‌های مربوطه مخلوط شد (Atiyeh et al, 2000)، سپس جهت تلقیح گیاهان با باکتری حدود ۳ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری‌ها ($10^8 \times 5$ CFU/ml) به ریشه گیاهان مربوطه افزوده شد. تیمار سطح بهینه عناصر (F) و تیمار سطح دو برابر نیتروژن + فسفر + روی و سیلیسیم (2F) از منابع اوره، دی‌آمونیم فسفات، سولفات روی و سیلیکات پتاسیم، در دو مرحله بافاصله زمانی ۱۰ روز تأمین گردید. پس از گذشت ۹۰ روز از کشت در گلدان‌ها، گیاهان برداشت شده و ارتفاع اندام هوایی، مساحت سطح برگ (با دستگاه Leaf Area Meter DELTA-T)، همچنین وزن تر میوه، وزن خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در هر بوته اندازه‌گیری و غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه نیز با روش زرد مولیبیدو و انادات قرائت گردید (Rayan et al, 2007). تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز نمونه خاک

در جدول (۱) نتایج مربوط به آنالیز برخی از ویژگی‌های خاک مورد استفاده در پژوهش ارائه شده است. به‌منظور انتخاب خاک مورد نظر ابتدا از ۵ نقطه مختلف از مزارع کشاورزی شهر کرج نمونه‌برداری انجام شد و پس از آنالیز خاک‌ها، نمونه‌ای که از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برای انجام اهداف تحقیق مناسب بود انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	EC	PH	کلاس بافت
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(دسی‌زیمنس بر متر)		
۲۲۵/۲	۱۰/۳۲	۰/۱۱۹	۷/۸۲	۰/۶۲	۱/۵	۸/۸۵	Clay Loam

نتایج تجزیه واریانس صفات وزن خشک اندام هوایی و ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، وزن تر میوه، ارتفاع اندام هوایی، مساحت سطح برگ و همچنین غلظت فسفر در اندام هوایی در جدول (۲) ارائه شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کاربرد کود ورمی کمپوست + دو نوع برتر PGPR (V+P) و سطح دو برابر عناصر غذایی (2F) اثر معنی داری بر ارتفاع اندام هوایی و وزن تر میوه نداشت. کاربرد کود ورمی- کمپوست + دو نوع برتر PGPR بر افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، مساحت سطح برگ و غلظت فسفر در اندام هوایی معنی دار بود ($P<0/01$). همچنین کاربرد سطح دو برابر عناصر غذایی باعث افزایش معنی دار وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و مساحت سطح برگ شد ($P<0/01$).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف اندازه گیری شده

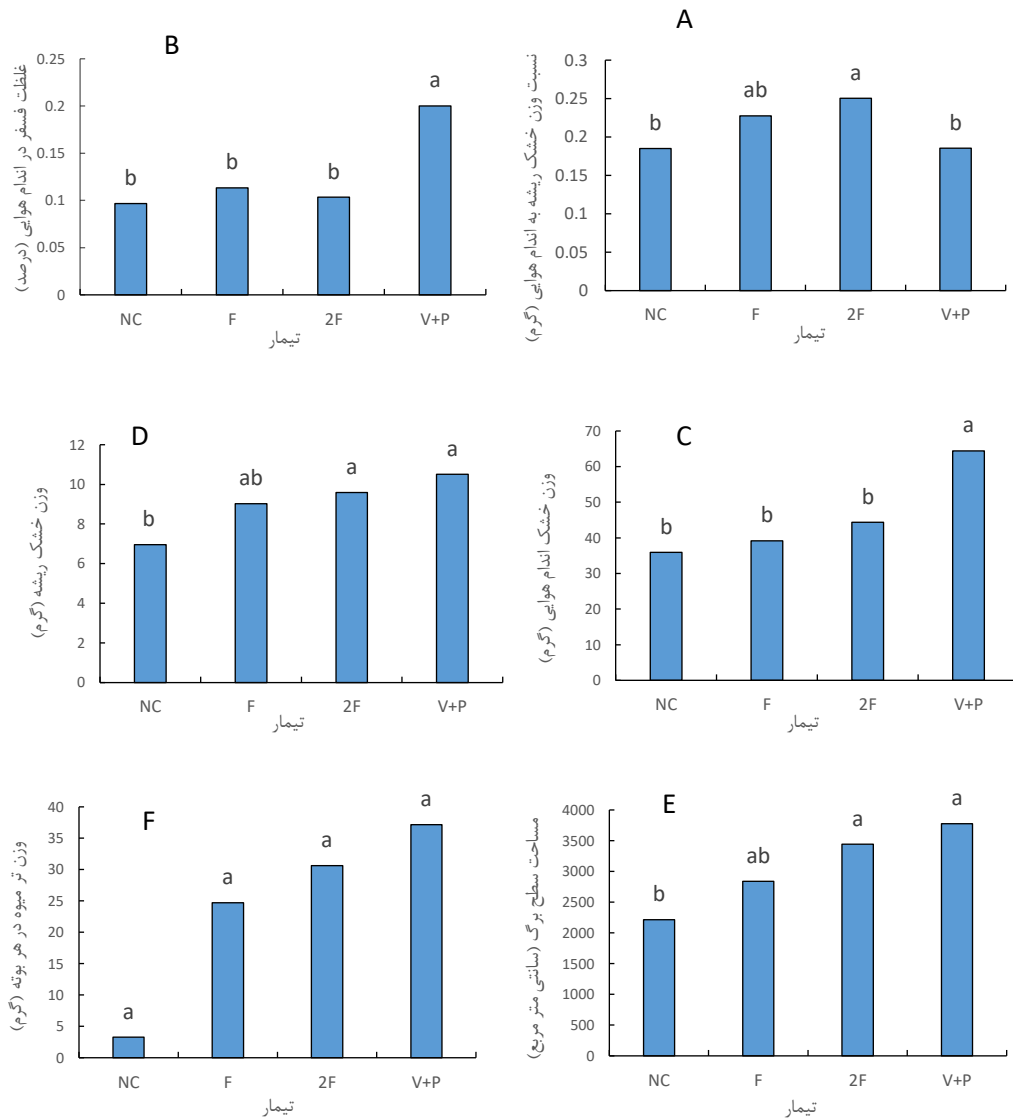
میانگین مربعات								
منبع تغییرات	درجه آزادی	فسفر در اندام هوایی	ارتفاع اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	مساحت سطح برگ	وزن تر میوه	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی
تیمار کودی	۳	۰/۰۰۶۹**	۶۲/۰۸ ^{ns}	۴۸۸/۵۸**	۶/۷۸**	۱۴۱۸۳۸۰**	۷/۶۴۷ ^{ns}	۰/۰۰۳۶**
خطای آزمایشی	۸	۰/۰۰۰۱۷	۱۱۱/۲۵	۹/۲	۰/۶	۱۲۰۴۱۸	۶۹۴/۲۳	۰/۰۰۰۴۲
ضریب تغییرات	-	۱۰/۳۱	۱۲/۰۲	۶/۶	۸/۶	۱۱/۳۱	-	۹/۷

^{ns} و ** به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح ۱ درصد را نشان می دهد.

اثر تیمارهای کودی بر جذب فسفر در اندام هوایی و برخی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه

در شکل (۲) اثر تیمار با کودهای زیستی و شیمیایی بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (A)، غلظت فسفر در اندام هوایی (B)، وزن خشک اندام هوایی (C) و ریشه (D)، سطح برگ (E) و وزن تر میوه (F) آورده شده است. نتایج این بررسی نشان داد که نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی فقط در گیاهانی که با سطح دو برابر عناصر نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم (2F) تیمار شده بودند، افزایش معنی دار داشت که با تیمار سطح پهنه (F) تفاوت معنی دار نداشته، البته تیمار F نیز با تیمارهای شاهد (NC) و V+P تفاوت معنی دار نداشت ($P<0/01$). بیشترین غلظت فسفر (۰/۲٪) و وزن خشک اندام هوایی (۶۴/۳۹ گرم) مربوط به تیمار V+P بود که اختلاف معنی داری با شاهد و سایر تیمارها نشان داد و کمترین غلظت فسفر (۰/۰۹٪) و وزن خشک اندام هوایی (۳۵/۹۷ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود و سایر تیمارها اختلاف معنی داری با شاهد نشان ندادند ($P<0/01$). بیشترین وزن خشک ریشه (۱۰/۵ گرم) مربوط به تیمار V+P بود که با تیمار 2F اختلاف معنی داری نداشت اما این دو تیمار با شاهد (۶/۹۶ گرم) اختلاف معنی دار داشتند ($P<0/01$). محققین مختلف نیز در این زمینه گزارش کرده اند که افزودن ورمی کمپوست (Atiyeh et al, 2000)، باکتری های PGPR (El Zemrany et al, 2007) و عناصر غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن (Zamani et al, 2014) باعث افزایش معنی دار وزن خشک ریشه و اندام هوایی در گیاهان شده است.

همچنین بیشترین مساحت سطح برگ در گیاهانی که با V+P و 2F تیمار شده بودند مشاهده شد که باهم اختلاف معنی دار نداشتند اما اختلاف معنی داری را با شاهد نشان دادند، تیمار F نیز با هیچ کدام از تیمارها اختلاف معنی دار نداشت ($P<0/01$). اثر کود بر وزن تر میوه در هیچ کدام از تیمارها معنی دار نبود در حالی که در نمودار مربوط به وزن تر میوه (D) اختلاف زیادی بین این صفت در گیاه شاهد (۳/۲۷ گرم) با تیمارهای کودی به ویژه کود V+P (۳۷/۱۷ گرم) و کود شیمیایی 2F (۳۰/۶۳ گرم) مشاهده شد، به احتمال زیاد علت این امر را می توان توزیع نامتعادل میوه بر روی بوته ها تفسیر کرد که این امر منجر شده است تا ضریب تغییرات در وزن تر میوه به شدت افزایش یافته و غیر معنی داری را نشان دهد. همچنین این احتمال وجود دارد که اگر دوره رشد طولانی تر در نظر گرفته می شد این تعادل برقرار و اثر تیمار با کود معنی دار می شد. مکاریان و شهقلی (۲۰۱۰)، نیز با بررسی تأثیر کودهای زیستی و آلی بر رشد و عملکرد گیاه گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که کاربرد کود ورمی کمپوست و PGPR و همچنین کاربرد هم زمان آن ها می تواند باعث افزایش معنی دار وزن خشک ساقه، سطح برگ، تعداد و عملکرد میوه شود. همچنین تأثیر کودهای شیمیایی بخصوص عناصر نیتروژن، فسفر، روی (Annanurova et al, 1992) و سیلیسیم (Kafi and Rahimi, 2011) بر افزایش خصوصیات رشد و عملکرد گیاهان مختلف بارها توسط محققین گزارش شده است.



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف کودی بر جذب فسفر و برخی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی. تیمارهای کودی شامل، شاهد (NC)، سطح بهینه عناصر (F)، مصرف کود در سطح بهینه + نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم به میزان دو برابر سطح بهینه (2F) و تلفیق کود ورمی‌کمپوست + دو نوع برتر PGPR (V+P) است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ترکیبی کود ورمی‌کمپوست + تلفیق زادمایه مخلوط باکتری‌های محرک رشد گیاه (V+P) و همچنین کاربرد سطوح بالایی از عناصر غذایی (2F) می‌تواند رشد و عملکرد گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد؛ بنابراین می‌توان از تلفیق کود آلی (ورمی‌کمپوست) و PGPR به‌عنوان یک جایگزین جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در مناطقی که مصرف بالای کودهای شیمیایی باعث آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی شده و سلامت جامعه زیستی را تهدید می‌کند، استفاده نمود. از طرفی با توجه به روند روزافزون افزایش جمعیت، نیاز به تأمین مواد غذایی و همچنین اهمیت گوجه‌فرنگی در سبد غذایی مردم و رابطه مستقیم مصرف کودهای شیمیایی با افزایش تولید در واحد سطح، بخصوص در مناطقی که خاک آن‌ها خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ضعیف دارد، می‌توان ترجیحا از تیمار مخلوط کودهای زیستی و آلی (V+P) استفاده کرد.



منابع

- سماوات، س.، لکزین، ا. و ضمیرپور، ع. ۱۳۸۰. تأثیر ورمی کمپوست بر روی شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۵(۲)، ۸۹-۸۳.
- مکاریان، ح. و شهقلی، ح. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای آلی وزیستی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) و کلونیزاسیون باکتری‌ها در خاک. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۹، شماره ۲، ۱۸۵-۱۹۵.
- Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2010). Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*, 46(1), 54-58.
- Alam, M. J., Rahman, M. H., Mamun, M. A., Ahmad, I., & Islam, K. (2006). Enzyme activities in relation to sugar accumulation in tomato. *Proceedings-Pakistan Academy of Sciences*, 43(4), 241.
- Annanurova, M.A., M. Rozyera, T. Tailakoy and L.P. Salvinskoya. (1992). Effects of fertilizers on some physiological process and fruit quality in tomato. *Izvestiga Akademii Nauk Turkmenistana* a. 3:49-59.
- Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., & Shuster, W. (2000). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44(5), 579-590.
- El Zemrany, H., Czarnes, S., Hallett, P. D., Alamercury, S., Bally, R., & Monrozier, L. J. (2007). Early changes in root characteristics of maize (*Zea mays*) following seed inoculation with the PGPR *Azospirillum lipoferum* CRT1. *Plant and soil*, 291(1-2), 109-118.
- Kafi, M., & Rahimi, Z. (2011). Effect of salinity and silicon on root characteristics, growth, water status, proline content and ion accumulation of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 57(2), 341-347.
- Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*. ICARDA.
- Sturz, A. V., & Christie, B. R. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research*, 72(2), 107-123.
- Zamani, Z., Zeinali, H., MASOOD, S. J., & Madani, H. (2014). Effect of nitrogen and phosphorous fertilizers on the yield and secondary metabolites of medicinal plant *Rubia tinctorum* L. under salinity conditions.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Application Effect of Biological and Chemical Treatments on Phosphorus uptake and Improvement of Some Specifications of Tomato Growth and Yield

Cheraghi^{1*}, M., Motesharezadeh², B., Alikhani³, H.A.

¹ MSc student in department of soil science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

² Associated Professor in department of soil science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

³ Professor in department of soil science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Abstract

In order to investigate the integrative consequence of vermicompost with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and different levels of nutrients on the uptake of phosphorus and some growth and yield indices of tomato, a completely randomized design was carried out in the greenhouse of the College of Agriculture and Natural Resources of Tehran University. Treatments including control, the optimum level of elements, nitrogen, phosphorus, zinc and silicon elements were used in two-fold of the optimal level and vermicompost fertilizer + mixture of two types of superior PGPR. Results showed that application of vermicompost fertilizer + superior types of PGPR and fertilizer consist of the two-fold level of nutrients had a significant effect on dry weight of root and leaf surface area and lead to remarkable increase of the weight of fresh fruit ($0.01 > p$). Phosphorus concentration and dry weight of the aerial part were significantly affected by the application of vermicompost fertilizer + two superior types of PGPR ($0.01 > p$). In general, Using a combination of organic (vermicompost) and biological (PGPR) fertilizers can be a proper alternative, even with higher levels of yields, instead of chemical fertilizers; on the other hand, Using a combination of organic and biofertilizer with simultaneous use of high levels of nutrients in areas with poor soils can be a suitable approach for increasing yield and improving soil fertility in the long-term.

Keywords: Vermicompost, PGPR, Nitrogen, Phosphorus, Tomato

* Corresponding author, Email: my.cheraghi@ut.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی اثر مدیریت به‌باغی بر افزایش عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم مضافتی در استان کرمان

حجت دیالمی^{۱*}، اسماعیل راهخدایی^۲^۱ استادیار پژوهشی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.^۲ مربی پژوهشی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

چکیده

بر اساس نتایج تحقیقات متعددی که در کشورهای تولید کننده خرما در رابطه با اثر کاربرد کودهای حاوی عناصر غذایی پرمصرف در ارقام مختلف نخل خرما انجام گرفته، نقش این عناصر غذایی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه خرما به اثبات رسیده است. لذا تأمین میزان بهینه این عناصر برای نخل خرما، از طریق به‌کارگیری روش و سطوح مصرف مناسب، امری ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین گزارش‌های علمی نشان می‌دهند سایر عملیات به‌باغی نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت میوه خرما دارند. در این تحقیق تاثیر عملیات به‌باغی شامل تغذیه نخلستان با کودهای پر-مصرف و کم‌مصرف به روش چالکود بر اساس آزمون خاک، آبیاری، میانه‌کاری، گرده‌افشانی، تنک خوشه، پوشش‌دهی خوشه‌ها، پوشش دم‌خوشه‌ها، هرس برگ، تکریب و مبارزه با آفات، بیماری و علف‌هرز بر عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم مضافتی در استان کرمان، شهرستان‌های ریگان و فهرج، مطالعه گردید. در هر شهرستان، یک نخلستان با ۲۵ اصله نخل به عنوان قطعه تیمار انتخاب و تمامی عملیات به‌باغی بر اساس آخرین یافته‌های تحقیقاتی در آن انجام گردید و در قطعه شاهد این عملیات بر اساس عرف نخلداری محل انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس آزمون T (T test) و به کمک نرم افزار SAS انجام گردید. بر اساس نتایج این تحقیق، اعمال مدیریت به‌باغی، باعث افزایش معنی‌دار متوسط عملکرد یک اصله نخل در قطعه تیمار به میزان ۱۴۰/۹ کیلوگرم نسبت به شاهد به میزان ۵۴/۴ کیلوگرم در سطح اطمینان یک درصد گردید. همچنین وزن، طول و عرض میوه در قطعه تیمار نسبت به قطعه شاهد به ترتیب ۱۸، ۲ و ۵ درصد افزایش نشان داد و باعث بهبود خواص کمی آن گردید.

کلمات کلیدی: کوددهی، آبیاری، تنک خوشه، پوشش‌دهی خوشه

مقدمه

خرما یکی از محصولات مهم باغی استان‌های جنوبی کشور و از محصولات کشاورزی استراتژیک ایران می‌باشد. این محصول در ۱۳ استان کشور تولید می‌شود. بر اساس نتایج تحقیقات متعددی که تاکنون در کشورهای تولید کننده خرما در رابطه با اثر کاربرد کودهای حاوی عناصر غذایی پرمصرف در ارقام مختلف نخل خرما انجام گرفته، نقش این عناصر غذایی در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه خرما به اثبات رسیده است. از طرفی بیشتر نخلداران در نخلستان‌های خود از کودهای شیمیایی تأمین کننده عناصر غذایی نخل خرما استفاده ننموده و یا اینکه در صورت استفاده، آن را به میزان نامناسب مصرف می‌نمایند. به دلیل اهمیت نقش عناصر غذایی، بخصوص عناصر غذایی پر مصرف شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه، تعیین میزان مناسب آنها برای کود دهی نخل خرما ضروری است. نتایج انجام آزمایش بر روی نقش عوامل مدیریتی بر ایجاد عارضه خشکیدگی خوشه خرما در مناطق جیرفت، هرمزگان، بوشهر و خوزستان، نشان داد در نخلستان‌هایی که اصول مدیریتی شامل تنک خوشه‌ها، پوشش خوشه‌ها، تغذیه، مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به‌نحو مطلوب و موثری انجام شده، خسارت عارضه بسیار کم و قابل تحمل بوده است، اما در نخلستان‌هایی که این اصول رعایت نشده، شدت خسارت عارضه بسیار زیاد بوده است. توزیع مناسب مواد غذایی بین میوه‌ها در فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلولی باعث افزایش اندازه میوه‌ها و بهبود خواص کمی و بازاریابی آنها می‌گردد. در فرآیند رشد و تکامل میوه رقابت زیادی بین آنها در جذب آب و مواد غذایی صورت می‌گیرد. عمل تنک کردن ضمن جلوگیری از رقابت شدید بین میوه‌ها برای جذب آب و مواد غذایی، شرایط مناسبی را جهت استفاده بهینه از آب و مواد غذایی قابل دسترس گیاه برای رشد و تکامل میوه‌ها به ویژه در ۸-۶ هفته اول بعد از تشکیل میوه فراهم می‌سازد. عمل تنک اگر چه تعداد میوه‌ها در خوشه را کاهش می‌دهد؛ ولی می‌تواند باعث بهبود برخی خواص کمی و کیفی میوه مانند وزن، طول، قطر و حجم آن گردد که تأثیر تنک روی این ویژگی‌ها بسته به نحوه و زمان تنک و واکنش ارقام مختلف خرما متفاوت است (توکلی و همکاران، ۱۳۷۳).

* ایمیل نویسنده مسئول: dialamy_s@yahoo.com



(۱۳۸۲) گزارش کرد که محلول پاشی با سولفات پتاسیم خالص با غلظت ۵ در هزار و کاربرد عناصر پرمصرف و کم مصرف بر اساس آزمون خاک به روش چالکود باعث افزایش عملکرد و بهبود خواصیات کمی میوه خرمای رقم مضافتی گردید. عواد و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه اثر پتاسیم بر عملکرد و کیفیت خرمای رقم سویدا، گزارش کردند که مصرف کود سولفات پتاسیم به روش پخش سطحی در خاک به همراه محلول پاشی این کود منجر به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه این رقم خرما گردید. این تحقیق با هدف بررسی اثر مدیریت به باغی بر افزایش عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم مضافتی در استان کرمان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در هر کدام از شهرستان‌های ریگان و فهرج استان کرمان، یک نخلستان با ۲۵ اصله نخل به عنوان قطعه تیمار انتخاب و تمامی عملیات به باغی بر اساس آخرین یافته‌های تحقیقاتی در آن انجام گردید و در قطعه شاهد این عملیات بر اساس عرف نخلداری محل انجام شد. عملیات به باغی اجرا شده در قطعات تیمار عبارتند از:

۱. انجام عملیات شخم عمیق و دیسک چپ و راست.
۲. تکریب و هرس نمودن درختان
۳. میانه کاری با یونجه، که از رقم یونجه بغدادی استفاده شد و کاشت بصورت نواری انجام گرفت.
۴. عملیات گرده افشانی که در دوره گرده افشانی بصورت هفته‌ای دو مرتبه انجام شد.
۵. عملیات تنک خوشه‌ها در قطعه تیمار در مرحله گرده افشانی و به روش حذف یک سوم نوک گل آذین انجام شد.
۶. تنظیم نسبت برگ به خوشه. به این صورت که بعد از اتمام فصل گرده افشانی در اردیبهشت ماه به ازاء هر ۱۰-۸ برگ یک خوشه روی هر درخت باقی گذاشته شد و خوشه‌های اضافی حذف شدند.
۷. پوشش دم خوشه‌ها با لیف نخل و پوشش دهی خوشه‌ها با سبذ حصیریدر اواخر مرحله کیمری و ابتدای مرحله خارک و در زمان شروع تغییر رنگ میوه از سبز به جگری انجام گردید.
۸. آبیاری بصورت ۷-۶ روز یکبار انجام شد. نوع آبیاری با توجه به کاشت میانه کاری یونجه در قطعه تیمار بصورت نواری بود. در قطعه شاهد آبیاری بر اساس عرف منطقه هر ۱۲-۱۰ روز یکبار انجام شد.
۹. مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز براساس نیاز انجام شد.
۱۰. تغذیه بهینه نخلستان‌ها: بدین منظور از نخلستان‌های مورد مطالعه نمونه خاک (نمونه مرکب) تهیه و به آزمایشگاه خاک ارسال گردید. سپس با توجه به نتایج آزمون خاک، براساس جداول توصیه کودی مربوط به ارقام نخل خرما اقدام به کوددهی با کودهای حاوی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف به روش چالکود در بهمن ماه گردید (جدول ۱).



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



جدول ۱- مصرف کودهای پرمصرف و کم مصرف در مناطق مختلف به ازای هر اصله نخل

منطقه	ریگان	منطقه فهرج (نخلستان ۱)	منطقه فهرج (نخلستان ۲)
نوع کود	میزان (گرم)	میزان (گرم)	میزان (گرم)
اوره	۲۵۰	۵۰۰	-
سوپر فسفات	۱۵۰۰	۱۳۰۰	۱۵۰۰
سولفات آمونیوم	-	-	۵۰۰
سولفات پتاسیم	۳۵۰۰	۳۵۰۰	۳۰۰۰
سولفات آهن	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
سولفات روی	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
سولفات منگنز	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰
سولفات مس	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر مدیریت به باغی بر افزایش عملکرد و کیفیت میوه خرما در استان کرمان در جدول (۲) ارائه گردیده است. بر اساس این نتایج، اعمال مدیریت به باغی باعث افزایش معنی دار متوسط عملکرد یک اصله نخل در قطعه تیمار به میزان ۱۴۰/۹ کیلوگرم نسبت به شاهد به میزان ۵۴/۴ کیلوگرم در سطح اطمینان یک درصد گردید. همچنین وزن، طول و عرض میوه در قطعه تیمار نسبت به قطعه شاهد به ترتیب ۱،۸، ۲ و ۵ درصد افزایش نشان داد و باعث بهبود خواص کمی آن گردید.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



جدول ۲- مقایسه متوسط عملکرد و صفات کمی خرماي مضافتي در قطعات تیمار و شاهد در هر دو منطقه.

متغیرها	قطعه	میانگین	درجه آزادی	آارزش	P> t
وزن یک عدد خارک (گرم)	تیمار	۱۷/۴	۱۶	۲/۵۷	۰/۰۲۰*
	شاهد	۱۴/۷۴			
وزن یک عدد رطب (گرم)	تیمار	۱۵/۱۵	۱۶	۳/۱۴	۰/۰۰۶**
	شاهد	۱۱/۷۱			
طول یک عدد خارک (سانتی متر)	تیمار	۳/۷۴	۱۶	۱/۰۲	۰/۳۲۲ ns
	شاهد	۳/۶۶			
عرض یک عدد خارک (سانتی متر)	تیمار	۲/۴۶	۱۶	۱/۳۵	۰/۱۹۴ ns
	شاهد	۲/۳۴			
میوه نشینی (درصد)	تیمار	۵۶/۰۳	۱۶	۱/۷۳	۰/۱۰۲ ns
	شاهد	۵۸/۳۲			
وزن خارک یک خوشه (گرم)	تیمار	۲۳۴۱۵	۱۶	۳/۴۴	۰/۰۰۳**
	شاهد	۱۶۷۲۸			
وزن رطب یک خوشه (گرم)	تیمار	۲۰۹۵۱	۱۶	۴	۰/۰۰۱**
	شاهد	۱۲۱۴۰			
وزن خارک یک اصله نخل (گرم)	تیمار	۱۵۸۴۳۱	۱۶	۲/۵۱	۰/۰۲۳*
	شاهد	۱۰۸۷۷۷			
وزن رطب یک اصله نخل (گرم)	تیمار	۱۴۰۹۰۵	۱۶	۳/۰۷	۰/۰۰۷**
	شاهد	۷۹۴۸۰			

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح پنج و یک درصد.



نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده، اعمال مدیریت به‌باغی باعث افزایش معنی‌دار متوسط عملکرد و بهبود کیفیت میوه خرما در قطعه تیمار نسبت به شاهد گردید.

منابع

- بی‌نام. ۱۳۸۲. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۱-۸۰. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۸۷ ص.
- پژمان، ح. ۱۳۸۰. راهنمای خرما (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی. ۲۶۶ ص.
- توکلی، ا.، ع. تفضلی. و م. راحمی. ۱۳۷۳. مقایسه اثر تنک دستی و شیمیایی بر روی کمیت و کیفیت میوه و سال‌آوری نخل خرماي شاهانی. مجموعه مقالات اولین سمینار خرما، ۴ تا ۷ بهمن ماه ۱۳۷۲، بوشهر، ایران. انتشارات معاونت امور باغبانی: ۱۱۸-۱۰۷.
- دیالمی، ح. ۱۳۸۸. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف ازت، فسفر و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی خرماي رقم سایر در استان خوزستان. سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی. تهران.
- راه‌خدایی، ا. ۱۳۸۳. بررسی نقش عوامل به‌زراعیبر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما در استان خوزستان. مؤسسه تحقیقات خرما. ۲۰ ص.
- روستا، م. ۱۳۸۲. تاثیر محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم و کلرور کلسیم بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما رقم مضافتی. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۷. شماره ۲. ۱۳۰-۱۲۳.
- روشن، و. ۱۳۸۳. بررسی اثرات نحوه تنک و نوع پوشش بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. ۴۲ ص.
- روشن، و.، راه‌خدایی، ا. و پژمان، ح. ۱۳۸۱. بررسی اثر عوامل به‌زراعی بر روی عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرماي رقم مضافتی. طرح پایلوت. مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. ۲۴ ص.
- مرعشی، س. ۱۳۸۳. بررسی اثرات نحوه تنک و نوع پوشش بر عارضه پژمردگی و خشکیدگی خوشه خرما. مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. ۶۶ ص.
- Awad, M A, Saleh, M I. and Al-Qurashi, A D. 2014. Effect of potassium soil and foliar spray fertilization on yield, fruit quality and nutrient uptake of 'Seweda' date palm grown in sandy loam soil. Journal of Food, Agriculture & Environment. 12 (1) : 305 - 311.
- Marchner, 1986. Mineral Nutrition in higher plants. Newyork Academic press. 125pp.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of cultural practice management on yield and fruit quantity of Mozafati date in Kerman province

Dialami^{*1}, H., Rahkhodae², I

¹ Assistant Prof., Date Palm and Tropical Fruits Research center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran.

² Research Instructor, Date Palm and Tropical Fruits Research center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran

Abstract

Based on several researchs results that were done about the effect of macronutrient fertilizer on different variety of date palm in date producer countries, importance of the role of these nutrients on increase yield and improve the quality of date fruit were proven. So supply the optimal amount of these elements for date palm via applying the method and levels of proper use is necessary. In this research, the effect of cultural practices including nutrition of date palms with macronutrients and micronutrients fertilizer based on soil analysis by Chalkood method, irrigation, intercropping, pollination, thinning, bunches covering, bunch stalks covering, leaf pruning, frond stub removing and weed control on yield and fruit quantity of Mozafati date cultivar in Kerman province, Fahraj and Rigan regions studied. In every region, a date grove with 25 date palms were selected and in treatment and control parts, cultural practices based on research findings and local custom were done respectively. Data were analyzed and evaluated by T-test statistical program with SAS program software. The results showed that yield and some fruit quantities was increased significantly in treatment part relative to control by applying date cultural practices ($P < 1\%$).

Keywords: Fertilization , Irrigation, Bunche Thinning, Bunche Covering

* Corresponding author, Email: dialamy_s@yahoo.com

اثر کاربرد سیلیسیم به فرم میکرو و نانو بر میزان رنگیزه‌های گیاهی برگ توت‌فرنگی در کشت بدون خاک

رحمان یوسفی^{۱*} و محمود اثنی‌عشری^۲

^۱ دانش‌آموخته دکترای علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا همدان و عضو هیئت علمی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

^۲ عضو هیئت علمی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید می‌باشد که اثرات مثبت آن بر رشد و نمو گیاهان مختلف گزارش شده است. اثر مثبت این عنصر بر افزایش رنگیزه‌های گیاهی برگ که بر میزان فتوسنتز و رشد گیاه تاثیر مستقیمی دارند در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. در این پژوهش تاثیر کاربرد غلظت‌های مختلف عنصر سیلیسیم (۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر) به دو فرم میکروسیلیسیم و نانوسیلیسیم و با دو روش محلول‌پاشی برگ و محلول‌دهی ریشه‌ای بر میزان رنگیزه‌های گیاهی برگ توت‌فرنگی شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدهای برگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد سیلیسیم باعث افزایش میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل نسبت به شاهد شد ولی بر میزان کاروتنوئیدهای برگ تاثیر معنی‌داری نداشت. تاثیر نانوسیلیسیم به روش محلول‌دهی ریشه‌ای نسبت به میکروسیلیسیم و روش محلول‌پاشی برگی بهتر بود. بیشترین میزان کلروفیل کل به میزان ۲/۴۲۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ در تیمار محلول‌دهی ۶۰ میلی‌گرم در لیتر نانوسیلیسیم به روش محلول‌دهی ریشه‌ای به دست آمد.

واژگان کلیدی: میکرو، نانو، کلروفیل، کاروتنوئیدها

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria ananassa* متعلق به تیره *Rosaceae* یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی با ارزش غذایی و تجاری بالا در سرتاسر جهان است (جلیلی‌مردی، ۱۳۸۶). این محصول در نقاط مختلف دنیا و ایران کشت می‌شود و به دلیل داشتن عطر، طعم و محتویات سرشار از ویتامین و آنتی‌اکسیدان‌ها کاملاً شناخته شده است و جایگاه خود را در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در جهان پیدا کرده است (Giampieri و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از عوامل مؤثر در رشد توت‌فرنگی تغذیه بهینه آن با عناصر مختلف طی مراحل رشد و نمو آن است. سیلیسیم به عنوان دومین عنصر فراوان پوسسته زمین (۳۱٪) بعد از اکسیژن (۴۹٪) است (Corrales و همکاران، ۱۹۹۷). مطالعات متعدد نشان داده است که این عنصر آثار مثبتی بر رشد و عملکرد گیاهان دارد (Ma و Takahashi، ۲۰۰۲؛ Ma، ۲۰۰۴). از منابع سیلیسیمی که در تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به منابع سیلیکاتی همچون سیلیکات‌سدیم و پتاسیم و منابع اکسیدی همچون اکسیدسیلیسیم و نیز دیگر منابع مانند اسیدسیلیسیک اشاره کرد. با وجود فراوانی سیلیسیم در پوسسته زمین اکثر ترکیبات آن قابل جذب برای گیاه نیست و در تولیدات گلخانه‌ای با محیط‌های کشت بدون خاک و یا آبکشت و محلول‌های غذایی متداول نیز سیلیسیم اضافه نمی‌شود و بدین ترتیب کاربرد سیلیسیم در این گونه کشت‌ها اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (Talgar و همکاران، ۲۰۱۱). نوع منبع سیلیسیمی و روش کاربرد آن در تجمع سیلیسیم در بافت گونه‌های مختلف گیاهی به طرز بالایی اثر دارد (Deshmukh و همکاران، ۲۰۱۷). در تغذیه گیاهان توت‌فرنگی در گلخانه سیلیسیم در محلول غذایی و تغذیه گیاه به کار گرفته نمی‌شود. لذا با توجه به اثرات مثبتی که این عنصر در رشد گیاهان بر جای می‌گذارد، هدف این پژوهش بررسی اثر عنصر سیلیسیم در دو اندازه میکرو و نانوذرات و به دو روش کاربرد محلول‌پاشی برگ و محلول‌دهی ریشه‌ای بر تغییرات میزان رنگیزه‌های گیاهی که بر میزان فتوسنتز و رشد و نمو گیاه توت‌فرنگی موثر هستند، بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت یک آزمایش فاکتوریل دارای ۳ فاکتور بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار ۴ گیاه اجرا شد. فاکتور اول نوع سیلیسیم در ۲ مقیاس میکرو و نانوذرات دی‌اکسید سیلیسیم، فاکتور دوم غلظت سیلیسیم در ۴ سطح شامل ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر و فاکتور سوم روش کاربرد در ۲ سطح شامل محلول‌پاشی برگ و محلول‌دهی ریشه‌ای بود. دو تیمار شاهد (محلول‌پاشی برگی آب مقطر و محلول‌دهی ریشه‌ای فاقد سیلیسیم) نیز برای مقایسه با سایر تیمارها در نظر گرفته شد. بدین منظور نشاهای گلدانی توت‌فرنگی رقم کاماروزا از شرکت

آشپان سبز عماد در شهر هشتگرد استان البرز تهیه و پس از انتقال به گلخانه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا همدان در کیسه‌های کشت پلاستیکی (با ابعاد ۴۰ سانتی‌متر ارتفاع و ۲۵ سانتی‌متر قطر دهانه) محتوی مخلوطی از کوکوپیت و پرلایت به نسبت حجمی ۱:۱ کشت شدند. گیاهان توت‌فرنگی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و تحت شرایط نور طبیعی پرورش یافتند. از محلول غذایی هوگلند کامل به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر در هر گلدان و ۳ بار در هفته برای آبیاری و تغذیه گیاهان تا پایان دوره آزمایش (۴ ماه) استفاده شد. تیمارهای سیلیسیم در دو مرحله صورت گرفت، مرحله اول در زمان آغاز رشد رویشی (مرحله ۴-۵ برگ) و مرحله دوم دو هفته بعد از پایان اعمال تیمار مرحله اول بود. هر کدام از مراحل اعمال تیمار یک هفته طول می‌کشید، بدین ترتیب که در طول یک هفته سه مرتبه تیمارها با فاصله یک روز در میان به صورت محلول‌پاشی برگ‌ی و یا محلول‌دهی ریشه‌ای تکرار شدند. در مجموع برای هر تیمار در دو مرحله شش مرتبه اعمال تیمار به صورت محلول‌پاشی برگ‌ی و یا محلول‌دهی ریشه‌ای صورت گرفت. سایر عملیات زراعی و تغذیه‌ای برای تمامی بوته‌ها تا پایان دوره آزمایش به صورت یکسان انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، b و کل و نیز کاروتنوئیدها از روش گزارش‌شده توسط Yang و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. بدین ترتیب که ۰/۲۵ گرم نمونه برگ تازه در هاون چینی با استفاده از ازت مایع پودر گردید و با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ کاملاً ساییده شد. سپس عصاره حاصله برای مدت ۵ دقیقه با دور ۱۵۰۰ سانتریفیوژ شد، محلول روئی نگه داشته و رسوب آن دور ریخته شد. حجم نهایی عصاره گیاه با استون ۸۰٪ به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و میزان جذب در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل کری ۱۰۰، واریان) قرائت گردید که به ترتیب پیک‌های جذب اصلی کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها هستند. میزان رنگیزه‌های برگ با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر (mg/gr FW) گزارش گردید.

$$\text{Chl a} = 12.25 A_{663} - 2.55 A_{646} \times V/W$$

$$\text{Chl b} = 20.31 A_{646} - 4.91 A_{663} \times V/W$$

$$\text{Chl a+b} = 17.76 A_{646} + 7.34 A_{663} \times V/W$$

$$\text{Car} = 4.69 A_{440} - 0.267 \text{Chl a+b} \times V/W$$

که در رابطه های فوق

V حجم نهایی عصاره گیاهی بر حسب میلی‌لیتر، W وزن تر بافت برگ بر حسب میلی‌گرم، Chl a میزان کلروفیل a، Chl b میزان کلروفیل b، Chl a+b میزان کلروفیل کل، Car میزان کاروتنوئیدها، A₆₆₃ میزان جذب نور در طول موج ۶۶۳ نانومتر، A₆₄₆ میزان جذب در طول موج ۶۴۶ نانومتر و A₄₄₀ میزان جذب نور در طول موج ۴۴۰ نانومتر می‌باشند. داده‌های به دست آمده با استفاده از برنامه آماری SAS تجزیه و تحلیل آماری شدند و میانگین‌های به دست آمده با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

کلروفیل a

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر جداگانه غلظت و اثر متقابل دوگانه سیلیسیم و غلظت و نیز اثر متقابل سه‌گانه سیلیسیم، غلظت و روش کاربرد در سطح ۰/۱٪ بر میزان کلروفیل a اثر معنی‌دار داشت. سایر اثرات جداگانه و متقابل فاکتورهای مورد بررسی بر این شاخص غیر معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بین میانگین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت و کاربرد سیلیسیم باعث افزایش میزان کلروفیل a شد به طوری که در تیمار شاهد محلول‌پاشی و محلول‌دهی به ترتیب مقادیر ۱/۳۵۵ و ۱/۴۲۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ ثبت گردید که این میزان در کاربرد غلظت‌های ۶۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر نانو سیلیسیم به بیشترین مقدار رسید و با شاهد تفاوت معنی‌دار داشت.

کلروفیل b

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر جداگانه سیلیسیم و غلظت و اثر متقابل آن دو در سطح ۰/۱٪ و اثر متقابل سه‌گانه فاکتورهای مورد بررسی در سطح ۰/۵٪ بر میزان کلروفیل b معنی‌دار بود. سایر اثرات جداگانه و متقابل فاکتورهای مورد بررسی بر این شاخص اثر معنی‌داری نداشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) برای کلروفیل b نشان داد که بین میانگین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید و کاربرد سیلیسیم باعث افزایش میزان کلروفیل b نسبت به شاهد شد. کمترین میزان کلروفیل b از تیمار محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر میکروسیلیسیم به مقدار ۰/۳۱۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ به دست آمد که البته اختلاف آن با تیمارهای شاهد محلول‌پاشی و محلول‌دهی معنی‌دار نبود. به طور کلی کمترین مقادیر کلروفیل b در تیمارهای شاهد و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر میکروسیلیسیم به هر دو صورت محلول‌پاشی برگ‌ی و محلول‌دهی ریشه‌ای

مشاهده شد. بیشترین مقدار کلروفیل b از تیمار محلول دهی ۶۰ میلی گرم در لیتر نانوسیلیسیم به مقدار ۰/۶۹۸ میلی گرم در گرم وزن تر برگ به دست آمد که نسبت به تیمارهای شاهد و اکثر دیگر تیمارها دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت، روش کاربرد و نوع سیلیسیم بر غلظت رنگیزه‌های برگ توت‌فرنگی

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئیدها
تجزیه فاکتوریل					
سیلیسیم	۱	۰/۰۰۱۷ns	۰/۰۹۷۹**	۰/۱۲۵۹**	۰/۰۰۰۰۸ns
غلظت	۳	۰/۱۸۸۷**	۰/۰۷۹۵**	۰/۵۰۹۸**	۰/۰۰۳۷۸۷**
سیلیسیم×غلظت	۳	۰/۰۶۸۲**	۰/۰۳۰۶**	۰/۰۴۱۶**	۰/۰۰۰۴۶۷ns
روش کاربرد	۱	۰/۰۰۴۷ns	۰/۰۰۱۵ns	۰/۰۱۱۷ns	۰/۰۰۰۰۰۳ns
سیلیسیم×روش کاربرد	۱	۰/۰۲۹۱ns	۰/۰۱۲۷ns	۰/۰۰۳۳ns	۰/۰۰۲۰۰۵ns
غلظت×روش کاربرد	۳	۰/۰۰۲۵ns	۰/۰۰۲۹ns	۰/۰۰۹۶ns	۰/۰۰۰۲۳۵ns
سیلیسیم×غلظت×روش کاربرد	۳	۰/۰۶۲۱**	۰/۰۲۲۷*	۰/۰۴۲۷**	۰/۰۰۰۲۶۶ns
خطا	۳۲	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۶۱	۰/۰۱۰۲	۰/۰۰۰۹۷۴
ضریب تغییر (%)	-	۷/۶۹	۱۴/۴۹	۴/۹۴	۱۳/۱۲

ns و *، ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۱، ۰/۰۵ و غیر معنی دار

کلروفیل کل (a+b)

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثرات جداگانه سیلیسیم و غلظت و اثر متقابل آنان و نیز اثر متقابل سه‌گانه فاکتورهای مورد بررسی در سطح ۰/۱ بر میزان کلروفیل کل معنی دار گردید، ولی سایر اثرات جداگانه و متقابل فاکتورهای مورد بررسی بر این شاخص تأثیر معنی دار نداشتند. بین میانگین تیمارهای مختلف از نظر میزان کلروفیل کل تفاوت معنی دار مشاهده گردید (جدول ۲). کمترین میزان کلروفیل کل در تیمار شاهد محلول پاشی با ۱/۷۲۵ میلی گرم در گرم وزن تر برگ و بیشترین مقدار آن در تیمار محلول دهی ۶۰ میلی گرم در لیتر نانوسیلیسیم با ۲/۴۲۰ میلی گرم در گرم وزن تر برگ وجود داشت که اختلاف بین بیشترین مقدار به دست آمده با شاهدها و دیگر تیمارها معنی دار بود (جدول ۲). بین محلول دهی و محلول پاشی غلظت‌های ۶۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر نانوسیلیسیم تفاوت معنی دار دیده نشد (جدول ۲).

کاروتنوئیدها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که به غیر از اثر جداگانه غلظت که در سطح ۰/۱ معنی دار شد، باقی اثرات جداگانه و متقابل دوگانه و سه‌گانه فاکتورهای مورد بررسی بر میزان کاروتنوئیدهای برگ تأثیر معنی داری در سطوح احتمال ۰/۱ و ۰/۰۵ نداشتند. مقایسه میانگین اثرات جداگانه غلظت (جدول ۳) نشان داد که در بین غلظت‌ها، غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر نسبت به دیگر غلظت‌ها باعث تجمع بیشترین میزان کاروتنوئیدها شد که با غلظت‌های ۶۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر دارای اختلاف معنی دار بود.

نتایجی که در خصوص تأثیر سیلیسیم بر رنگیزه‌های برگ به دست آمد نشانگر آن بود که کاربرد این عنصر باعث افزایش میزان کلروفیل a، b و کل برگ گردید، ولی روی کاروتنوئیدهای برگ اثر معنی داری نداشت. کلروفیل یکی از ترکیبات اصلی کلروپلاست است که در فرایند فتوسنتز دخیل می‌باشد. اثر مثبت سیلیسیم بر محتوای کلروفیل برگ به اثبات رسیده است (Shen و همکاران، ۲۰۱۰؛ Haghghi و Pessarakli، ۲۰۱۳). افزایش میزان کلروفیل در نتیجه کاربرد سیلیسیم در گیاهان مختلفی گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به چغندر لبویی (بهتاش و همکاران، ۱۳۸۹)، طالبی (نظافتی و همکاران، ۱۳۹۲)، گاوزبان دارویی (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲)، خیار (Adatia و Besford، ۱۹۸۶) و برنج (Agarie و همکاران، ۱۹۹۳) اشاره کرد که نتایج این تحقیق با نتایج گزارشات ذکر شده مطابقت دارد. در تحقیق حاضر مشاهده گردید که سیلیسیم به فرم نانوذرات دارای تأثیر گذاری بیشتر و با اختلاف معنی داری نسبت به سیلیسیم به فرم میکروذرات بود که این نتیجه با نتایج Suriyaprabha و همکاران (۲۰۱۲) در ذرت و Haghghi و Pessarakli (۲۰۱۳) در گوجه‌فرنگی که گزارش دادند کاربرد سیلیسیم باعث افزایش معنی دار کلروفیل a، b و کل گردید و نانوسیلیسیم نسبت به فرم بالک آن دارای تأثیر بهتر و با اختلاف معنی دار بود، مطابقت دارد. تأثیر سیلیسیم بر افزایش مقدار کلروفیل برگ از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز (Adatia و Besford، ۱۹۸۶) و جلوگیری از تخریب کلروفیل توسط سیلیسیم می‌باشد

(حقیقی و مظفریان، ۱۳۹۳). محققان سیلیسیم را عامل مؤثر در افزایش تولید آنزیم روبیسکو دانسته‌اند (Besford و Adata، ۱۹۸۶). افزایش فعالیت چرخه کلوین در اثر افزایش آنزیم روبیسکو، کمبود سوبسترای لازم برای چرخه را به دنبال داشته که در پی آن ساخت رنگدانه‌های فتوسنتزی و در رأس آن‌ها محتوای کلروفیل در واحد سطح برگ برای تأمین انرژی لازم افزایش می‌یابد (سعادتیان و کافی، ۱۳۹۴). از جمله دلایل افزایش میزان کلروفیل در تیمار سیلیسیم می‌توان به تأثیر سیلیسیم در افزایش کارایی فتوسیستم ۲ اشاره کرد که توسط Al-aghabary و همکاران (۲۰۰۵) در گیاه گوجه‌فرنگی گزارش شده است.

جدول ۲- اثر متقابل سیلیسیم، غلظت و روش کاربرد بر غلظت کلروفیل‌های a، b و کل در برگ توت‌فرنگی

تیمار	غلظت (mg/l)	کلروفیل a		کلروفیل b		کلروفیل کل	
		محلولپاشی	محلول دهی	محلولپاشی	محلول دهی	محلولپاشی	محلول دهی
شاهد	۰	۱/۳۵۵c-f	۱/۴۲۶b-f	۰/۳۶۹f	۰/۳۵۸f	۱/۷۲۵j	۱/۷۸۵ij
میکروسیلیسیم	۲۰	۱/۴۲۶b-f	۱/۵۳۲a-e	۰/۳۱۵f	۰/۳۸۸ef	۱/۷۴۲ij	۱/۹۲۰f-i
	۴۰	۱/۵۱۲a-e	۱/۳۱۸ef	۰/۴۱۱def	۰/۵۷۱abc	۱/۹۲۳f-i	۱/۸۹۰g-j
	۶۰	۱/۵۶۴abc	۱/۵۵۷abc	۰/۵۴۰bcd	۰/۵۹۱abc	۲/۱۰۵c-f	۲/۱۴۸b-e
	۸۰	۱/۵۶۳abc	۱/۵۳۹a-d	۰/۶۲۱abc	۰/۵۱۴cde	۲/۱۸۵bcd	۲/۰۵۴d-g
	۲۰	۱/۳۲۹def	۱/۲۲۵f	۰/۵۸۲abc	۰/۵۵۱bcd	۱/۹۱۱g-j	۱/۷۷۷ij
نانوسیلیسیم	۴۰	۱/۲۸۵f	۱/۵۷۳abc	۰/۵۲۹cd	۰/۴۱۶cde	۱/۸۱۴h-j	۱/۹۹۰e-h
	۶۰	۱/۶۳۱ab	۱/۷۲۲a	۰/۶۷۸ab	۰/۶۹۸a	۲/۳۰۹ab	۲/۴۲۰a
	۸۰	۱/۶۷۱a	۱/۶۷۲a	۰/۵۹۱abc	۰/۶۳۰abc	۲/۲۶۲abc	۲/۳۰۳ab

میانگین‌های با حروف مشابه در هر دو ستون مربوط به هر صفت بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات جداگانه غلظت بر میزان

کاروتنوئیدهای برگ توت‌فرنگی

غلظت (mg/l)	کاروتنوئیدها (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ)
۲۰	۰/۲۴۲ab
۴۰	۰/۲۵۹a
۶۰	۰/۲۳۱b
۸۰	۰/۲۱۷b

میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف

معنی‌دار ندارند.

نتایج این پژوهش نشان داد که سیلیسیم یکی از عناصر غذایی مفید است که باعث افزایش میزان کلروفیل برگ توت‌فرنگی در شرایط کشت گلخانه می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش استفاده از سیلیسیم به صورت محلول‌دهی ریشه‌ای و در غلظت‌های محدوده ۶۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین تیمار بود. در این باره استفاده از نانوذرات سیلیسیم به خاطر اثرگذاری بهتری که در این تحقیق مشاهده شد، پیشنهاد می‌شود. در هر حال استفاده از سیلیسیم در تغذیه گیاه توت‌فرنگی با توجه به تأثیری که بر میزان رنگیزه‌های کلروفیل برجای می‌گذارد باعث افزایش سبزیگی گیاه و به دنبال آن افزایش میزان فتوسنتز و رشد و عملکرد گیاه خواهد شد.

منابع

- بهتاش، ف.، طباطبایی، س. ج.، ملکوتی، م. ج.، سرورالدین، م. ح. و اوستان، ش. ۱۳۸۹. اثر کادمیم و سیلیسیم بر رشد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی چغندر لبویی. مجله دانش کشاورزی پایدار، ۲۰ (۱)، ۵۳-۶۷
- ترابی، ف.، مجد، ا.، انتشاری، ش. و آریان، س. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر سیلیکون بر برخی پارامترهای آناتومیکی و فیزیولوژیکی گیاه گاوزبان دارویی (*Borago officinalis* L.) در شرایط کشت هیدروپونیک. مجله سلول و بافت، ۴ (۳)، ۲۷۵-۲۸۵.
- جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه‌های ریز. چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۹۷ ص.
- حقیقی، م. و مظفریان، م. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات رویشی، مورفولوژیک و فتوسنتزی گوجه‌فرنگی در اثر سیلیسیم و نانوسیلیسیم افزوده شده به محلول غذایی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال پنجم، ۱۹، ۳۷-۴۷.
- سعادتیان، ب. و کافی، م. ۱۳۹۴. بررسی نقش تغذیه‌ای نانوذرات سیلیسیم بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و تولید ریزغده سیب‌زمینی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۲ (۱)، ۱۷۳-۱۹۰.
- نظافتی، ز. و آروین، م. ج. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد برگی سیلیسیم، کلسیم و پتاسیم بر ویژگی‌های رشد و عملکرد محصول گیاهان طالبی. اولین همایش ملی الکترونیکی مباحث نوین در علوم باغبانی، دانشگاه جهرم، انجمن علمی مهندسی علوم باغبانی.
- Adatia, M.H. and Besford, R.T. 1986. The Effects of silicon on Cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany*, 58, 343-351.
- Agarie, S., Uchida, H., Agata, W., Kubota, F. and Kaufman, P.B. 1993. Effect of silicon on growth, dry matter production and photosynthesis in rice plant (*Oryza stiva*). *Crop Production and Improvement Technology*, 34, 225-234.
- Al-aghaby, K., Zhu, Z. and Shi, Q. 2005. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 2101-2115.
- Corrales, I., Poschenrieder, C. and Barcello, J. 1997. Influence of silicon pretreatment on aluminium toxicity in maize roots. *Plant and Soil*, 199, 203-209.
- Deshmukh R.K., Ma J.F. and Bélanger, R.R. 2017. Editorial: Role of Silicon in Plants. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1858. doi: 10.3389/fpls.2017.01858
- Giamperio, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J.M., Quiles, J.L., Mezzetti, B. and Battino, M. 2012. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28, 9-19.
- Haghighi, M. and Pessarakli, M. 2013. Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherrytomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) at early growth stage. *Scientia Horticulturae*, 161, 111-117.
- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plant to biotic and abiotic stresses. *Soil Science*, 50, 11-18.
- Ma, J.F. and Takahashi, E. 2002. *Soil, Fertilizer, and plant silicon research in japan*. Elsevier, The Netherlands, p:281.
- Shen, X., Zhou, Y., Duan, L., Li, Z., Eneji, A.E. and Li, J. 2010. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. *Journal of Plant Physiology*, 167(15), 1248-1252.
- Suriyaprabha, R., Karunakaran, G., Yuvakkumar, R., Prabu, P., Rajendran, V. and Kannan, N. 2012. Growth and physiological responses of maize (*Zea mays* L.) to porous silica nanoparticles in soil". *Journal of Nanoparticle Research*, 14, 1294. 1-14.



Talgar, S., Gu, J.X., Xu, C.S., Yang, Z., Zhao, Q., Liu, Y.X. and Liu, Y.C. 2011. Phytotoxic and genotoxic effects of ZnO nanoparticles on garlic (*Allium sativum* L.): A morphological study. *Nanotoxicology*, 1, 1-8.

Yang, Ch., Chang, M., Yin, K.W., Hung, M.H. 1998. Methods for the determination of the chlorophylls and their derivatives. *Taiwania*, 43(2), 116-122



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of silicon application in forms of micro and nano on leaf pigments content of strawberry in soilless culture condition

Rahman Yousefi*¹ and Mahmood Esna-ashari²

¹ PhD Graduated of Bu-Ali Sina University in Hamadan and Member of Academic Staff in Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

² Member of academic staff in Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Abstract

Silicon is a beneficial nutrient element that has been shown to have positive effects on the growth and development of various plants. The positive effect of this element on the increase of leafy plant pigments, which has a direct effect on the amount of photosynthesis and plant growth, has been proved in various studies. In this study, the effect of various concentrations of silicon element (20, 40, 60 and 80 mg/l) in two forms of micro-silica and nano-silica and with two methods of foliar application and root feeding on the amount of plant pigments of strawberry leaves including chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and leaf carotenoids were investigated. The results showed that the use of silicon increased chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content compared to control, but did not have a significant effect on leaf carotenoids. The effect of nano-silica was better in root feeding form than micro-silica and foliar application method. The highest total chlorophyll content was obtained at a rate of 2.420 mg/g of fresh leaf weight in 60 mg/l of nano-silica treatment by root feeding.

Keywords: Micro, Nano, Chlorophyll, Carotenoids

*Corresponding author, Email: r.yousefi66@areeo.ac.ir



محور مقاله: تنش کم آبی گیاه و روش های نگهداری آب در خاک

اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی تحت تنش خشکی

سیدماشاله حسینی^{۱*}، زهره امینی^۲

^۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

^۲ کارشناس ارشد زراعت، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اقلید، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اقلید، ایران

چکیده

با توجه به خشکسالی های اخیر و اهمیت مدیریت مزرعه در شرایط کمبود آب و به منظور تعیین تأثیر سالیسیلیک اسید در مقاومت به خشکی لوبیا چیتی این پژوهش به صورت آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل اعمال تنش در مرحله قبل از گلدهی و آبیاری در حالت نرمال بود. فاکتور فرعی محلول پاشی شاخ و برگ با استفاده از محلول اسید سالیسیلیک (در مرحله قبل از گلدهی) در سه سطح (صفر، صد و دویست میلی گرم در لیتر) بود. بذر مورد استفاده لوبیا چیتی رقم صالح از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اقلید تهیه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال تنش باعث کاهش معنی دار عملکرد و اجزای عملکرد و سایر صفات لوبیا شامل عملکرد زیستی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن یکصد دانه شده است همچنین اثر متقابل تنش و اسید سالیسیلیک نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش اثر تنش بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا شده است. طبق نتایج بدست آمده در شرایط کمبود آب و تنش خشکی محلول پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت صد میلی گرم در لیتر به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد دانه لوبیا توصیه می شود.

کلمات کلیدی: تنظیم کننده رشد، حبوبات، کم آبی

مقدمه

در کشور ایران حبوبات با مصرف سرانه ۴/۸ کیلوگرم، نقش مهمی در تغذیه مردم کم درآمد ایفا می نماید (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). تنش خشکی از مهم ترین و گسترده ترین تنش های محیطی است که بر رشد و تولید گیاهان زراعی تأثیر منفی می گذارد. در کل اراضی قابل کشت دنیا حدود ۲۶ درصد با تنش خشکی مواجه هستند. در معمولی ترین حالت، تنش خشکی به صورت یک دوره زمانی بدون باران کافی توصیف می شود. اما کمبود آب در گیاهان از دیدگاه فیزیولوژی به وضعیتی اطلاق می شود که در آن سلول ها از حالت آماس خارج شده باشند (باگاتا و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به قرارگرفتن ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک، توجه به اثرات تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد گیاه ضروری به نظر می رسد. تنش رطوبتی از مهم ترین عوامل محدودکننده تولید لوبیا در سرتاسر جهان است (تران و سینگ، ۲۰۰۲). در بین عوامل مؤثر در تغییرات عملکرد و راندمان، شاید هیچ عاملی بیشتر از کمبود آب عملکرد را تحت تأثیر قرار ندهد. بنابراین هر گونه کمبود آب، کاهش قابل توجهی را در تولید زیست توده و در نهایت تولید محصول در پی خواهد داشت (راحمون و همکاران، ۲۰۰۵). از زمان شناسایی هورمون های گیاهی تلاش برای استفاده از آنها به صورت کاربرد خارجی برای بهبود عملکرد مورد توجه پژوهشگران بوده است (افضل و همکاران، ۲۰۰۶). در این زمینه مطالعات متعددی با استفاده از هورمون های گیاهی برای افزایش تحمل تنش در گیاهان زراعی انجام گرفته است (امین و همکاران، ۲۰۰۷). سالیسیلیک اسید ترکیبی فنولی است که جزء فیتوهورمون ها به شمار می آید و دارای اثراتی بر متابولیسم و بیوسنتز و همچنین فعالیت های اکسیداتیو و فعالیت های بیولوژیکی نظیر رشد و نمو، فتوسنتز، تنفس، جذب و انتقال یون ها، تغییر فعالیت برخی آنزیم های مهم و ساختار کلروپلاست می باشد. در مطالعه ای به منظور بررسی اثر تنش

* ایمیل نویسنده مسئول: mhosseini20@yahoo.ca

خشکی و اسید سالیسیلیک روی رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ارقام زراعی آفتابگردان مشاهده شد که تنظیم کننده رشد اسید سالیسیلیک، سبب کاهش معنی دار خسارت ناشی از سطوح مختلف تنش خشکی نسبت به تیمارهای شاهد در هر دو رقم یوروفلور و هایسون ۳۳ گردید (نعمت الهی و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی های انجام شده نشان دهنده این است که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش رشد، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا تحت شرایط تنش خشکی گردیده است و سالیسیلیک اسید می تواند به عنوان یک تنظیم کننده رشد لوبیا تحت شرایط تنش خشکی عمل کند (صادق پور و آقایی، ۲۰۱۲ و آجوستینی و همکاران، ۲۰۱۳). هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد لوبیا چیتی در شرایط کم آبی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اقلید در شمال استان فارس برای تعیین تأثیر اسید سالیسیلیک و پتاسیم در مقاومت به خشکی لوبیا چیتی اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل اعمال تنش در مرحله قبل از گلدهی آبیاری در حالت نرمال بود. در شهرستان اقلید مرحله قبل از گلدهی زراعت لوبیا با آخرین آبیاری گندم هم زمان می‌باشد. بنابراین نوعی کم آبی در مزرعه ایجاد می‌شود. لذا با قطع یک دور آبیاری قبل از مرحله گلدهی تنش اعمال شد. در حالت نرمال با توجه به عرف منطقه آبیاری انجام شد. محلول پاشی شاخ و برگ با استفاده از محلول اسید سالیسیلیک در مرحله قبل از گلدهی در سه سطح (صفر، صد و دویست میلی گرم در لیتر) بود. بذر مورد استفاده لوبیا چیتی رقم صالح از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اقلید تهیه گردید. کرت ها شامل ۴ خط کاشت با طول ۵ متر، فاصله کرت‌ها از هم ۵۰ سانتی متر و فاصله بلوک‌ها دو متر بود. قبل از تهیه بسترکشت از خاک مزرعه در چندین نقطه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر نمونه برداری و یک نمونه مرکب تهیه و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال شد.



شکل ۱. نمایی از کرت‌های مورد آزمایش

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تنش آبی، اثرمتقابل تنش و اسید سالیسیلیک قرار گرفت. مقایسه میانگین های اثر اصلی تنش نشان داد که تنش باعث کاهش معنی دار عملکرد دانه لوبیا شد بطوریکه اعمال تنش ۴۰ درصد کاهش عملکرد را به دنبال داشته است (جدول ۱). اثرمتقابل تنش و اسید سالیسیلیک بیانگر این است که مصرف صد میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در شرایط تنش باعث افزایش قابل توجه عملکرد شد (جدول ۱). نسبت سود به هزینه برای تیمار یک صد میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک برابر ۱/۲۵ محاسبه گردید. در بین عوامل مؤثر در تغییرات عملکرد و راندمان، شاید هیچ عاملی بیشتر از کمبود آب عملکرد را تحت تأثیر قرار ندهد. بنابراین هر گونه کمبود آب، کاهش قابل توجهی را در تولید زیست توده و در نهایت تولید محصول در پی خواهد داشت (راحمون و همکاران، ۲۰۰۵). تنش

رطوبتی عملکرد دانه را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب کاهش آن می‌شود (بیات، ۱۳۸۷). به گزارش پژوهشگران، تنش رطوبتی تأثیرات بسیار نامطلوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا می‌گذارد (بیات، ۱۳۸۷) و (روسالس سرنا و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۱- اثر اصلی و اثر متقابل تنش و سالیسیلیک اسید بر صفات اندازه گیری شده

اثر اصلی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته
T ₁	۱۱۱۶b	۲۸۵۰b	۴۱/۵۸۱b	۸/۷۲۲a	۳۳/۱۵۷a
T _۲	۱۸۵۹a	۴۶۹۱a	۴۴/۶۶۸a	۸/۳۵۱a	۲۹/۰۷۴a
S _۱	۱۴۴۶a	۳۷۴۱۲b	۴۳/۲۶۹a	۸/۱۸۰a	۳۱/۰۰۰a
S _۲	۱۴۹۶a	۴۰۲۵a	۴۲/۸۵۸a	۸/۳۰۵a	۳۱/۶۳۹a
S _۳	۱۵۲۱a	۳۵۴۴c	۴۳/۲۴۷a	۹/۱۲۵a	۳۰/۷۰۸a
اثر متقابل					
T _۱ S _۱	۹۷۶d	۲۵۵۰d	۴۱/۵۵۹b	۷/۸۶۱b	۳۳/۷۵۰a
T _۱ S _۲	۱۲۶۷c	۳۲۳۳c	۴۱/۶۱۶b	۸/۴۷۲ab	۳۲/۳۶۱a
T _۱ S _۳	۱۱۰۴cd	۲۷۶۷d	۴۱/۵۶۹b	۹/۸۳۳a	۳۳/۳۶۱a
T _۲ S _۱	۱۹۳۷a	۷۹۳۳a	۴۴/۹۷۸a	۸/۵۰۰ab	۲۸/۲۵۰a
T _۲ S _۲	۱۷۲۵b	۴۸۱۷a	۴۴/۱۰۱a	۸/۱۳۸b	۳۰/۹۱۷a
T _۲ S _۳	۱۹۱۵ab	۴۳۲۲b	۴۴/۹۲۵a	۸/۴۱۶ab	۲۸/۰۵۶a

T_۱: تنش، T_۲: بدون تنش، S_۱: بدون سالیسیلیک اسید، S_۲: صد میلیگرم سالیسیلیک اسید، S_۳: دوپست میلیگرم سالیسیلیک اسید.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد زیستی به طور معنی داری تحت تأثیر تنش آبی، اسید سالیسیلیک، اثر متقابل تنش و اسید سالیسیلیک قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثر اصلی تنش نشان داد که تنش باعث کاهش معنی دار عملکرد زیستی شد بطوریکه اعمال تنش ۳۹/۲۴ درصد کاهش عملکرد زیستی را به دنبال داشت. مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش عملکرد زیستی لوبیا شد. بطور مثال مصرف صد میلی گرم در لیتر باعث ۷/۶ درصد افزایش عملکرد زیستی گردید.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن یکصد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تنش آبی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد تنش خشکی باعث کاهش معنی دار وزن صد دانه شده است بطوریکه کاهش ۷/۴۲ درصدی وزن یکصد دانه را در بر داشته است. بررسی‌های سینگ (۲۰۰۷) جرمن و تران (۲۰۰۶) نیز بیان کننده کاهش وزن صد دانه تحت تأثیر تنش می‌باشند. تنش در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبب کاهش وزن صد دانه می‌شود (محلوجی و همکاران، ۱۳۷۹) همچنین تنش رطوبتی موجب کاهش ۱۰ و ۱۸ درصدی وزن صد دانه لوبیا شد (بیات، ۱۳۸۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد غلاف در هر بوته تحت تأثیر تیمارها و اثرات متقابل آنها قرار نگرفت، همچنین مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی نیز تفاوت معنی داری را نشان نداد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه تحت تأثیر تیمارها و اثرات متقابل آنها قرار نگرفت.



نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کاهش معنی دار عملکرد، عملکرد زیستی و وزن صد دانه لوبیا شده است. همچنین اثر متقابل تنش و اسید سالیسیلیک نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث کاهش اثر تنش بر عملکرد، عملکرد زیستی و وزن صد دانه لوبیا شد. طبق نتایج بدست آمده و در شرایط کمبود آب و تنش خشکی محلول پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت صد میلی گرم در لیتر به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد دانه لوبیا توصیه می شود.

منابع

- بیات، ع. ا. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید لوبیا چیتی در شهرستان خمین. دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد. پارسا، م.، و باقری، ع. ر. ۱۳۸۷. حیوانات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۵۲۲ صفحه.
- محلوجی، م.، موسوی س. ف.، و کریمی، م. ۱۳۷۹. اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عمل کرد دانه لوبیا چیتی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱:۴: ۶۷-۵۷.
- نعمت الهی، ا.، جعفری، ع. ا. باقری، ع. ر. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی رنگدانه های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ارقام زراعی آفتابگردان (*Helianthus annuus L*). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی ارسنجان. سال ۵: ۱۲.
- Afzal, I., Basra, S. M. A. Farooq, M. and Nawaz. A. 2006. Alleviation of salinity stress in spring wheat by hormonal priming with ABA, Salicylic Acid and Ascorbic Acid. Int. J. Agric. Biol. 8, 23-28.
- Amin, A. A., Rashad, M. and Abagy. H. M. H. 2007. Physiological effect of Indole-3-Butyric Acid and Salicylic Acid on growth, yield and chemical constituents of onion plants. J. Appl. Sci. Res. 3 (11)1554-1563.
- Agostini, E. A. T., N. B. Machado-Neto, and C. Castilho. 2013. Induction of water deficit tolerance by cold shock and salicylic acid during germination in the common bean. Acta Scientiarum. Agronomy. 35. 10.4025.
- Bagata., C., Moliterni, V. M. Paifaco. D. and Manddino, G. 2005. Adaption to drought in Beta species. The 2nd International Conference. Coping with drought, 24 to 28 Sep, Rome, Italy.
- German C., and Teran, H. 2006. Selection for Drought Resistance in Dry Bean Land races and Cultivars. Crop Science, 46:2111-2120.
- Rahmoune, C., Iteilia, J. Zellat, M. Bennaceur, M. and Moslemi, A. 2005. Drought tolerance of some tomato genotypes cultivated under water deficit conditions, The 2nd International Conference. Coping with drought, 24 to 28 Sep, Rome, Italy.
- Rosales-Serena R. Kohashi-Shibata. J. Trejo-Lopez, A, Ortiza-Cereceres, C. and Kelly, J. D. 2002. Yield and phenological adjustment in four drought-stressed common bean cultivars. Annual Red Bean Improvement Crop. 45: 198-199. 26.
- Sadeghipour, O., and Aghaei, P. 2012. Response of Common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) to Exogenous Application of Salicylic Acid (SA) under Water Stress Conditions. Advances in Environmental Biology, 6(3): 1160-1168.
- Singh, S.H., 2007. Drought Resistance in the Race Durango Dry Bean Land races and Cultivars. Agronomy, 99:1919-1225.
- Teran, H. and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Sci.42(1):64-70.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

The effect of salicylic acid of chiti bean in drought stress

Hosseini, S. M.^{*1} Amini,Z²

¹Soil and Water Research Department, Fars Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.

²- Eghlid Agriculture and Natural Resources Research Station, Agricultural Research, Education and Extension Organization Eghlid, Iran.

Abstract

Considering the importance of farm management in water scarcity conditions and in order to determine the effect of salicylic acid on drought resistance of common bean, this study was conducted as split factorial experiment. A randomized complete block design with three replications was done. The main factor involved the application of water stress in the pre-flowering stage and irrigation as normal conditions. The sub factor was foliar spraying using salicylic acid solution (in the pre-flowering stage) at three levels (0, 100 And 200 mgL⁻¹). Seed of Saleh cultivar was prepared from Eghlid Agricultural and Natural Resources Research Station. The results showed that water stress caused significant decrease in yield, biological yield and weight of one hundred seeds. The interaction of stress and salicylic acid, showed that the application of salicylic acid reduced the effect of stress on yield, biological yield and weight of one hundred seeds of bean. According to the results obtained, in drought stress conditions salicylic acid solution with a concentration of 100 mgL⁻¹ are recommended to prevent the reduction of bean seed yield.

Keywords: Growth regulator, Legumes, water shortage.

* Corresponding author, Email: mhosseini20@yahoo.ca



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی اثر استفاده از پساب شهری خرم آباد بر عملکرد گیاه ترب سفید و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

رعنا هلیلی موگویی^۱، عباس ملکی^{۲*}، افسانه عالی نژادیان بیدآبادی^۳
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
^۲ استادیار گروه مهندسی علوم آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
^۳ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

چکیده

امروزه با توجه به کمبود منابع آب شیرین استفاده از آب های نامتعارف چون پساب شهری جهت آبیاری بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق به بررسی اثر پساب تصفیه‌خانه خرم‌آباد بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ترب سفید و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به صورت گلدانی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار T_{100.0}: ۱۰۰ درصد پساب، T_{80.20}: ۸۰ درصد پساب و ۲۰ درصد آب معمولی، T_{60.40}: ۶۰ درصد پساب و ۴۰ درصد آب معمولی، T_{40.60}: ۴۰ درصد پساب و ۶۰ درصد آب معمولی، T_{20.80}: ۲۰ درصد پساب و ۸۰ درصد آب معمولی، T_{0.100}: ۱۰۰ درصد آب معمولی و در چهار تکرار پرداخته شد. نتایج نشان داد اثر سطوح مختلف پساب بر عملکرد گیاه ترب سفید، مقدار EC، pH، چگالی ظاهری، چگالی حقیقی و تخلخل خاک در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. به طوری که بیشترین عملکرد وزن تر و خشک غده به ترتیب ۹۰۲۶/۶ و ۱۳۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار T_{100.0} و کمترین عملکرد وزن تر و خشک غده به ترتیب ۵۰۱۶ و ۳۱۲/۵۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به T_{0.100} بود. همچنین نتایج بیانگر افزایش ۱۹/۲۴ درصدی مقدار EC خاک، کاهش ۵/۵۲ درصدی pH خاک، به ترتیب کاهش ۱۳/۴۹ و ۷/۱۷ درصدی چگالی ظاهری خاک و چگالی حقیقی خاک و در نهایت افزایش ۷/۶۴ درصدی تخلخل خاک بود.

کلمات کلیدی: پساب شهری، تخلخل، ترب سفید، چگالی ظاهری، چگالی حقیقی.

مقدمه

امروزه با توجه به مسئله کمبود آب و قرار گرفتن ایران در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش تقاضا برای آب شیرین استفاده از منابع آب باکیفیت پایین در بخش کشاورزی و صنعت می‌تواند به حفظ آب باکیفیت بالاتر جهت مصارف شهری کمک کند (Khaskhoussy و همکاران ۲۰۱۹). پساب شهری یکی از انواع این منابع است که ضمن تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و ایفای نقش کودی در خاک، در تمام طول سال در دسترس می‌باشد (Mousavi و همکاران ۲۰۱۴). استفاده از پساب شهری می‌تواند باعث تغییر در خصوصیات از خاک بافت، ساختمان و تخلخل شود که بر محتوای رطوبتی و تهویه خاک اثر می‌گذارد (AL-Jaboobi و همکاران ۲۰۱۴). یزدانی و همکاران (۱۳۹۳) در نتایج تحقیقی گزارش کردند که استفاده از پساب شهری جهت آبیاری اراضی کشاورزی سبب کاهش چگالی خاک می‌گردد به طوری که با افزایش ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ بار پساب مقدار چگالی ظاهری به ترتیب ۲، ۶/۶، ۱۵/۷، ۱۷/۶ درصد کاهش یافت. همچنین مقدار چگالی حقیقی با ۴ و ۵ بار آبیاری زمین با پساب از ۲/۵ به ۲/۲۲ کاهش نشان داد. فرمانی فرد و همکاران (۱۳۹۵) طی پژوهشی مشاهده کردند آبیاری زمین با پساب شهری سبب کاهش چگالی ظاهری و چگالی حقیقی خاک در لایه‌ی سطحی خاک (۰-۳۰ سانتی‌متری) می‌گردد. همچنین استفاده از پساب شهری سبب افزایش تخلخل خاک گردید. (Husseiki و همکاران ۲۰۱۷) طی پژوهشی در لبنان مشاهده کردند استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده جهت آبیاری انگور موجب افزایش ۴۰ درصدی عملکرد گیاه نسبت به تیمار آبیاری شده با آب چاه شد؛ بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر استفاده از پساب بر عملکرد گیاه ترب سفید و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی اثر پساب تصفیه‌خانه خرم‌آباد بر عملکرد گیاه ترب سفید و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به صورت گلدانی و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با شش تیمار T_{100.0}: ۱۰۰ درصد پساب، T_{80.20}: ۸۰ درصد پساب و ۲۰ درصد آب معمولی، T_{60.40}: ۶۰ درصد پساب و ۴۰ درصد آب معمولی، T_{40.60}: ۴۰ درصد پساب و ۶۰ درصد آب معمولی، T_{20.80}: ۲۰ درصد پساب و ۸۰ درصد آب معمولی، T_{0.100}: ۱۰۰ درصد آب معمولی و در چهار تکرار پرداخته شد.

* ایمیل نویسنده مسئول: dr.maleki38@yahoo.com



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



درصد پساب ۸۰ درصد آب معمولی و $T_{0.100}$: ۱۰۰ درصد آب معمولی و در چهار تکرار انجام گرفت. جهت انجام این پژوهش قبل از کاشت اقدام به نمونه برداری از خاک مزرعه دانشکده کشاورزی با عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه برداری شد. پس از نمونه برداری، نمونه ها به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد. برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک در جدول (۱) آمده است.

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

EC	pH	کربن آلی	نیتروژن	نیتروژن آلی	پتاسیم	فسفر	روی	منگنز	آهن	مس	بور	بافت خاک
dS/m		%					mg/l					
۱/۵۲	۷/۵۳	۰/۸۱۹	۰/۰۷۹	۳۵/۵	۱۹۲	۷/۲	۰/۵۳	۱۱/۳۳	۴/۶۵	۰/۹۵	۱/۶۴	لوم شنی

جهت آبیاری از فاضلاب تصفیه شده شهری خرم آباد (که با دو سیستم هوادهی گسترده توأم با لاگون بی هوازی و سیستم لجن فعال تصفیه می گردد) و آب چاه استفاده گردید. برخی خصوصیات آب معمولی و پساب در جدول (۲) آمده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات آب و پساب مورد استفاده

EC	pH	K	Mg	Mn	Fe	Ca	Na
dS/m				mg/L			
۰/۷۴۴	۸/۲	۱/۱۵۵۷	۲۱/۳۹۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۴۸/۳۷۵	۲۸/۰۸
۰/۷۷۸	۸/۵۲	۵/۳۹۱۶	۱۱/۴۵۸۸	۰/۰۲	۰/۰۱	۶۰/۰۳۸	۳۴/۲
۰/۷	۸/۴-۶/۵	-	۲۵	۰/۲	۵	۲۰۰	۶۹

1- Food and Agriculture Organization of United Nations

میزان نیاز آبی از روش رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری محاسبه شد. بذر گیاه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. پس از چهار برگه شدن گیاه تیمار آبیاری اعمال گردید و پس از رسیدن گیاهان اندام هوایی، غده آن وزن شد و بعد از قرار دادن هر یک در پاکت های جداگانه به مدت ۴۸ ساعت و با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آن قرار داده شد سپس وزن خشک گیاه اندازه گیری شد. در مورد خاک، پس از دوره رشد گیاهان اقدام به نمونه برداری جهت انجام آزمایش های فیزیکی شامل جرم مخصوص حقیقی و جرم مخصوص ظاهری و آزمایش های شیمیایی شامل اسیدیته و شوری شد. پس از برداشت نمونه ها آن ها را در مجاورت هوا قرار داده تا به طور کامل خشک شوند. بعد از خشک شدن نمونه ها را خرد کرده و از الک دو میلی متری عبور داده شدند. ویژگی های فیزیکی خاک شامل جرم مخصوص حقیقی با استفاده از پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری به روش نمونه برداری دست نخورده و توزین پس از خشک شدن، اسیدیته خاک با استفاده از PH متر و شوری خاک با استفاده از EC متر اندازه گیری شدند. تخلخل خاک نیز با استفاده از جرم مخصوص حقیقی و جرم مخصوص ظاهری و روابط موجود محاسبه گردید. جهت اندازه گیری تمامی عناصر کم مصرف در این تحقیق از دستگاه جذب اتمی استفاده شده است. پارامترهای اندازه گیری شده توسط نرم افزار SPSS مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

مطابق جدول (۳) نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پساب بر عملکرد و اجزای عملکرد وزن تر و خشک گیاه ترب سفید بیانگر تفاوت معنی دار بین سطوح مختلف پساب در سطح پنج درصدی باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس کاربرد سطوح مختلف پساب بر عملکرد گیاه ترب سفید

منابع تغییرات		درجه آزادی		مقادیر F	
تکرار	تیمار	خطا	کل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
۳	۵	۱۵	۲۳	۱/۴۲۵ ns	۲/۵۴ ns
۲/۲۲ ns	۲/۵۵ ns	۳۵۹/۷۶ *		۲۱۲/۹۶ *	۲/۲۲ ns
۱۷۰/۱۷۶ *	۳۹۵۸ *				۱۷۰/۱۷۶ *

ns و * به ترتیب بدون اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪

در جدول (۴) نتایج مقایسه میانگین آمده است که بیانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد در رابطه با اثر کاربرد نسبت‌های مختلف پساب بر عملکرد ترب سفید می‌باشد. در بین سطوح مختلف پساب، بالاترین میانگین عملکرد در ترب سفید مربوط به تیمار T100.0 می‌باشد که در این تیمار وزن تر غده گیاه ۹۰۲۶/۶ کیلوگرم بر هکتار، وزن تر اندام هوایی ۲۴۱۰۹ کیلوگرم بر هکتار، وزن خشک غده ۱۳۹۳/۷ کیلوگرم بر هکتار، وزن خشک اندام هوایی ۳۶۹۸/۱ بود و کمترین عملکرد با مقدار ۵۰۱۶ کیلوگرم بر هکتار برای وزن تر غده، ۱۳۲۸۰ کیلوگرم بر هکتار برای وزن تر اندام هوایی، ۳۱۲/۵۸ کیلوگرم بر هکتار مربوط به وزن خشک غده و ۸۹۹/۵۹ کیلوگرم بر هکتار برای وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار T0.100 (شاهد) می‌باشد این نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از پساب به عنوان آب آبیاری در رشد محصول می‌باشد. طی آزمایشی به بررسی اثر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌خانه بر روی کلم و کاهو و با شش تیمار (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد پساب) پرداختند و مشاهده کردند که آبیاری با ۶۰ درصد و ۸۰ درصد فاضلاب تصفیه‌شده بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد را تولید می‌کند. احتمالاً مقادیر بالای نیتروژن نیتراتی موجود در پساب شهری باعث افزایش عملکرد گیاه شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف پساب بر عملکرد گیاه ترب سفید (کیلوگرم بر هکتار)

T0.100	T20.80	T40.60	T60.40	T80.20	T100.0	
۱۳۲۸۰ f	۱۴۶۶۷ e	۱۷۶۱۰ d	۱۹۲۰ c	۲۱/۹۴ b	۲۱۰۹ a	وزن تر اندام هوایی
۵۰۱۶ f	۵۳۶۸/۶ e	۶۵۰۰ d	۷۲۷۷/۷ c	۸۰۶۲/۴ b	۹۰۲۶/۶ a	وزن تر غده
۸۹۹/۵ f	۱۳۸۶/۲ e	۱۹۵۹ d	۲۵۱۳ c	۳۱۸۰/۵ b	۳۶۹۸/۱ a	وزن خشک اندام هوایی
۳۱۲/۵ f	۵۱۸/۳ e	۶۷۷/۷ d	۹۵۰/۴ c	۱۲۲۲/۶ b	۱۳۹۳/۷ a	وزن خشک غده

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

مطابق جدول (۵) نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پساب بر مقدار اسیدیته، شوری، چگالی ظاهری، چگالی حقیقی در سطح پنج

درصد معنی‌داری باشد. همچنین مقدار تخلخل خاک در سطوح T100.0 و T80.20 با سایر تیمارها معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس کاربرد سطوح مختلف پساب بر برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک

منابع تغییرات		درجه آزادی		مقادیر F		
				EC	PH	
تکرار	3	۰/۴۴۱ ns	۰/۶۹۱ ns	۱/۹۶۷ ns	۱/۶۳۶ ns	η
تیمار	5	۳/۱۵۹ *	۱۸۴/۹۲۵ *	۳۱۶۷ *	۲۳/۷۲ *	ρ_s
خطا	15					ρ_b
کل	23					

ns و * به ترتیب بدون اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪

مطابق جدول (۶) نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پساب بر pH خاک نشانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد در بین سطوح مختلف کاربرد پساب می باشد. برای مقدار اسیدیته خاک بین تیمارهای T_{0.100} و T_{20.80} تفاوت معنی داری وجود ندارد اما بین بقیه تیمارها برای مقدار pH خاک روند کاهشی مشاهده شد. بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار T_{100.0} و کمترین مقدار مربوط به تیمار T_{0.100} بود. فیض و ذبیحی (۱۳۸۷) در آزمایشی نشان دادند که با کاربرد پساب شهری pH خاک به مقدار جزئی کاهش می یابد. (Alghobar and Suresha, ۲۰۱۶) طی تحقیقی به بررسی اثر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده و تصفیه نشده و آب زیرزمینی (به عنوان کنترل) بر روی گیاه برنج پرداختند. نتایج این آزمایش نشان داد که آبیاری با پساب تصفیه شده و تصفیه نشده باعث افزایش عملکرد محصول، کاهش pH و افزایش تخلخل در خاک گردید. علت کاهش pH خاک می تواند به دلیل ورود مواد آلی به خاک و تجزیه این مواد طی فصل کشت می باشد که منجر به تولید اسیدهای آلی می گردد. بررسی نتایج مقایسه میانگین شوری خاک نشان می دهد بین تیمارهای مختلف کاربرد پساب تفاوت معنی داری وجود دارد به طوری که بیشترین شوری مربوط به تیمار T_{100.0} و کمترین مربوط به تیمار T_{0.100} می باشد، مقدار شوری خاک پس از استفاده از پساب افزایش یافت که می توان علت اصلی افزایش آن را در وجود املاح فراوان در پساب شهری و اضافه شدن آنها در طول زمان به خاک دانست (عرفانی آگاه ۱۳۷۸). AL-Jaboobi و همکاران (۲۰۱۳) طی آزمایشی مشاهده کردند آبیاری خاک با پساب موجب افزایش TDS و EC خاک می گردد. همچنین طبق جدول (۶) نتایج بیانگر کاهش معنی دار چگالی ظاهری و چگالی حقیقی خاک در بین تیمارهای مختلف کاربرد پساب می باشد که این روند کاهشی سبب افزایش تخلخل خاک گردیده است. در تحقیقی آبیاری خاک با پساب سبب کاهش ۸/۲ درصدی چگالی ظاهری خاک شد به نظر می رسد چگالی ظاهری به دلیل برهم خوردگی ساختمان خاک و پراکنده شدن ذرات خاک بر اثر آبیاری خاک با پساب کاهش می یابد، به طوری که کلوخه درشت تر به ریزتر تبدیل می شود (روحانی و همکاران ۱۳۸۴). امکان دارد دلیل کاهش چگالی حقیقی خاک به دلیل وجود مواد آلی موجود در پساب بوده که وزن کمتری نسبت به ذرات خاک دارند (علیزاده ۱۳۷۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف پساب بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

T _{0.100}	T _{20.80}	T _{40.60}	T _{60.40}	T _{80.20}	T _{100.0}	
۰/۸۸۴۵ f	۰/۸۹۴۷۵ e	۱/۰۴۷۲۵ d	۱/۰۷۳۷۵ c	۱/۰۸۶۲۵ b	۱/۰۹۵۲ a	EC(dS/m)
۸/۷۳۷۵ a	۸/۶۳۷۵ ab	۸/۵۵۷۵ b	۸/۴۱۵ c	۸/۳۰۵ cd	۸/۲۵۵ e	pH
۱/۴۱۵۲۵ a	۱/۳۸۴۲۵ ab	۱/۳۴۹۵ bc	۱/۳۱۶۷۵ cd	۱/۲۸۶ d	۱/۲۲۴۲۵ e	ρ_b (g/cm ³)
۲/۵۷۷۵ a	۲/۵۴۷۵ b	۲/۵۱ c	۲/۴۵۵ d	۲/۴۱۵ e	۲/۳۹۲۵ f	ρ_s (g/cm ³)
۴۵/۰۷ b	۴۵/۶۲ b	۴۶/۲۲ b	۴۶/۳۷ b	۴۶/۱ ab	۴۸/۸ a	η (%)

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری باهم ندارند.



نتیجه گیری

یافته های تحقیق حاضر بیانگر این است که کاربرد پساب شهری با تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاه سبب افزایش عملکرد آن می شود و استفاده از پساب در آبیاری خاک با تغییر در خصوصیات فیزیکی از جمله چگالی ظاهری، چگالی حقیقی و افزایش تخلخل خاک موجب افزایش نگره داشت آب در خاک می شود. همچنین استفاده از پساب به دلیل افزایش املاح خاک موجب بالارفتن شوری خاک می گردد.

منابع

- روحانی شهرکی، ف.، مهدوی، ر.، و رضایی، م. ۱۳۸۴. اثر آبیاری با پساب بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب، ۱۶(۵۳): ۲۳-۲۹.
- عرفانی آگاه، ع. ۱۳۷۸. بررسی کارایی فاضلاب تصفیه شده خانگی در آبیاری زراعت کاهو و گوجه فرنگی. همایش جنبه های زیست محیطی استفاده از پساب در آبیاری، ۶۱-۷۹.
- علیزاده، ا. ۱۳۷۶. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری چغندر قند. وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. گزارش نهایی طرح پژوهشی. فرمانی فرد، م.، قمرنیا، ه.، پیر صاحب، م. و فتاحی، ن. ۱۳۹۶. تأثیر آبیاری بلندمدت با فاضلاب تصفیه شده شهری کرمانشاه بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱(۳): ۴۹۴-۵۰۸.
- فیضی، ح. ذبیحی، ر. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد پساب شهری تصفیه شده بر عملکرد چهار گیاه علوفه ای و تجمع عناصر سنگین در خاک. مجموعه مقالات سومین کنگره بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، دانشگاه آزاد خوراسگان.
- یزدانی، و.، قهرمان، ب.، داوری، ک. و فاضلی، ا. ۱۳۹۳. تأثیر پساب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۹۳(۱۶): ۴۷۵-۴۸۵.
- AL-Jaboobi M. Tijane M. EL-Ariqi. Sh. El Housni. A. Zouahri A. and Bouksaim M. 2014. Assessment of the impact of wastewater use on soil properties. J. Mater. Environ. Sci. 5 (3) (2014) 747-752.
- Alghobar M A. and Suresha S. 2016. Effect of Wastewater Irrigation on Growth and Yield of Rice Crop and Uptake and Accumulation of Nutrient and Heavy Metals in Soil. Applied Ecology and Environmental Sciences, 2016, Vol. 4, No. 3, 53-60.
- Balkhair K S. El-Nakhlawi F S. Ismail S M. and Al-Solimani S G. 2013. TREATED WASTEWATER USE AND ITS EFFECT ON WATER CONSERVATION, VEGETATIVE YEILD, YIELD COMPONENTS AND WATER USE EFFICIENCY OF SOME VEGETABLE CROPS GROWN UNDER TWO DIFFERENT IRRIGATION SYSTEMS IN WESTERN REGION, SAUDI ARABIA. Annual International Interdisciplinary Conference, AIIC 2013, 24-26.
- Husseiki M., Nassar E., Raad D., and El Achkar R. 2017. Economic benefit of using treated wastewater for irrigation in the bekaa region, lebanon. Lebanese Science Journal. 18(1): 47-52.
- Khaskhoussy KH. Kahlaoui B. Misle E and Hachicha M. 2019. Accumulation of trace elements by corn (Zea mays) under irrigation with treated wastewater using different irrigation methods. Ecotoxicology and Environmental Safety 170 530-537.
- Mousavi S. R. Rahmani T. Sarlak H. Isvand Chenari A. Miri H. Sepehri Z. and Shahsavari M. 2014. Reuse of Municipal Wastewater in Irrigated Agriculture as a Strategy to Deal with the Water Scarcity Crisis. World Journal of Environmental Biosciences. 4(2): 36-41.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of Khorramabad urban wastewater on the of yield and yield components of Dikon and some physical and chemical properties of soil

halili¹, R., maleki^{2*}, A., alinejadian bidabadi, A.³

¹ M. Sc. Student, Water Science Department, Faculty of Agriculture University of Lurestan, Iran

² Assistant Prof., Water Science Department, Faculty of Agriculture University of Lurestan, Iran

³ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Lurestan, Iran

Abstract

Today, Water shortages have caused use of unconventional water sources such as urban wastewater. effect of irrigation with treated wastewater from khoramabad sewage treatment station on yield and yield components of Dikon and Some physical and chemical properties of the soil was carried in Research greenhouse of Faculty of Agriculture, Lorestan University. Pots were arranged in a randomized complete block design in 4 replications and 6 treatment, T_{100.0}: 100% wastewater(ww), T_{80.20}: 80% WW and 20% fresh water, T_{60.40}: 60% ww and 40% fresh water, T_{40.60}: 40% WW and 60% fresh water, T_{20.80}: 20% ww and 80% fresh water and T_{0.100}: 100% fresh water and four replicates. results showed that different amounts of wastewater were observed significantly($P \leq 0.05$) in pH, EC, ρ_b , ρ_s and η . the highest yield weight fresh, dry was 9026.6 kg/h, 1393.7 kg/h for T_{100.0} and lowest yield weight fresh, dry was 5016 kg/h, 312.58 kg/h for T_{0.100}. the results also showed that EC 19.24 percent was increased, PH 5.52 percent was decreased, Bulk density, parti cledenesti 13.49, 7.17 percent was decreased and porosity 7.64 percent was increased.

Keywords: Urban wastewater, Porosity, Dikon, Bulk density, parti cledenesti.

* Corresponding author, Email: dr.maleki38@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی حاصلخیزی خاک و کیفیت آب برخی باغات زیتون اصفهان

اکبر گندمکار^۱

محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

چکیده

جهت بررسی کیفیت خاک برخی باغات شاخص زیتون اصفهان انتخاب و از خاک و آب آبیاری آنها نمونه‌برداری صورت گرفت. دامنه تغییرات شوری خاک ۱/۹ تا ۱۰/۶ دسی‌زیمنس برمتر قرار داشت. شور شدن خاک و آب، از خطرات اصلی تهدید کننده زندگی درختان می‌باشد. دامنه تغییرات کربن آلی خاک در ۰/۴۷ تا ۲/۱ درصد قرار داشت. میزان مواد آلی خاک رابطه مستقیمی با مقدار کاربرد کود دامی، کود سبز و خاک‌ورزی دارد. پ‌هاش خاک مابین ۷/۲ تا ۷/۴ بود. دامنه تغییرات فسفر قابل جذب خاک در ۱۴/۲ تا ۶۵/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم قرار داشت. مصرف بی‌رویه کودهای فسفره، موجب تجمع این عنصر در خاک و بهم خوردن تعادل عناصر غذایی شده است. دامنه تغییرات پتاسیم قابل جذب خاک بین ۲۱۰ تا ۶۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم قرار داشت. که نشان از کاربرد زیاد کودهای پتاسه در تعدادی از باغات است. مقدار قابل جذب عناصر آهن ۲ تا ۷/۵، مس ۰/۹۸ تا ۲/۹ و روی ۱/۱ تا ۳/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند. نتایج نشان داد که بهره‌برداری طولانی مدت باغات، سبب کاهش حاصلخیزی و کیفیت خاک آنها شده است. لازم است علاوه بر اصلاح خاک در زمان احداث باغ، هر ساله نیز نسبت به تامین عناصر کودی مورد نیاز درختان اقدام نمود. واژگان کلیدی: شوری، پایداری تولید، عناصر شیمیایی،

مقدمه

تولید پایدار و بهبود کیفیت منابع خاک و آب از چالش‌های مدیریت تغذیه گیاهی می‌باشد. برای پایداری یک سیستم کشت بایستی همه عناصر غذایی برداشت شده بوسیله گیاه، توسط منابع موجود، جایگزین گردد. یکی از منابع تأمین عناصر غذایی و افزایش تولیدات گیاهی در بسیاری از سیستم‌های کشت استفاده از کودهای شیمیایی می‌باشد. ولی از طرفی مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی باعث آلودگی منابع آب و خاک می‌شود. بنابراین ارزیابی کمی و کیفی کودها بدلیل خطرات و آسیب‌های زیست محیطی ناشی از مصرف آنها بایستی انجام شود (Reijneveld و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به آهکی بودن خاک (۵۰ درصد)، پ‌هاش قلیائی (پ‌هاش ۸)، مواد آلی اندک (۰/۷٪) و سالیان متمادی بهره‌برداری بدون توجه به تغذیه متعادل کودهای شیمیایی و مواد آلی در درختان زیتون مشکلات متعدد تغذیه‌ای (کمبود فسفر، پتاسیم، روی، منگنز و ...) مشاهده می‌گردد. از نشانه‌های بارز آن عملکرد پائین، انواع کلروز و نکروز، جاروئی شدن و خشکیدگی سرشاخه‌ها و ریزش گل و میوه می‌باشد.

جهت پایداری تولید لازم است که حاصلخیزی خاک باغات زیتون (*Olea europaea L*) مرتب آزمون شود. تامین مقدار کافی کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزم، گوگرد، آهن، منگنز، مس و روی از ارکان باروری خاک می‌باشند. درخت زیتون با خاک‌های مختلف سازگاری داشته و در مقایسه با سایر درختان میوه تحمل بیشتری نسبت به میزان بالای نمک موجود در خاک دارد. یکی از مهمترین نهاده‌های کشاورزی موثر در میزان تولید و کیفیت میوه زیتون مصرف صحیح کودهای شیمیایی و آلی است. با توجه به شرایط خشک و نیمه خشک اقلیمی کشور درخت زیتون نسبت به کمبود نیتروژن، پتاسیم، روی و بُر بسیار حساس است. نائینی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند با توجه به وجود شرایط شوری منابع آب و خاک در برخی از باغات زیتون استان قم از یک سو و پائین بودن میزان پتاسیم قابل جذب در این خاکها از سوی دیگر، مصرف پتاسیم بر اساس آزمون خاک، میتواند علاوه بر افزایش تحمل گیاهان به شوری، سبب افزایش عملکرد میوه در این شرایط شود.

مواد و روش‌ها

^۱ deligani@gmail.com

جهت بررسی وضعیت حاصلخیزی خاک باغات بارده درختان زیتون، مناطق شاخص اصفهان، پیربکران و مبارکه انتخاب شدند. از خاک و آب آبیاری نمونه برداری مرکب صورت گرفت. از اعماق صفر تا سی و چهل سانتیمتری خاک نمونه تهیه گردید. مختصات جغرافیایی محل‌های نمونه برداری توسط دستگاه GPS ثبت گردید. در نمونه‌های خاک پ‌هاس گل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اندازه‌گیری شد. کربن آلی نمونه‌ها با استفاده از روش اکسایش سرد (روش والکی-بلک). فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب توسط عصاره‌گیری با اسات آمونیم و مقدار آهن، منگنز، روی و مس قابل جذب خاک به وسیله DTPA عصاره‌گیری و با دستگاه جذب اتمی قرائت گردیدند. تجزیه‌های آزمایشگاهی بنا بر روش‌های استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام گرفت (Chapman et al., 1999 and James et al., 2009).



تصویر شماره ۱- مکان‌های نمونه‌برداری در اصفهان و حومه

نتایج و بحث

آب آبیاری: منابع آب آبیاری درختان، شامل چاه عمیق (سفره آب زیرزمینی) می‌باشد. در مناطق باما، معدن آهک و میدان میوه اصفهان شوری بالای آب آبیاری (بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر) موجب افزایش شوری خاک گردیده است. منابع آب از سفره‌های زیرزمینی تامین می‌گردد، که روز به روز از مقدار و کیفیت آن کاسته می‌گردد (همگی در وضعیت بحرانی).

جدول ۱- اسیدیته و هدایت الکتریکی آب آبیاری

مکان	معدن باما	معدن آهک	سازمان آب فولاد شهر
پارامتر			
EC dS m ⁻¹	۵/۲	۱/۶۵	۰/۳۸
pH	۶/۹	۷/۸	۷/۰

تجزیه شیمیایی خاک باغ زیتون پیربکران (باما): خاک این باغ درای شوری متوسط، با پ‌هاس قلیائی، کربن آلی اندک و مقادیر پائین فسفر و پتاسیم (کمتر از حد بحرانی) بود. روی، منگنز و آهن قابل جذب خاک بالاتر از حد بحرانی است، این امر با توجه به مواد مادری غنی از عناصر فلزی، طبیعی بنظر می‌رسد (جدول ۲).

تجزیه شیمیایی خاک باغ زیتون شرکت آهک: درصد کربن آلی خاک در حد مناسب بود. شوری زیاد (بدلیل کیفیت پائین آب آبیاری)، فسفر قابل جذب بیشتر از حد بحرانی (کاربرد زیاد کود فسفره)، پتاسیم قابل جذب کمتر از حد بحرانی، آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب خاک در دامنه مناسب، از خصوصیات شیمیایی خاک این منطقه می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین برخی خصوصیات شیمیایی خاک (لایه ۰-۴۰ سانتیمتر)

Fe	Cu	Mn mg kg ⁻¹	Zn	K	P	EC dS m ⁻¹	pH	OC %	سایت درخت زیتون
۷/۶۳	۰/۸۱	۵/۵۳	۷/۲۵	۱۶۷/۰	۱/۵	۲/۶	۷/۷	۰/۴۳	شرکت باما
۳/۸۳	۱/۴	۱۵/۰	۳/۲	۲۱۶/۷	۳۹/۰	۵/۷	۷/۴	۱/۱	شرکت آهک
۲/۲	۱/۷	۱۵/۰	۲/۴	۴۰۰/۰	۳۶/۷	۳/۱	۷/۴	۰/۹	سازمان آب فولاد شهر
۵/۹	۲/۷	۳/۱	۳/۲	۳۸۳/۳	۵۶/۳	۷/۸۳	۷/۲	۱/۲۱	میدان میوه اصفهان
۳/۷	۱/۷	۳/۰	۱/۹۱	۱۷۵/۰	۵/۴	۱/۷	۷/۶	۰/۳۵	حاشیه بزرگراه
۱۱/۷	۶/۸	۴/۶	۴/۱	۱۸۷/۰	۲۳/۶	۱/۲۲	۷/۸	۱/۱	پالایشگاه اصفهان

تجزیه شیمیایی خاک باغ زیتون سازمان آب فولادشهر: خاک باغ سازمان آب فولاد شهر دارای شوری متوسط، فسفر و پتاسیم زیاد (کاربرد بی‌رویه کود شیمیایی)، مس، روی و منگنز در حد نیاز گیاه و آهن کمتر از حد بحرانی بود. فسفر بدلیل اثرات رقابتی که با عناصر فلزی خاک دارد، میتواند مانع جذب روی توسط گیاه گردد (مستشاری و همکاران ۱۳۹۰). کیفیت آب این باغ بسیار خوب است. که می‌تواند در شستشوی عناصر از منطقه رایزوسفر موثر واقع شود (جدول ۲).

تجزیه شیمیایی خاک باغ زیتون میدان میوه اصفهان

شوری زیاد آب و خاک باغ میدان میوه عامل اصلی محدودکننده رشد گیاه زیتون این ناحیه به‌شمار می‌آید. کربن آلی خاک در وضعیت خوبی قرار دارد. مقدار روی، منگنز و آهن قابل خاک در دامنه کفایت، جهت برآورده نمودن نیاز گیاه در طول فصل رشد و نمو قرار دارند (جدول ۲).

باغات زیتون حاشیه برخی از بزرگراه‌های اصفهان: خاک دارای شوری متوسط، کربن آلی، فسفر و پتاسیم کمتر از حد بحرانی است. مقدار قابل جذب عناصر میکرو هم مناسب میباشد (جدول ۲).

تجزیه شیمیایی خاک باغات پالایشگاه اصفهان: شوری خاک متوسط، فسفر قابل جذب مناسب و پتاسیم قابل جذب خاک پائین است. میزان نیز میکروالمنت‌ها مناسب میباشد. درصد سنگریزه خاک زیاد و رس آن کم است. نفوذپذیری بالا و ظرفیت اندک نگهداری آب، از دیگر معایب این خاک است (جدول ۲).

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در حال حاضر شور شدن آب و خاک باغات زیتون بزرگترین عامل تحدید کننده بقای آنها می‌باشد. شور شدن خاک بدلیل کاهش کیفیت و شوری منابع آب، بدنبال سالها خشک‌سالی، همچنین بهره برداری بی‌رویه از منابع آب می‌باشد و نظارت دقیق را می‌طلبد. خوشبختانه بارندگی‌های بی‌نظیر زمستان ۱۳۹۷ و بهار ۱۳۹۸ موجب ایجاد اندکی امیدواری برای احیاء منابع آب گردید. آزمون خاک تجمع فسفر و پتاسیم در بسیاری از خاکها نشان داد. از اینرو هر ساله آزمون خاک انجام شده، در صورت لزوم فسفر و پتاسیم بکار رود. در بیشتر سایت‌ها مقدار در دسترس میکروالمنت‌ها در وضعیت خوبی قرار داشت. در بسیاری از خاک‌ها کمبود نیتروژن اندازه‌گیری شد.

منابع

- سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۹۴. استانداردهای کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن، تهران، ایران.
- مستشاری، م.، گلمحمدی م. و پیله فروش م. ۱۳۹۰. تعیین غلظت استاندارد عناصر غذایی باغات زیتون در استان قزوین، هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
- نائینی م ر، میرزاپور م ه و بلندنظر س. ۱۳۹۰. مقایسه اثر مقادیر و منابع مختلف کودهای پتاسیمی بر عملکرد و اجزاء عملکرد زیتون رقم روغنی در یک خاک شور و آهکی، دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.

Berrow, M. L. and Burridge, J.C. 2003. Sources and distribution of trace elements in soils and related crops. PP.206-209. International conference management control, heavy metals environment. London, England.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



- Chapman, H.D. and Pratt, P.F.1999. Methods of analysis for soil, plant and water. university of California divison of agriculture science. P. 1188.
- James, D.W. and Wells K.L. 2009. Soil sample collection and handing technique based on source and degree of field variability.PP:25-44.In:RL Westerman(Ed.), soil testing and plant analysis. 3rd ed., soil science socity of America.
- Reijneveld, A., Wensem, J. and Oenema, O. 2009. Soil organic carbon contents of agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004, Wageningen university and research centre, Alterra, Netherlands.
- SuproFruit proceedings.2015. 13th Workshop on spray application in fruit growing. Lindau, lakae constance, Germany.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation soil fertility and water quality of Esfahan selected olive garden

A Gandomkar²

Researcher at Soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. deligani@gmail.com

Abstract: To evaluate the soil quality of Esfahan some olive garden, soil and water samples were collected. The selected gardens had different yield and soil properties, but had the most challenges of gardens. Soil EC ranged between 1.9 to 10.6 ds m^{-1} . Soil and water salinization is a big problem at olive garden. Soil organic carbon (SOC) measured as 0.47 to 2.1 percent. Cultivation, farmyard and green manure are most effective on the SOC. Soil pH 7.2 to 7.4. Soil available P (14.2 to 65.4 mg kg^{-1}) and K (210 to 605 mg kg^{-1}). The long-term agricultural practices in olive gardens resulted low soil fertility and quality. Farmers must condition the soil by applied of organic matter, K, S, biochar, biological fertilizers and sustainability other fertilizers. Due to the high fertilizer application, in some soil samples P and K was high. The available amount of Fe was from 2 to 7.5, Cu was 0.98 to 2.9 and Zn 1.1 to 3.5 mg kg^{-1} . Long-term utilization of gardens has reduced the fertility and soil quality. Every year, it has been commissioned to provide the required fertilizer elements.

keywords: fertilizer, nutrients, salinity, yield sustainability,

² deligani@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر آبیاری با سطوح مختلف پساب بر عملکرد و کارایی گیاه بابونه آلمانی

رعنا هلیلی موگویی^۱، عباس ملکی^{۲*}، افسانه عالی نژادیان بیدآبادی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

^۲ استادیار گروه علوم آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

^۳ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

چکیده

امروزه استفاده از آب‌های نامتعارف چون پساب شهری برای مقابله با کمبود آب بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش به منظور بررسی اثر آبیاری گیاه بابونه با پساب شهری خرم‌آباد در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به صورت گلدانی و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با شش تیمار T100.0: ۱۰۰ درصد پساب، T80.20: ۸۰ درصد پساب و ۲۰ درصد آب معمولی، T60.40: ۶۰ درصد پساب و ۴۰ درصد آب معمولی، T40.60: ۴۰ درصد پساب و ۶۰ درصد آب معمولی، T20.80: ۲۰ درصد پساب و ۸۰ درصد آب معمولی، T0.100: ۱۰۰ درصد آب معمولی و در چهار تکرار پرداخته شد. نتایج نشان داد پساب تأثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد روی عملکرد و کارایی وزن تر و خشک اندام هوایی و گل بابونه دارد. در بین تیمارهای مختلف پساب، بیشترین عملکرد وزن تر و خشک گل به ترتیب با مقادیر ۶۳/۷ و ۶۵۱/۹۵ و ۸۵/۷۴۷۵ کیلوگرم در هکتار، مربوط به تیمار T100.0 بود و کمترین عملکرد وزن تر و خشک گل به ترتیب با مقادیر ۱۶۱/۴۹ و ۰/۲۲۵ کیلوگرم بر هکتار مربوط به تیمار T0.100 (شاهد) محاسبه گردید. همچنین بیشترین مقادیر کارایی مصرف آب برای وزن تر و خشک گل ۰/۱۷ و ۰/۲۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب، مربوط به تیمار T100.0 و کمترین کارایی مصرف آب وزن تر و خشک گل به ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۰۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب، مربوط به تیمار T0.100 محاسبه گردید.

کلمات کلیدی: آب‌های نامتعارف، بابونه آلمانی، پساب، عملکرد.

مقدمه

در کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمبود منابع آب و بالا رفتن حجم تقاضا برای آب باکیفیت خوب حفظ منابع آب باکیفیت بالا جهت استفاده شهری و استفاده از آب‌های باکیفیت پایین برای مصارف کشاورزی و صنعت را به امری لازم و ضروری تبدیل کرده است (فرمانی فرد ۱۳۹۶). پساب شهری علاوه بر اینکه یک منبع آب پایدار می‌باشد، می‌تواند به‌عنوان کود، مواد مغذی لازم برای رشد گیاه را نیز تأمین کند و به حاصلخیزی خاک کمک نماید (Batista, 2010). آزمایشی به‌منظور بررسی اثر کاربرد پساب شهری و کود شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی با شش تیمار شامل آب چاه، آب چاه به همراه کود شیمیایی، پساب شهری، پساب شهری به همراه کود شیمیایی، آب چاه به همراه پساب شهری و آب چاه به همراه پساب شهری و کود شیمیایی انجام شد. تیمارهای پساب شهری سبب افزایش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی در سطح ۵ درصد در مقایسه با آب چاه گردید (رجبی سرخنی و قمرنیا ۱۳۹۱). علیزاده و همکاران (۲۰۰۱) طی پژوهشی نشان دادند که تیمار آبیاری با فاضلاب سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه ذرت در مقایسه با سایر تیمارها گردید، همچنین مشاهده کردند غلظت نیتروژن در تیمارهای آبیاری با فاضلاب بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی اثر استفاده از پساب شهری خرم‌آباد بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه بابونه آلمانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری گیاه بابونه با پساب شهری خرم‌آباد در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به صورت گلدانی و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با شش تیمار T100.0: ۱۰۰ درصد پساب، T80.20: ۸۰ درصد پساب و ۲۰ درصد آب معمولی، T60.40: ۶۰ درصد پساب و ۴۰ درصد آب معمولی، T40.60: ۴۰ درصد پساب و ۶۰ درصد آب معمولی، T20.80: ۲۰ درصد پساب و ۸۰ درصد آب معمولی، T0.100: ۱۰۰ درصد آب معمولی و در چهار تکرار انجام شد. برخی خصوصیات آب و پساب مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. جهت انجام این پژوهش قبل از

* ایمیل نویسنده مسئول: dr.maleki38@yahoo.com



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



کاشت اقدام به نمونه برداری از خاک مزرعه دانشکده کشاورزی با عمق ۰-۳۰ سانتی متری نمونه برداری شد. پس از نمونه برداری؛ نمونه ها به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد. برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک در جدول (۲) آمده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات آب و پساب مورد استفاده

Na	Ca	Fe	Mn	Mg	K	pH	EC	
mg/L						dS/m		
۲۸/۰۸	۴۸/۳۷۵	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۲۱/۳۹۶۷	۱/۱۵۵۷	۸/۲	۰/۷۴۴	آب معمولی
۳۴/۲	۶۰/۰۳۸	۰/۰۱	۰/۰۲	۱۱/۴۵۸۸	۵/۳۹۱۶	۸/۵۲	۰/۷۷۸	پساب شهری
۶۹	۲۰۰	۵	۰/۲	۲۵	-	۸/۴-۶/۵	۰/۷	FAO ¹

1- Food and Agriculture Organization of United Nations

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک

بافت خاک	Bava.	Cuava.	Feava.	Mnava.	Znava.	Pava.	Kava.	T.N.V	Total N	O.C	pH	EC
	mg. kg ⁻¹							%		dS. m ⁻¹		
لوم شنی	۱/۶۴	۰/۹۵	۴/۶۵	۱۱/۳۳	۰/۵۳	۷/۲	۱۹۲	۳۵/۵	۰/۰۷۹	۰/۸۱۹	۷/۵۳	۱/۵۲

برای آبیاری از فاضلاب تصفیه شده شهری خرم آباد (که با دو سیستم هوادهی گسترده توأم با لاگون بی هوازی و سیستم لجن فعال تصفیه می گردد) و آب چاه استفاده گردید. میزان آب آبیاری با تعیین رطوبت وزنی خاک گلدان قبل از هر آبیاری و تفاوت آن با رطوبت ظرفیت مزرعه محاسبه شد. دور آبیاری برای همه ی گلدان ها ۴ روز در نظر گرفته شد. بذر گیاه بابونه آلمانی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. پس از چهار برگه شدن گیاهان تیمار آبیاری اعمال گردید و پس از رسیدن گیاه، گل و اندام هوایی آن وزن شد و بعد از قرار دادن هر یک در پاکت های جداگانه به مدت ۴۸ ساعت و با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آن قرار داده شد سپس وزن خشک گیاه اندازه گیری شد. کارایی مصرف آب با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$WUE = \frac{Di}{w}$$

در این معادله WUE: کارایی مصرف آب در هر یک از اجزای گیاه (کیلوگرم بر مترمکعب)، Di: مقدار ماده خشک تولیدی هر یک از اجزای گیاه (کیلوگرم در هکتار)، W: مقدار آب مصرفی گیاه (مترمکعب در هکتار). تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف پساب بر عملکرد گیاه بابونه در جدول (۳) نشان داده شده است. میزان عملکرد و اجزای عملکرد گیاه بابونه تحت تأثیر پساب قرار گرفت و در سطح پنج درصد معنی دار می باشد. افزایش عناصر غذایی خاک بر اثر آبیاری با پساب و ازدیاد عناصر پرمصرف در پساب سبب افزایش معنی دار عملکرد گیاه نسبت به تیمار شاهد می گردد (Keller, et. 2002) علیزاده و همکاران (۲۰۰۱) در پژوهشی روی گیاه ذرت به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند که تغذیه مناسب گیاه سبب افزایش رشد گردیده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس کاربرد سطوح مختلف پساب بر عملکرد گیاه بابونه

مقادیر F					
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام هوایی	وزن تر گل	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک گل
تکرار	3	۱/۷۱۲ ns	۲/۰۶۱ ns	۰/۵۱۱ ns	۰/۵۶۶ ns
تیمار	5	۷۲۷/۱۶۸ *	۸۲۱/۴۶۵ *	۲۴۰/۳۰۷ *	۳۱۶/۸۴۳ *
خطا	15				
کل	23				

ns و * به ترتیب بدون اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪

در جدول (۴) نتایج مقایسه میانگین آمده است که بیانگر تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد در رابطه با اثر کاربرد نسبت‌های مختلف پساب بر عملکرد گیاه بابونه می‌باشد. در بین سطوح مختلف پساب، بیشترین عملکرد با مقادیر وزن تر گل ۶۵۱/۹۵ کیلوگرم در هکتار، وزن تر اندام هوایی ۱۹۱۸۸ کیلوگرم در هکتار، وزن خشک گل ۸۵/۷۴۷۵ کیلوگرم در هکتار، وزن خشک اندام هوایی ۳۹۷۸/۱۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار T_{100.0} و کمترین عملکرد با مقدار ۱۶۱/۴۹ کیلوگرم بر هکتار برای وزن تر گل، ۱۱۵۸۰/۱ کیلوگرم بر هکتار برای وزن تر اندام هوایی ۶۳/۷ کیلوگرم بر هکتار برای وزن خشک گل و ۳۷۱۱/۸۷ کیلوگرم بر هکتار برای وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار T_{0.100} (شاهد) می‌باشد و این نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از پساب به‌عنوان آب آبیاری در رشد محصول می‌باشد. عرفانی و همکاران (۱۳۸۱) طی پژوهشی نشان دادند که استفاده از فاضلاب در آبیاری گیاه کاهو سبب افزایش وزن اندام هوایی و کل ماده تر و خشک گیاهی در مقایسه با شاهد گردیده است. مونت و اسوزا (۱۹۹۱) اثر آبیاری سه گیاه ذرت، سورگوم و آفتاب‌گردان با تیمارهای پساب شهری و آب چاه به همراه کود بررسی کردند و نشان دادند که عملکرد گیاهان آبیاری شده با پساب در مقایسه با گیاهان آبیاری شده با آب چاه و کود به‌طور معنی داری افزایش یافت و ارزش کودی پساب همانند و شاید بیشتر از ارزش کودهای مرسوم بوده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پساب بر عملکرد گیاه بابونه با آزمون دانکن (کیلوگرم بر هکتار)

T _{0.100}	T _{20.80}	T _{40.60}	T _{60.40}	T _{80.20}	T _{100.0}	
۱۱۵۸۰/۱ f	۱۲۹۳۷/۷ e	۱۳۵۸۳/۵ d	۱۴۷۴۲/۵ c	۱۶۲۵۷/۸ b	۱۹۱۸۸ a	وزن تر اندام هوایی
۱۶۱/۴۹ f	۲۹۴/۵۵ e	۴۲۴/۹۱۵ d	۴۹۳/۸۱۲ c	۶۰۱/۰۱۲ b	۶۵۱/۹۴ a	وزن تر گل
۳۷۱۱/۸۷ f	۳۷۷۱/۳۲ e	۳۸۴۲/۲ d	۳۸۸۷/۰۱ c	۳۹۴۱/۳۶ b	۳۹۷۸/۱۵ a	وزن خشک اندام هوایی
۶۳/۷ f	۶۹/۱ e	۷۵/۰۲۲۵ d	۷۷/۶۵۲۵ c	۸۲/۳۲۵ b	۸۵/۷۴۷۵ a	وزن خشک گل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری باهم ندارند.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف آب در گیاه بابونه، بین تیمارهای مختلف کاربرد پساب تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد وجود دارد (جدول ۵). بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۶) بیشترین مقادیر کارایی مصرف آب برای وزن تر گل ۰/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب، وزن تر اندام هوایی ۵/۰۳۹۵ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار T_{100.0} و کمترین کارایی مصرف آب وزن تر گل و اندام هوایی به ترتیب ۰/۰۴، ۳/۰۷۸۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب، وزن خشک غده و اندام هوایی به ترتیب ۰/۰۱۷، ۰/۲۲۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار T_{0.100} می‌باشد. قنبری و همکاران

(۱۳۸۵) طی بررسی اثر آبیاری با پساب شهری روی عملکرد و کارایی گیاه گندم نشان دادند که استفاده از پساب در آبیاری سبب افزایش معنی دار عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب نسبت به تیمار شاهد می گردد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشته است.

جدول ۵ - تجزیه واریانس کاربرد سطوح مختلف پساب بر کارایی مصرف آب در گیاه بابونه

Fمقادیر					منابع تغییرات
وزن خشک گل	وزن خشک اندام هوایی	وزن ترگل	وزن تر اندام هوایی	درجه آزادی	
۰/۶۲۵ ns	۰/۵۸۳ ns	۲/۵ ns	۰/۶۹۲ ns	3	تکرار
۱۶۶/۳۷۳ *	۵۹۳/۱۶۷ *	۸۹۸/۸ *	۴۷۷/۵۵۱ *	5	تیمار
				15	خطا
				23	کل

ns و * به ترتیب بدون اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۶ - مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف پساب بر کارایی مصرف آب گیاه بابونه با آزمون دانکن (کیلوگرم بر هکتار)

T _{0.100}	T _{20.80}	T _{40.60}	T _{60.40}	T _{80.20}	T _{100.0}	
۳/۰۷۸۷ f	۳/۴۵۱ e	۳/۶۰۷۵ d	۳/۹۵۲ c	۴/۳۰۴ b	۵/۰۳۹۵ a	وزن تر اندام هوایی
۰/۰۴ f	۰/۰۷۷۵ e	۰/۱۱۲۵ d	۰/۱۳۵ c	۰/۱۶ b	۰/۱۷ a	وزن ترگل
۰/۹۹۳۰۵ f	۱/۰۰۸۹ e	۱/۰۲۷۹ d	۱/۰۴۰۷ c	۱/۰۵۵ b	۱/۰۶۴۸ a	وزن خشک اندام هوایی
۰/۰۱۷ f	۰/۰۱۸۴ e	۰/۰۱۹۹ d	۰/۰۲۰۸ c	۰/۰۲۱۸ b	۰/۰۲۲۵ a	وزن خشک گل

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری باهم ندارند.

نتیجه گیری

به نظر می رسد پساب شهری به دلیل داشتن مواد مغذی جهت رشد گیاه، با افزایش حاصلخیزی خاک و ایفای نقش کودی در خاک سبب افزایش عملکرد گیاه و به تبع آن افزایش کارایی مصرف آب گیاه می شود؛ بنابراین فاضلاب تصفیه شده می تواند در صرفه جویی آب و کاهش هزینه های کود مؤثر باشد.

منابع

رجبی سرخنی، م و قائمی، ع ا. ۱۳۹۱. بررسی اثرات کاربرد پساب تصفیه شده و کودهای شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی. مدیریت آب و آبیاری، ۲(۲): ۱۳-۲۴.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



فرمانی فرد، م. قمرنیا، ه. پیرصاحب، م و فتاحی، ن. ۱۳۹۶. تأثیر آبیاری بلندمدت با فاضلاب تصفیه شده شهری کرمانشاه بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱(۳): ۴۹۴-۵۰۸.

عرفانی، ع. حق نیا، غ. علیزاده، ا. ۱۳۸۱. اثر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی های خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶(۱): ۷۱-۹۱.

قنبری، ا. عابدی کوپایی، ج؛ و طایی سمیرمی، ج. ۱۳۸۵. اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم و برخی ویژگی های خاک در منطقه سیستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۴): ۵۹-۷۴.

- Alizadeh, A., M. E. Bazari, S. Velayati, M. Hasheminia and A. Yaghmaie. 2001. Irrigation of corn with wastewater PP. 147-154. In: R. Ragab, G. Pearce, J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy (Eds.), ICID International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, Korea. (In Farsi).
- Batista, A. P., Monterio, V. H., Coelho, S. R., and S. R. Sampaio. 2010. The effect of irrigation with swine wastewater on yield and seed quality of dry beans. Use of manures and organic wastes to improve soil quality and nutrient balances. Western Parana state University, Brazil.
- Keller, C., Grath, S. P.Mc. and Dunham, S.J. 2002. Trace metal leaching through a soil grassland system after sewage sludge application. J. Environ. Qual, 31: 1550-1560.
- Monte, H. M. and M. S. Esousa. 1992. Effects on crops of irrigation with effluent water. Sci. Tech. 26(7-8): 1603-1613.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of irrigation with different levels of wastewater on yield and Chamomile water use efficiency

Halili¹, R., Maleki², A., Alinejadian Bidabadi, A.³

¹ M. Sc. Student, Water Science Department, Faculty of Agriculture University of Lorestan, Iran

² Assistant Prof., Water Science Department, Faculty of Agriculture University of Lorestan, Iran

³ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Lorestan, Iran

Abstract

Today, the use of unconventional waters such as urban wastewater has been Attention has been paid to deal with water scarcity, especially in arid and semiarid regions. This research was carried out in order to investigate the effect of irrigation of chamomile with Khorramabad urban wastewater in a research greenhouse of the Faculty of Agriculture of Lorestan University in a randomized complete block design with six treatments T100.0: 100% effluent, 80% T80.20 and 80% T60. 40%: 60% wastewater and 40% water T40.60: 40% wastewater and 60% water, T20.80: 20% wastewater and 80% water, T0.100: 100% water, and four replicates. Results Showed that the effluent has a significant effect on the performance and efficiency of dry and dry shoot and chamomile at a level of five percent. Among the different treatments of wastewater, the highest yield was obtained with 651.95 kg / ha flowerweight, 19188 kg / ha body weight, 8575.75 kg / ha dry weight, and dry weight 3978/158 kg / ha for treatment T100.0 and the lowest yield was 161.49 kg / ha for flower weights, 11580.1 kg / ha for airborne body weight 37.73 kg / ha for dry weight of flower and 3711.87 kg / ha for dry weight of shoot The treatment was T0.100 (control). Also, the highest water use efficiency values for flower germinator were 0.17 kg / m³, airborne body weight of 5.395 kg / m³ for T100.0 treatment, and the lowest water use efficiency. The weight of flower and shoot was 0.4, 0.7875 kg / m³, Dry weight of the tuber and shoot were calculated as 0.017, 0.225 kg / m³ for T0.100, respectively.

Keywords: Unusual waters, German chamomile, Wastewater, Yeild.

* Corresponding author, Email: dr.maleki38@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی سه رقم کینوا در خاک شور

فاطمه افضلی نژاد^{۱*}، سمیه قاسمی^۲، سیدابراهیم سیفتی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

^۳ استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

چکیده

شوری یکی از تنش‌های غیرزیستی مهم در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از مهمترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در اراضی شور، شناسایی و انتخاب گونه‌های گیاهی مقاوم به شوری است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف مقایسه برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی سه رقم کینوا (Q29, Titicaca و Red carina) در یک خاک شور با هدایت الکتریکی ۱۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. نتایج نشان داد که تأثیر نوع رقم کینوا بر وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و وزن تر شاخساره معنی‌دار بود، اما تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه، ارتفاع شاخساره و وزن خشک شاخساره نداشت. بیشترین وزن تر و وزن خشک ریشه در ارقام Q29 و Red carina مشاهده شد. همچنین، رقم Q29 دارای بیشترین مقدار وزن تر شاخساره بود و از این نظر اختلاف معنی‌داری با رقم Red carina نداشت. بر اساس نتایج این پژوهش، رشد رویشی رقم Q29 و Red carina در خاک شور مورد مطالعه بهتر از رقم Titicaca بود.

کلمات کلیدی: شوری، رشد گیاه، Red carina, Titicaca, Q29

مقدمه

تنش شوری، یکی از مهمترین تنش‌های محیطی تأثیرگذار بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی است. حدود ۱۶ تا ۲۳ میلیون هکتار از اراضی ایران شور می‌باشند. سازمان خوار و بار جهانی فائو در سال ۲۰۰۰ گزارش نمود که بر اساس اطلاعات بدست آمده از نقشه‌های خاک ایران، خاک‌هایی با شوری متوسط و کم، حدود ۲۵ میلیون هکتار و خاک‌هایی با شوری شدید حدود ۸/۵ میلیون هکتار از سطح ایران را پوشش می‌دهند. بیشترین سطح اراضی شور در مرکز ایران می‌باشند و تخمین زده شده است که در اراضی شور، عملکرد گیاهان تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (Qureshi و همکاران، ۲۰۰۷). از جمله راهکارهای مقابله با تنش‌های غیرزیستی می‌توان به توسعه ارقام متحمل به شوری، تناوب کشت محصول، اصلاح ژنتیکی، تلقیح باکتری‌های متحمل به شوری با توانایی رشد طبیعی در این شرایط و استفاده از کودهای آلی اشاره کرد (Chakraborty و همکاران، ۲۰۱۱). کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa Willd.* یک گیاه بسیار مقاوم به شرایط نامطلوب محیطی است که در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده مقاومت بالایی از خود نشان می‌دهد (Jacobsen و همکاران، ۲۰۰۳). این گیاه می‌تواند شوری، خشکی طولانی مدت، یخبندان و تگرگ را تحمل نماید (Jacobsen و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، گیاه کینوا می‌تواند در بیشتر مناطق ایران که بارندگی اندکی دارند (میانگین بارندگی کشور حدود ۲۵۰ میلی‌متر است) و به دلیل شوری و خشکی خاک لم یزرع مانده‌اند، عملکرد اقتصادی مطلوبی را داشته باشد. همچنین، کشت کینوا از نظر تولید بخصوص در مناطق جنوبی، موجب ایجاد تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار، افزایش درآمد کشاورزان و امنیت غذایی خواهد شد. از آنجا که کینوا گیاهی دارویی و بدون گلوتن است، غذایی ارزشمند بوده و به سلامت جامعه نیز کمک خواهد نمود. در تحقیقی به منظور بررسی جوانه‌زنی بذر کینوا با استفاده از شوری‌های حاصل از حل کردن نمک‌های مختلف مانند کلرید سدیم، کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم در آب به صورت مجزا برای هر یک از نمک‌ها آزمایشی انجام شد و نتایج حاصل نشان داد که سرعت جوانه زنی در غلظت‌های پایین تمام نمکها نسبت به آب شاهد افزایش یافت (Panuccio و همکاران، ۲۰۰۷). Talebnejad and sepahkhah (2015) نشان دادند که کینوا در شوری آب ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر نیز می‌تواند مراحل رشد فنولوژی خود را طی کرده و محصول دانه‌ای برابر با ۰/۳۵ تن بر هکتار تولید کند که از ویژگی‌های منحصر به فرد این گیاه است (Talebnejad and sepahkhah, 2015).

* ایمیل نویسنده مسئول: fatemeh.afzalinejad17@gmail.com



با توجه به اهمیت کینوا به عنوان یک گیاه زراعی مقاوم به شوری و همچنین وسعت رو به افزایش زمین‌های شور و با توجه به اهمیت آب و کمبود منابع آبی در کشور، استفاده از منابع موجود به صورت صحیح و کاربرد آب‌های نامتعارف یکی از مهمترین اهداف در بخش کشاورزی می‌باشد. از طرفی شوری یکی از مشکلاتی است که در مقیاس جهانی در حال افزایش است، به طوری که باعث کاهش چشمگیر عملکرد گونه‌های زراعی مختلف شده است. بنابراین، هدف از این آزمایش مقایسه برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ارقام مختلف گیاه کینوا در خاک شور بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد انجام شد. ابتدا وزن مشخصی از یک نمونه خاک با بافت لوم رسی شنی، شوری ۱۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر و pH برابر با ۸/۰ به گلدان‌های پنج کیلوگرمی انتقال داده و سپس تعداد ۱۰ عدد بذر کینوا از ارقام مختلف شامل Red carina و Titicaca, Q29 در هر گلدان کشت شد. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت روزانه و به مقدار یکسان برای تمام گلدان‌ها انجام گرفت.

پس از گذشت هشت هفته از رشد گیاه و بعد از رسیدن به مرحله گلدهی، ریشه و شاخساره به‌طور جداگانه برداشت کرده و سپس پارامترهایی از قبیل طول ریشه، وزن تر و وزن خشک ریشه، ارتفاع شاخساره و وزن تر و وزن خشک شاخساره اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

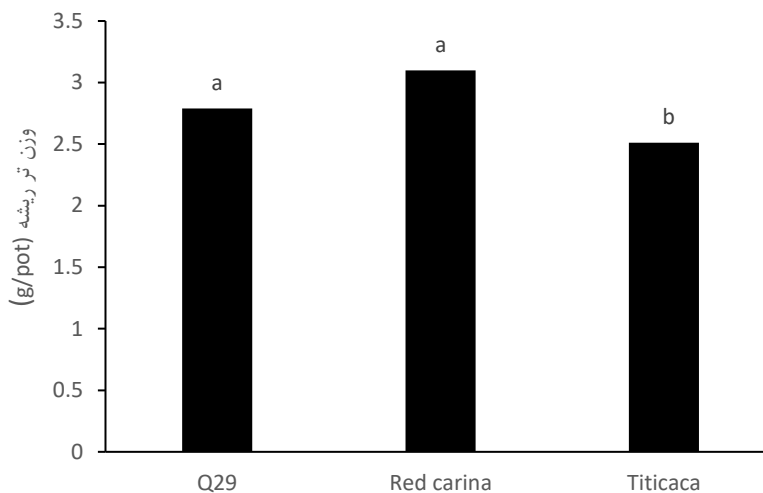
نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر نوع رقم کینوا بر و وزن تر و وزن خشک ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه نداشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن تر (شکل ۱) و وزن خشک (شکل ۲) ریشه ارقام Q29 و Red carina به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم Titicaca بود (شکل ۱). جمالی و همکاران (۱۳۹۵) نیز با بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و شاخص‌های رشد دو رقم کینوا مشاهده کردند که اثر نوع رقم کینوا بر متوسط زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، شاخص بنیه و وزن تر گیاهچه معنی‌دار گردید. در تحقیقی دیگر اثر شوری بر عملکرد دانه در دو رقم گیاه کینوا مورد مطالعه قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی و تأثیر توام بین ارقام و سطوح شوری مشاهده شد (Jacobsen و همکاران، ۲۰۰۳).

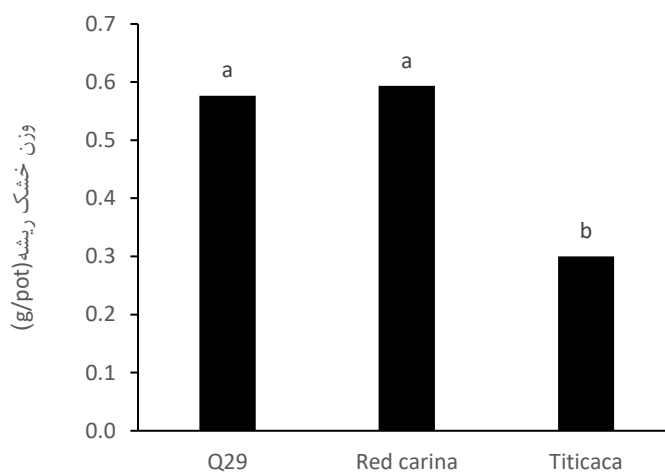
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه سه رقم کینوای کشت شده در خاک شور

منابع تغییرات		درجه آزادی		میانگین مربعات	
رقم	خطای آزمایش	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	
۲	۲	۱۷/۱ ^{ns}	۲/۲۱ ^{**}	۰/۱۱۸ ^{**}	
		۱۱/۹	۲۸۶	۰/۰۱۴	

^{ns} و ^{**} به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک درصد.



شکل ۱- مقایسه وزن تر ریشه سه رقم کینوای کشت شده در خاک شور



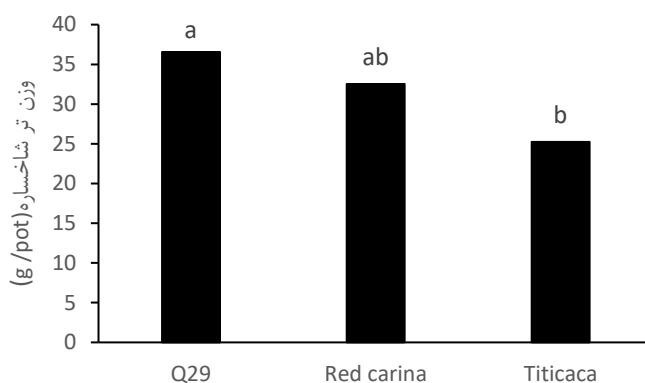
شکل ۲- مقایسه وزن خشک ریشه سه رقم کینوای کشت شده در خاک شور

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر نوع رقم کینوا بر وزن تر شاخساره در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، اما تأثیر معنی‌داری بر طول شاخساره و وزن خشک شاخساره نداشت (جدول ۲). وزن تر شاخساره در رقم Q29 به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم Titicaca بود، اما از این نظر اختلاف معنی‌داری بین وزن تر شاخساره رقم Q29 و Red carina مشاهده نشد (شکل ۳). در این ارتباط، Präger و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی عملکرد و ویژگی‌های کیفی ارقام مختلف کینوای رشد یافته تحت شرایط مزرعه در جنوب شرقی آلمان نشان دادند که تأثیر نوع رقم کینوا بر عملکرد گیاه معنی‌دار است. بیشترین پتانسیل عملکرد (۲/۴۳ مگاگرم بر هکتار) در رقم Zeni مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر رقم‌ها از جمله رقم Titicaca بود. همچنین، Adolf و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند که تحمل ارقام مختلف کینوا به شوری متفاوت است که این امر مربوط به غلظت سدیم و پتاسیم در شیره سلولی گیاه می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی شاخساره سه رقم کینوای کشت شده در خاک شور

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		طول شاخساره	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره
رقم	۲	۷/۸۱ ^{ns}	۳۰۷*	۱/۱۰ ^{ns}
خطای آزمایش	۲	۱۱/۲	۷۶/۹	۱/۲۲

^{ns} و * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد



شکل ۳- مقایسه وزن تر شاخساره سه رقم کینوای کشت شده در خاک شور

نتیجه‌گیری

از نتایج مطالعه حاضر استنباط می‌شود که گیاه کینوا تحمل و مقاومت نسبتاً مطلوبی به خاک شور داشته و بین ارقام مختلف کینوا تفاوت معنی‌داری از نظر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی وجود دارد. رقم Q29 و Red carina در مقایسه با رقم Titicaca دارای رشد رویشی بهتری در خاک شور مورد مطالعه بودند و ممکن است این دو رقم دارای عملکرد بهتری نیز در خاک‌های شور باشند که نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

منابع

جمالی، ص، هزار جریبی و سپهوند، ن. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی و شاخص‌های رشد دو رقم گیاه کینوا. نشریه حفاظت آب و خاک، ۶(۱)، ۸۷-۹۸.

Adolf, V.I., Shabala, S., Andersen, M.N., Razzaghi, F., Jacobsen, S.E. 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant and Soil*, 357, 117-129.

Chakraborty, U., Roy, S., Chakraborty, A.P., Dey, P., Chakraborty, B. 2011. Plant growth promotion and amelioration of salinity stress in crop plants by a salt-tolerant bacterium. *Recent Research in Science and Technology*, 3, 61-70.

FAO, 2011. QUINOA: An ancient crop to contribute to world food security, pp. 63.

Jacobsen, S. E., Monica, A., Jensen, C.R. 2003. The Resistance of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) to Adverse Abiotic Factors. *Food Reviews International*. 19, 99-109.

Jacobson, S. E., Liu, F., Jensen, C.R. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa, Willd.*). *Scientia Horticulturae*, 122, 281-287.

Panuccio, M. R., Jacobsen, S. E., Akhtar, S. S., Muscolo, A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AoB Plants*, 6, p. plu047.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



- Präger, A., Munz, S., Nkebiwe, P. M., Mast, B., Graeff-Hönninger, S. 2018. Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in southwestern Germany. *Agronomy*, 8, 197-216.
- Qureshi, S.A., Qadir, M., Heydari, N., Javadi, A. 2007. A review of management strategies for salt prone land and water resources in Iran. International Water Management Institute. Working Paper 125.
- Talebnejad, R., and Sepaskhah, A. R. 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. *Agriculture Water Management*, 148, 177-188.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of some morphological characteristics of three varieties of quinoa in saline soil

Afzalinejad^{*1}, F., Ghasemi², S., Seifati, S.E.³

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources University of Yazd, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Natural Resources University of Yazd, Iran

³ Assistant Prof., Department of Arid and Desert Areas, Faculty of Natural Resources University of Yazd, Iran

Abstract

Salinity is one of the most important non-biologic stresses in arid and semi-arid regions that affects yield and quality of agricultural products. One of the most important methods in utilizing and increasing the yield of agricultural products in saline lands is identification and selection of saline resistant plant species. Therefore, the present study aims to compare some of the morphological characteristics of the three varieties of quinoa (Titicaca, Q29 and Red carina) in a saline soil with an electrical conductivity of 13.1 dS m^{-1} . The results showed that the effect of quinoa cultivar on root fresh and dry weight and shoot fresh weight was significant, but had no significant effect on root length, shoot height and dry weight of shoot. The highest fresh and dry weight belonged to Q29 and Red carina cultivars. Also, Q29 had the highest fresh shoot weight which had no significant difference with Red carina. According to the results of this study, vegetative growth of Q29 and Q29 Red carina in saline soil studied was better than Titicaca cultivar.

Keywords: Salinity, Plant Growth, Titicaca, Red carina, Q29

* Corresponding author, Email: fatemeh.afzalinejad17@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

نقش مدیریت تغذیه در بهبود عارضه زوال مرکبات

محمد سعید تدین^{۱*}، سهراب صادقی^۲^۱ دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس^۲ مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

عارضه زوال مرکبات در منطقه جنوب کشور در حال گسترش می‌باشد. در این آزمایش اثر مدیریت تغذیه در کنترل عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار در چهار تکرار و هر کرت چهار درخت طی سه سال انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: - شاهد (تغذیه بر اساس آزمون خاک) - تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف کلات آهن، روی، مس و سه برابر حد بهینه کلات منگنز - تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم - تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم - تغذیه برگ‌های عناصر کم مصرف سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک ۲ در هزار و سولفات مس ۰/۵ در هزار - تغذیه برگ‌های نیترات پتاسیم ۴ درصد و - تغذیه برگ‌های نیترات منیزیم ۲ درصد بود. نتایج نشان داد که تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و عناصر کم مصرف موجب افزایش معنی‌دار تراکم ریشه فیبری و کاهش درصد پوسیدگی ریشه شد. تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و تغذیه برگ‌های نیترات منیزیم موجب بهبود معنی‌دار شاخص‌های زوال در پرتقال والنسیا از جمله ریزش برگ و خشکیدگی سرشاخه‌ها، وزن و سطح مخصوص برگ، محتوای نسبی آب برگ و عملکرد کمی و کیفی گردید.

کلمات کلیدی: پوسیدگی ریشه، نیترات پتاسیم، نیترات کلسیم، نیترات منیزیم، عناصر کم مصرف

مقدمه

از بین ارقام پرتقال رقم والنسیا حساسیت بیشتری به عارضه زوال دارد. از عمده‌ترین عوامل عارضه زوال مرکبات می‌توان به عوامل غیر زنده شامل شرایط فیزیولوژیکی بستر کاشت (فشرده‌گی، پ‌هاش، بیکربنات، شوری) و تغذیه، میزان رطوبت خاک (تنش خشکی و رطوبت بیش از حد با آبیاری کم و یا زیاد) و نارسایی‌های فیزیولوژیک و عوامل زنده شامل نوع پایه، نماتدها، بیماری‌های گزینینگ، بیماری ویروسی تریستزا، بیماری قارچی فیتوفترا و فوزاریوم ریشه اشاره نمود (Meena و همکاران، ۲۰۱۸). معمولاً زوال سریع و ناگهانی توسط ویروس تریستزا و پوسیدگی خشک ریشه فوزاریومی و فیتوفترایی ریشه اتفاق می‌افتد. برگ‌ها در امتداد رگبرگ میانی به سمت بالا انهدا می‌یابند و قبل از ریزش به رنگ خاکستری کدر در می‌آیند. زوال مرکبات موجب کاهش جذب، انتقال، کارایی و تحرک مجدد عناصر غذایی در مرکبات می‌شود، در این عارضه رشد جدید ریشه متوقف نمی‌شود بلکه مدت زمان زنده بودن ریشه از ۱۲-۹ ماه به ۴ ماه کاهش یافته و پوسیدگی و از دست دادن ریشه^۱ افزایش می‌یابد. توسعه گسترده ریشه‌ها اغلب در دو زمان اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهرماه می‌باشد (Noling, ۲۰۰۳). پ‌هاش و بی‌کربنات بالا و غرقاب شدن ریشه موجب کاهش تراکم ریشه‌های فیبری مرکبات و افزایش شدت زوال می‌شود (Graham, ۲۰۱۷). افزایش کارایی جذب و طول عمر ریشه با مدیریت تغذیه امکان‌پذیر است (Johnson, ۲۰۱۷ و Dewdney, ۲۰۱۸). کاهش جذب کلسیم، منیزیم، از علائم مشخص زوال مرکبات می‌باشد (Johnson و Graham, ۲۰۱۵). مصرف بیش از حد پتاسیم و نیتروژن موجب کاهش جذب عناصر کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی و نیز افزایش حساسیت گیاه می‌شود. نسبت نیتروژن به کلسیم برگ ارتباط مثبت و معنی‌دار با افزایش غلظت پتاسیم به منیزیم برگ مرکبات دارد و گرسنگی پنهان در مرکبات به دلیل میزان پتاسیم بالا $K/Mg > 4.0$ یا نسبت زیاد $Ca/Mg > 7$ خاک ایجاد می‌گردد (Singh و Srivastava, ۲۰۰۹). بیشترین عملکرد پرتقال والنسیا پیوندی بر رانگیورلایم در خاک با مقدار منیزیم تبادلی بیش از ۱۰ درصد کل ظرفیت تبادلی خاک حاصل شد (Wutscher و Pavan, ۱۹۹۳). همچنین بیشترین میزان عملکرد نارنگی ساتسوما با میزان پتاسیم تبادلی ۳۱-۴۹ خاک، منیزیم ۵۴-۵۲ و کلسیم ۲۲۳-۱۹۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم خاک و نسبت کلسیم به منیزیم ۳-۲/۵، منیزیم به پتاسیم (K_2O) ۳-۴ و کلسیم به پتاسیم (K_2O) ۱۰-۸ خاک به دست آمد (Singh و Srivastava, ۲۰۰۹). نیتريت برای گونه‌های قارچ

* ایمیل نویسنده مسئول: m.tadayon@areeo.ac.ir

۱ - Root dieback

فوزاریوم و فیتوفترا سمی است. نیتريت در فرايند تبديل آمونيووم به نيترات (نيتريفيكاسيون) توسط باكتري‌هاي مفيد خاكي، توليد مي‌شود. کاربرد كودهاي آمونيوومي موجب افزايش بعضي بيماري‌ها از جمله فوزاريوم و پوسيدگي فیتوفترایي می‌شود، درصورتی که کودهای نیتراتی دارای اثر متضاد می‌باشند. تغذیه مکمل^۲ (ENP) به صورت گسترده برای کنترل عارضه زوال مرکبات و تقویت درخت اعمال می‌گردد (Spann و همکاران، ۲۰۱۱) و کاربرد مقادیر بیشتر و مداوم عناصر کم مصرف در تمام طول سال می‌تواند موجب کاهش عارضه زوال مرکبات گردد (Johnson، ۲۰۱۷). در این آزمایش اثر مدیریت تغذیه از جمله تغذیه مکمل خاکی برای افزایش کارایی جذب عناصر غذایی و توسعه ریشه و تغذیه برگي به منظور کاهش عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ تجاری دچار عارضه زوال مرکبات با درختان ۱۲ ساله پرتقال والنسیا پیوندی بر روی پایه لیموترش در منطقه کردیان قطب آباد جهرم با یو تی ام ۷۵۳۶۴۸ و ۳۱۷۶۲۰۵ و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۲ متر طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ انجام شد (شکل ۱). آبیاری به صورت قطره ای و تراکم کشت درخت ۴۱۶ درخت در هکتار با فاصله ۴ متر در ۶ متر بود. تجزیه مرکب نمونه خاک باغ قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	ب.ها ش (%)	کل مواد خنثی شونده (%)	کربن آلی (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	منیزیم (meq.l ⁻¹)	کلسیم (meq.l ⁻¹)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)	بور (mg/kg)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۸	۸/۱	۳۲	۰/۸۷	۸/۳۶	۳۸۶/۱۲	۱۰/۶	۳۱/۲	۰/۴۲	۳/۸۲	۱/۰۸	۰/۵	لومی رسی شنی
۳۰-۶۰	۱/۶۶	۸/۲	۲۷/۷	۰/۵۸	۵/۶۴	۳۲۶/۹۷	۱۱/۸	۲۰/۴	۰/۸۲	۳/۲۹	۱	۰/۵۳	لومی رسی شنی

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۶ تیمار در چهار تکرار و هر کرت چهار درخت طی سه سال انجام شد. تغذیه درختان بر اساس آزمون خاک و منبع کودی سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم (عرف منطقه) به طور یکنواخت برای همه تیمارها انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱- شاهد (تغذیه بر اساس آزمون خاک بدون محلول پاشی) ۲- تغذیه مکمل (ENP) کاربرد خاکی عناصر کم مصرف محلول هارل (هلنا و دانندی، ۲۰۱۵)، ترکیب کلات (EDDHA) آهن، روی، مس و سه برابر حد بهینه کلات منگنز به نسبت ۱-۰/۲۵ - ۰/۶ - ۴/۱، ۳- تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم ۴- تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم ۵- تغذیه برگي عناصر کم مصرف (سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک ۲ در هزار و سولفات مس ۰/۵ در هزار)، ۶- تغذیه برگي نیترات پتاسیم (۴ درصد)، ۷- تغذیه برگي نیترات منیزیم (۲ درصد) بود. تغذیه مکمل با در نظر گرفتن نسبت کلسیم به منیزیم ۳، منیزیم به پتاسیم ۴/۵ و کلسیم به پتاسیم ۱۰ بر اساس آزمون خاک در هر سال انجام شد. کوددهی به روش کودآبیاری در ۱۰ مرحله یعنی از بهمن‌ماه تا اواخر آبان اعمال شد. تغذیه مکمل (ENP) نیترات کلسیم و سولفات منیزیم در دو زمان توسعه گسترده ریشه‌ها یعنی اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهرماه انجام شد. تغذیه برگي عناصر کم مصرف در سه نوبت قبل از باز شدن گل‌ها و در طی رشد رویشی شاخه‌های جدید و نیترات پتاسیم در دو نوبت پس از گلدهی و قبل ریزش خرداد ماه انجام شد. غلظت عناصر غذایی برگ، میزان کلروفیل، رشد شاخه، درصد ریزش برگ و میوه، میزان خشکیدگی سر شاخه‌ها، محتوای نسبی آب، وزن (W.A⁻²) و سطح (A.W⁻¹) مخصوص نمونه برگ در تیرماه، عملکرد کل درخت، اندازه میوه در دو جهت و حجم میوه، رنگ پوست گلگاه با استفاده از دستگاه رنگ سنج^۳، درصد آب میوه^۴، اسیدیته میوه و کل مواد جامد قابل حل (بریکس) اندازه گیری شد (Graham، ۲۰۱۷). نمونه برداری ریشه در زیر قطره چکان‌ها از عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر توسط آگر (قطر و ارتفاع مته ۹ سانتی متر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر) انجام شد. نمونه برداری ریشه در سه فاصله ۱، ۲ و ۳ متر از تنه درخت و عمق ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر توسط آگر نمونه برداری ریشه (قطر و ارتفاع مته ۹ سانتی متر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر) انجام شد. در این نمونه‌ها در این نمونه‌ها تراکم (mg.cm⁻³) و درصد پوسیدگی ریشه‌های فیبری با قطر کمتر از ۰/۲ سانتی متر (تعداد ریشه‌های پوسیده به ریشه‌های سالم) تعیین گردید (Johnson،

^۲ - Enhanced nutritional program or hybrid nutrition programs

^۳ - Minolta Chroma Meter (CR-400, Konica Minolta, Ramsey, New Jersey, USA)

^۴ - Juice wt/total wt × 100

۲۰۱۷؛ Junior و همکاران، ۲۰۱۲). تجزیه مرکب داده های سه سال آزمایش توسط نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین داده ها توسط روش چند دامنه ای دانکن ($P \leq 0.05$) انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از عارضه زوال در درختان و میوه پرتقال والنسیا و سیاه شدن ریشه ها

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای آزمایش بر شاخص‌های اندازه گیری شده زوال مرکبات می باشد. نتایج آزمایش نشان داد که تغذیه برگ نیترا کلسیم و منیزیم بیشترین تأثیر را بر غلظت نیتروژن برگ پرتقال والنسیا داشت (جدول ۳). درختان مرکبات مبتلا به گرینینگ فرم نیترا ته نیتروژن را به فرم آمونیومی که موجب مسمومیت می گردد، ترجیح می دهند.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه گیری شده درخت پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

منابع تغییر	درجه آزادی	میزان کلروفیل (mg/g) (FW)	رشد شاخه (cm)	ریزش برگ (%)	خشکیدگی سر شاخه (%)	محتوای نسبی آب برگ (%)	وزن مخصوص برگ (mg/cm ²)	سطح مخصوص برگ (cm ² /g)	عملکرد کل درخت (kg)	ارتفاع میوه (mm)	قطر میوه (mm)
سال	۳	۲۶۶/۳۲۱ ^{**}	۶۲/۸۵	۹۴۶/۰۵ ^{**}	۳۶۴/۶۱	۰۰۰/۶۲۵ ^{ns}	۳۴۵/۱۵ ^{**}	۱۳۴/۳۶ ^{**}	۰/۰۲۵۴ ^{**}	۱۸۵/۳۲ ^{**}	۷۱/۳۶
خطا	۹	۲۴/۶۲	۶۵/۷۸	۶۴۲/۳۱	۹۵۰/۳۵۴	۰۰۰/۷۴	۶۴۷/۲۴	۵۴/۲۵	۰/۰۰۰۳	۲۷/۱۲	۱۴/۶۹
تیمار	۶	۲۷۸/۴۱ ^{**}	۲۴۵۶/۲۴ ^{**}	۹۶۱/۳۱۲ ^{**}	۱۲۸۴/۳۰۱ ^{**}	۰/۰۳۸ ^{**}	۶۴۷/۴۶ ^{**}	۶۲۷/۳۱ ^{**}	۰/۰۸۱۴ ^{**}	۸۵۴/۱۶ ^{**}	۵۴۱/۶۴ ^{**}
سال × تیمار	۱۸	۵۴۲/۹۸ ^{**}	۱۵۹/۳۱۲ ^{ns}	۶۰۵/۵۶ ^{**}	۲۸۳/۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۱۲۷ ^{ns}	۳۲۰۹/۲۵ ^{**}	۴۵۸۲/۲۱۳ ^{**}	۰/۰۵۶۴ [*]	۴۷/۲۵ ^{ns}	۴۳/۱۸ ^{ns}
خطا	۲۷	۵۱/۹۷	۱۸۹/۶۴	۱۰۲/۳۷۵	۱۶۲/۳۳	۰/۰۱۹۷	۴۲۱/۱۵	۲۸۱/۱۲	۰/۰۳۱	۸۴/۰۱۴	۹۱/۷۴
ضریب تغییر (%)		۷/۰۲	۶/۵۴	۸/۹	۷/۳	۸/۱۵	۷/۸	۶/۳	۸/۷	۵/۶	۷/۶

ادامه جدول ۲- جدول تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه گیری شده درخت پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

منابع تغییر	درجه آزادی	رنگ پوست میوه a*/b ratio	درصد آب میوه	درصد اسیدیته میوه	درصد کل مواد جامد قابل حل	TSS/TA	تراکم ریشه فیبری (mg/cm ³)	درصد پوسیدگی ریشه
سال	۳	۲۳۵۴/۱۴۲ ^{ns}	۳۲/۶۲۱ ^{**}	۶۰۱۴/۳۲۱ ^{ns}	۶۵/۰۴ ^{ns}	۲۵۴۱/۰۵۱ ^{ns}	۰/۳۶۱ ^{**}	۴۶۳/۳۵ ^{**}
خطا	۹	۲۵۴۸/۳۵۴	۶۴/۲۰۵	۸۴۱۲/۳۲۵	۵۲/۱۵۴	۶۳۱۲/۸۰۱	۰/۴۲۱	۶۷/۲۹
تیمار	۶	۶۵۶۷/۳۴۱ ^{**}	۶۸۴/۳۲۲ ^{**}	۳۲۵۴/۶۲۴ ^{**}	۵۴۱/۲۰۶ ^{**}	۵۲۳۱/۴۵۱ ^{**}	۶۴۵۲/۳۱۵ ^{**}	۵۸۷/۸۴ ^{**}
سال × تیمار	۱۸	۱۳۴۱/۲۵۴ ^{ns}	۳۱/۰۸۴ ^{ns}	۸۴۱/۳۱۸ ^{ns}	۵۱/۶۷۸ ^{ns}	۲۳۴/۶۱۲ ^{ns}	۱۶۴۱/۹۴ [*]	۳۴/۴۲ ^{ns}
خطا	۲۷	۲۲۴۳/۰۲۵	۶۴/۲۳۱	۱۳۵۲/۳۱	۶۲/۹۱۴	۵۸۴/۳۰۵	۷۱۴/۵۱	۶۱/۷۲
ضریب تغییر (%)		۷/۳۲	۶/۳۲	۷/۴۴	۵/۶۱	۶/۵۴	۷/۲۴	۹/۳

از طرفی افزایش آمونیم در خاک موجب کاهش جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم می گردد (Johnson, 2017). تغذیه برگی نیترات پتاسیم نیز موجب افزایش معنی دار غلظت پتاسیم برگ نسبت به سایر تیمارها شد و با تیمار شاهد (تغذیه بر اساس آزمون خاک) در یک گروه آزمایشی قرار داشتند. بیشترین غلظت منیزیم برگ به ترتیب مربوط به تیمار تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم بود. درختان دارای مقادیر پتاسیم، کلسیم و منیزیم کافی، علائم گرینینگ را علی رغم آلودگی نشان نمی دهند (Johnson, 2017). تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف (محلول هارل) موجب افزایش معنی دار غلظت این عناصر در برگ نسبت به شاهد شد، اما اثر تغذیه برگی عناصر کم مصرف بر غلظت منگنز، روی، مس و بور نمونه برگی به مراتب بیشتر بود (جدول ۲). وجود محدودیت خاکی از جمله بالا بودن پ هاش و بی کربنات خاک موجب کاهش جذب کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و روی می گردد (Johnson و همکاران، 2014).

جدول ۳- مقایسه اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین عناصر غذایی برگ پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

تیمار	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	سولفور (%)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	بور (mg/kg)
شاهد (بر اساس آزمون خاک)	۲/۴۶c	۰/۱۸cd	۲/۶۸ab	۱/۹۱b	۰/۳۵c	۰/۳۶b	۲۸۸/۷۵c	۲۴/۱۵d	۱۹/۹۵d	۵/۲۵e	۵۵c
تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف	۲/۲۶de	۰/۲b	۲/۲۵c	۱/۸۳bc	۰/۳۳c	۰/۴a	۳۸۲/۲a	۵۷/۷۵b	۲۵/۷a	۹/۴۵b	۵۳/۵۵cd
تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم	۳/۰۳ab	۰/۱۶d	۲/۱۴d	۲/۹۸a	۰/۳۶c	۰/۳۲b	۱۸۴/۸e	۳۴/۶۵cd	۲۵/۲bc	۸/۴bc	۴۴/۱e
تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم	۳/۲۱ab	۰/۲b	۲/۱d	۱/۷۱d	۰/۵۷b	۰/۳۸ab	۳۱۱/۸۵b	۲۹/۴d	۲۲/۰۵c	۷/۱۵d	۶۵/۱b
تغذیه برگی عناصر کم مصرف	۲/۳۶cd	۰/۲۴a	۲/۶۳b	۱/۷۳d	۰/۳۷c	۰/۳۴b	۳۰۲/۴b	۷۱/۴a	۳۷/۸a	۱۲/۶a	۸۱/۹a
تغذیه برگی نیترات پتاسیم	۲/۷۸b	۰/۱۹bc	۲/۷۵a	۱/۷۹cd	۰/۴c	۰/۳۴b	۲۳۵/۲d	۳۹/۹c	۲۸/۳۵b	۷/۳۵c	۴۷/۲۵de
تغذیه برگی نیترات منیزیم	۳/۲۵a	۰/۲۲ab	۲/۵۴b	۱/۸۴bc	۰/۸۸a	۰/۳۵b	۲۱۵/۴d	۲۸/۶۲d	۲۶/۲۴b	۶/۸۴d	۴۸/۳۲de

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P \leq 0.05$)

از جمله شاخص های زوال مرکبات پوسیدگی و سیاه شدن ریشه، مرگ سرشاخه ها و توقف رشد، کاهش تاج پوشش، تعداد و اندازه برگ مرکبات می باشد، همچنین درصد کل مواد جامد قابل حل و آب میوه در درختان سالم بیشتر از درختان دچار زوال می باشد (Mauk و Shea, 2002). در این آزمایش تیمارهای تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم موجب افزایش معنی دار میزان کلروفیل برگ شد (جدول ۴). این دو تیمار و تیمار تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، رشد شاخه ها را بطور معنی دار افزایش داد. تغذیه برگی نیترات منیزیم بیشترین تأثیر را بر کاهش درصد ریزش برگ داشت و تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، تغذیه برگی عناصر کم مصرف و نیترات پتاسیم از این نظر در گروه دوم آماری قرار داشتند. تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، تغذیه برگی نیترات منیزیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم بیشترین تأثیر را بر کاهش درصد خشکیدگی سرشاخه ها داشتند. تغذیه برگی بویژه عناصر کم مصرف^۵، قدرت و باروری درختان دچار زوال را افزایش می دهد (Giles, 2011).

جدول ۴- مقایسه اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شاخص های عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

تیمار	میزان کلروفیل (mg/g)	رشد شاخه (cm)	ریزش برگ (%)	خشکیدگی سرشاخه (%)	نسبی آب برگ (%)	محتوای خشک برگ (mg/cm ²)	وزن مخصوص برگ (mg/cm ²)	سطح برگ (cm ² /g)	عملکرد کل درخت (kg)	ارتفاع میوه (mm)	قطر میوه (mm)
شاهد (بر اساس آزمون خاک)	۰/۲۶d	۲۳/۱d	۳۹/۹a	۴۴/۱a	۸۵/۰۵d	۳/۲۶d	۱۰۱/۸۵a	۱۰۱/۸۵a	۷۴/۵۵d	۸/۵۱d	۶/۶۲c
تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف	۰/۴۴b	۳۵/۷b	۲۲/۰۵b	۲۴/۱۵b	۹۱/۳۵c	۳/۹۹c	۹۰/۳c	۹۰/۳c	۷۸/۷۵d	۱۱/۱۳c	۷/۴۶c
تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم	۰/۳۷c	۵۰/۴a	۱۴/۷c	۱۲/۶d	۹۵/۶۵a	۴/۶۶a	۸۸/۲d	۸۸/۲d	۸۶/۱c	۱۲/۳۹b	۸/۴b
تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم	۰/۵۲ab	۴۹/۴a	۱۹/۹۵b	۱۵/۷۵cd	۹۳/۵۵b	۴/۰۴c	۹۵/۵۵b	۹۵/۵۵b	۹۵/۵۵a	۱۱/۸۷bc	۷/۹۸bc

^۵ - Boyd's program

۷/۸۸bc	۱۱/۷۶c	۹۰/۳b	۹۴/۵b	۴/۱c	۹۱/۴۵c	۲۵/۲b	۱۵/۷۵c	۳۳/۶b	۰/۴۳b	تغذیه برگی عناصر کم مصرف
۹/۲۴ab	۱۳/۱۳a	۹۲/۴ab	۸۹/۲۵cd	۴/۳۱b	۹۵/۲۵a	۲۸/۳۵b	۱۸/۹bc	۳۴/۹b	۰/۴۷b	تغذیه برگی نیترات پتاسیم
۹/۹۲a	۱۳/۲a	۹۳/۲۲ab	۸۲/۵۴e	۴/۵۸a	۹۴/۳۶ab	۱۳/۶۲d	۱۲/۳۴d	۴۴/۳ab	۰/۵۸a	تغذیه برگی نیترات منیزیم

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P \leq 0.05$)

جدول ۵- مقایسه اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین شاخص های عارضه زوال مرکبات در پرتقال والنسیا طی سه سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷

تیمار	رنگ پوست میوه a*/b ratio	درصد آب میوه	درصد اسیدیته میوه	درصد کل مواد جامد قابل حل	TSS/TA	تراکم ریشه فیبری (mg/cm ³)	درصد پوسیدگی ریشه
شاهد (بر اساس آزمون خاک)	۰/۲۷e	۴۴/۱c	۱/۱۶a	۹/۵۶d	۸/۶۹e	۰/۳۲d	۶۶/۱۵a
تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف	۰/۱۳d	۵۰/۴c	۰/۹۴b	۱۱/۱۳c	۱۲/۳۷d	۰/۷۴a	۳۳/۶c
تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم	۰/۲۱c	۵۳/۵۵bc	۰/۹۵b	۱۱/۸۷b	۱۳/۱۸c	۰/۶۳ab	۲۴/۱۵d
تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم	۰/۲۵bc	۵۵/۶۵bc	۰/۸۲c	۱۲/۲۹a	۱۵/۳۶b	۰/۵۳bc	۳۲/۵۵c
تغذیه برگی عناصر کم مصرف	۰/۲۷b	۵۷/۷۵ab	۰/۷۴d	۱۱/۷۶b	۱۶/۸a	۰/۴۲d	۵۶/۷b
تغذیه برگی نیترات پتاسیم	۰/۲۹ab	۶۴/۰۵a	۰/۸۴c	۱۲/۰۸b	۱۵/۰۹b	۰/۴۸cd	۶۰/۹ab
تغذیه برگی نیترات منیزیم	۰/۳۳a	۵۸/۲ab	۰/۸۵c	۱۲/۱۴ab	۱۵/۱۸b	۰/۵۸b	۳۴/۳c

* نسبت رنگ red(+)/green(-) به yellow(+)/blue(-)

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار ($P \leq 0.05$)

تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم، تغذیه برگی نیترات پتاسیم و منیزیم بیشترین افزایش درصد محتوای نسبی آب برگ را به خود اختصاص دادند. تغذیه مکمل خاکی و برگی نیترات منیزیم بیشترین افزایش شاخص وزن مخصوص برگ و کاهش سطح مخصوص برگ را داشتند. تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم، تغذیه برگی نیترات پتاسیم و منیزیم موجب افزایش معنی دار عملکرد کل درخت شدند. تغذیه برگی نیترات پتاسیم و منیزیم بیشترین تأثیر را بر افزایش کیفیت میوه از جمله اندازه، درصد آب میوه و رنگ میوه داشتند. همچنین تغذیه برگی عناصر کم مصرف موجب افزایش درصد آب میوه، کاهش معنی دار اسیدیته و افزایش نسبت کل مواد جامد قابل حل به اسید شد. تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم و تغذیه برگی نیترات منیزیم بطور معنی دار موجب افزایش درصد کل مواد جامد قابل حل میوه شدند. بیشترین میزان تراکم ریشه فیبری متعلق به تیمارهای تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف و نیترات کلسیم بود. کمترین درصد پوسیدگی ریشه مربوط به تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و منیزیم، تغذیه مکمل خاکی عناصر کم مصرف و تغذیه برگی نیترات منیزیم بود (جدول ۴ و ۵). کلسیم برای جلوگیری از پوسیدگی ریشه فیتوفترایی مهم می باشد. همچنین کاربرد نیترات کلسیم نسبت به سولفات آمونیوم و اوره توصیه می گردد. نیتروژن آمونیومی سریعاً پس از جذب به آسپارازین و گلوتامین تبدیل می شود که مواد مغذی برای جذب زئوسپورهای فیتوفترا می باشد (Menge و Nemec، ۱۹۹۷). از طرفی دیگر غلظت بالای پتاسیم خاک در ریزوسفر موجب کاهش جذب کلسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز توسط ریشه می گردد (Singh و Srivastava، ۲۰۰۹). تغذیه مکمل برگی اوره (Albrigo، ۲۰۰۰) و یا نیترات پتاسیم در پرتقال والنسیا (Koo و همکاران، ۱۹۸۴) می تواند عوارض ناشی از کاربرد خاکی آنها در خاک های آهکی برای مرکبات را کاهش دهد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بیشترین تأثیر بر افزایش تراکم ریشه فیبری و کاهش درصد پوسیدگی ریشه و بهبود زوال ریشه در پرتقال والنسیا مربوط به کاربرد تیمارهای تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و عناصر کم مصرف (محلول هارل) بود. کیفیت میوه و عملکرد کل درخت بیشتر تحت تأثیر تیمارهای تغذیه برگی نیترات منیزیم و پتاسیم و تغذیه مکمل خاکی نیترات منیزیم قرار گرفت. تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و تغذیه برگی نیترات منیزیم بیشترین تأثیر را بر بهبود شاخص های وزن و سطح مخصوص برگ و نیز محتوای نسبی آب برگ داشتند. همچنین محتوای نسبی آب برگ با تغذیه برگی نیترات پتاسیم بهبود یافت. با توجه به نتایج آزمایش تغذیه مکمل خاکی نیترات کلسیم و نیترات منیزیم در اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد و مجدداً در اواخر مرداد تا اوایل مهرماه و نیز تغذیه برگی نیترات پتاسیم و نیترات منیزیم (در دو نوبت پس از گلدهی و قبل ریزش خرداد ماه) و عناصر کم مصرف (سه نوبت قبل از باز شدن گل ها و در طی رشد رویشی شاخه های جدید)، جهت کاهش پوسیدگی ریشه، درصد ریزش برگ و خشکیدگی سرشاخه ها و بهبود شاخص های زوال پرتقال والنسیا توصیه می گردد.



- Albrigo, L.G. 2000. Effect of foliar application of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. *Proceedings of Florida State Horticulture Society*, 112, 1-4.
- Dewdney, M.M., Johnson, E.G. and Graham, J.H. 2018. Florida citrus production guide: Phytophthora foot rot and root rot. Plant Pathology Department, UF/IFAS Extension, PP-156.
- Giles, F., 2011. Daring to be different. *Fla. Grow*. 104 (6), 8e10.
- Graham, J. 2017. Horticultural factors that contribute to tolerance of citrus to Huanglongbing (HLB). *Fruticultura 2017 Symposium*, October 18, 2017, Univ. Florida Citrus Research and Education Center.
- Johnson, E.G. 2017. Citrus Root Health Management. August 17, 2017, Univ. Florida Citrus Research and Education Center.
- Johnson, E.G., and Graham, J.H. 2015. Root health in the age of HLB. *Citrus Industry*, 14-18.
- Johnson, E.G., Wu, J., Bright, D.B., and Graham, J.H. 2014. Association of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' root infection, but not phloem plugging with root loss on huanglongbing-affected trees prior to appearance of foliar symptoms. *Plant Pathology*, 63, 290-298.
- Júnior J.A., W. B. Aranyake, L.R. Parsons, A.W.P. Evangelista. 2012. Citrus root distribution under water stress grown in sandy soil of central Florida. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, 32, 1109-115.
- Koo, R.C.J., Anderson, C.A., Stewart, I., Tucker, D.P.H., Calvert, P.V., and Wutscher, H.K. 1984. Recommended fertilizers and nutritional sprays of citrus. *Florida Agricultural Experimental Station Bulletin 536D:30*. Gainesville.
- Mauk, P.A., and Shea, T. 2002. Questions and answers to citrus management (Third Edition). University of California, County of Riverside and U.S. Department of Agriculture Cooperating.
- Meena, A.K., Dutta, F., Marak, M.C. and Meena, R.K. 2018. Citrus Decline. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7, 2807-2815.
- Menge, J.A. and Nemeč, S. 1997. Citrus. In: *Soil borne diseases of tropical crops*. Hillocks, R. J. and Waller, J. M., eds. CAB International, Wallingford, UK, 185-227.
- Noling, J.W. 2003. Citrus root growth and soil pest management practices. Gainesville: University of Florida, 6p.
- Pavan, M.A., and Wutscher, H.K. 1993. Accumulation of nutrients at the surface of roots of blight affected orange trees. *Communications in Soil Science & Plant Analysis* 24, 979-987.
- Spann, T.M., Schumann, A.W., Rouse, R., Ebel, R. 2011. Foliar nutrition for HLB. *Citrus Ind.* 92 (6), 6-10.
- Srivastava A.K., and Singh, S. 2009. Citrus decline: Soil fertility and plant nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 32, 197-245.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of nutrition management on the amelioration of citrus decline

Tadayon^{*1}, M.S., Sadeghi², S.

1 Associate Prof., Soil and Water Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

² Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Abstract

Citrus decline is spreading over south region of Iran. In this experiment the effect of nutrition management on citrus decline in Valencia orange were investigated. Trial was conducted in a randomized complete block design with seven treatments and four replications and four trees per plot in three years. Experimental treatments contain – Control (fertilization based on soil analysis), - Enhanced soil application of micronutrient iron, zinc, copper and three times over soil critical levels of manganese EDDHA chelates - Enhanced soil application of calcium nitrate - Enhanced soil application of magnesium nitrate – Foliar nutrition of micronutrients 2 gl⁻¹ zinc sulfate, manganese sulfate, boric acid and 0.5 gl⁻¹ copper sulfate - Foliar nutrition of 4 percent potassium nitrate and - Foliar nutrition of 2 percent magnesium nitrate. The results showed that Enhanced soil application of calcium nitrate and micronutrient significantly increased the root density (mg.cm⁻³) and decreased root rot percentage. Enhanced soil application of calcium nitrate and foliar nutrition of magnesium nitrate significantly improved citrus decline indices of Valencia orange such as the percentage of leaf drop, shoot dieback, special leaf weight and area, leaf water content and quantitative and qualitative characters of yield.

Keywords: Calcium nitrate, Magnesium nitrate, Micronutrient, Potassium nitrate, Root rot

* Corresponding author, Email: m.tadayon@areeo.ac.ir

ارزیابی روش تعادل توده‌ای در تعیین غلظت عناصر غذایی محلول جایگزین آبکشت بسته خیار گلخانه‌ای

محمد سعید تدین^{۱*}، سهراب صادقی^۲^۱ دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس^۲ مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

جایگزینی محلول پایه به صورت ثابت در هر مرحله رشد موجب عدم تعادل تغذیه ای در آبکشت بسته می شود. با استفاده از اصل تعادل توده ای، می توان غلظت عناصر در محلول های جایگزین بر اساس حد بهینه عناصر غذایی برگ را تعیین و تنظیم نمود. در این آزمایش این تکنیک، برای تعیین مناسب ترین غلظت عناصر محلول جایگزین در سامانه آبکشت بسته گلخانه ای خیار سبز مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش به صورت کاملاً تصادفی با سه تکرار و چهار تیمار کاربرد محلول پایه به صورت ثابت (شاهد) و کاربرد محلول پایه و جایگزینی محلول غذایی تنظیم شده در مراحل مختلف رشد با فرض نسبت وزن خشک (کیلوگرم) به میزان تعرق در سه سطح (لیتر) ۱/۲۰۰، ۱/۳۰۰ و ۱/۴۰۰ انجام شد. تیمار محلول جایگزین نسبت وزن خشک به تعرق ۱/۳۰۰ موجب بهبود مقادیر غلظت عناصر غذایی برگ خیار شد و بیشترین میزان عملکرد در واحد بوته را به خود اختصاص داد. انطباق مقادیر نسبت نیاز آبی لحظه‌ای با نسبت وزن خشک به تعرق تیمارهای آزمایش، امکان استفاده از این شاخص در تعیین بهترین غلظت محلول جایگزین بر اساس اصل جریان توده ای در شرایط کنترل شده گلخانه ای بدون نیاز به اندازه گیری مجدد فراهم می نماید.

کلمات کلیدی: آبکشت، تغذیه، فرمول محلول غذایی، گلخانه

مقدمه

در مطالعات تغذیه ای سامانه های آبکشت به طور گسترده برای مطالعات تعیین حد کفایت، کمبود و سمیت غذایی در گونه های مختلف گیاهی کاربرد دارد (Mimmo و Pii، ۲۰۱۵ و Alatorre-Cobos و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین کاربرد صنعتی آبکشت برای پرورش گیاهان زینتی، میوه ها و سبزی و صیفی گسترش یافته است (Gent، ۲۰۱۲). در ایران به دلیل کمبود منابع آبی کاربرد سامانه های آبکشت بسته در اولویت های تحقیقاتی توسعه کشت گلخانه ها قرار دارد. در این شرایط نیاز شدید به بازیافت و استفاده مجدد از محلول های غذایی به دلیل هزینه زیاد اقتصادی و مشکلات زیست محیطی کود وجود دارد. پاسخ گیاهی در سامانه های آبکشت به تغییرات غلظت عناصر غذایی شدیدتر و گسترده تر از خاک می باشد (Nguyen و همکاران، ۲۰۱۶). در سامانه آبکشت بسته، یکی از مشکلات کاربرد محلول های ثابت و پایش غلظت عناصر در محلول غذایی، ایجاد عدم تعادل تغذیه ای به دلیل سرعت متفاوت جذب عناصر از محلول غذایی می باشد. همچنین غلظت های پایین عناصر غذایی در محلول حتی با روش های دقیق مانند ICP به سختی پایش و کنترل می شود و خطا مشاهده می گردد. از طرف دیگر پایش هدایت الکتریکی محلول غذایی نیز به دلیل میزان متفاوت جذب عناصر غذایی و باقی ماندن مقادیر بیشتر کلسیم، منیزیم و سولفات صحیح نمی باشد و عناصر کم مصرف نقش بسیار کمی (۰/۱ درصد) در هدایت الکتریکی محلول غذایی دارند. کلسیم به طور غیر فعال جذب گیاه می شود و انتقال مجدد آن در آوند آبکش به کندی اتفاق می افتد، مشاهده شده که تجمع کلسیم تا ۲۰ میلی مول (که ده برابر بیشتر از غلظت آن در محلول هوگلند می باشد)، اتفاق می افتد و در این شرایط محلول پاشی کلسیم توصیه می شود (Bugbee، ۱۹۹۴). از طرف دیگر پهاش توصیه شده برای آبکشت ۵/۵ تا ۵/۸ می باشد، جذب عناصر غذایی منگنز، مس، روی و به ویژه آهن در پهاش بالا کاهش می یابد، و جذب عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در پهاش پایین کم می شود. در این شرایط کاهش جذب عناصر غذایی و نه کمبود عنصر غذایی در محلول وجود دارد (Bugbee و Salisbury، ۱۹۸۹). بنابراین در این شرایط اندازه گیری غلظت عناصر محلول غذایی برای تنظیم غلظت محلول جایگزین صحیح نیست. یون فسفات با جذب و دفع هیدروژن پهاش را پایدار می کند. محلول بازیافتی به دلیل آن که فسفر به سرعت در محلول جذب می گردد، از قدرت بافری کمتر برخوردار است. بنابراین با تزریق اسید و باز به صورت اتوماتیک پی اچ محلول غذایی کنترل می گردد (Bugbee، ۱۹۹۴). در آبکشت محلول غذایی قبل از کاربرد با هوا اشباع شده و یا به طور دائم در کل مراحل رشد گیاه، اکسیژن در محلول تزریق می گردد (Chang و همکاران، ۲۰۱۲) و دوره متناوب آبیاری برای هوادهی مفید است (Resh، ۲۰۱۲). این آزمایش با بکارگیری اصل تعادل توده ای در سامانه های آبکشت بسته، بهترین غلظت عناصر غذایی در محلول جایگزین را بر اساس نرم عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد خیار گلخانه ای و نسبت مناسب تعرق به رشد گیاه تعیین می نماید. همچنین انطباق این روش با کارایی فتوسنتز گیاه در مراحل مختلف رشد تعیین می گردد.

* ایمیل نویسنده مسئول: m.tadayon@areeo.ac.ir

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه خیارسیز (*Cucumis sativus*) رقم سوکراتز (نگین) در گلخانه واقع در شهرستان بیضاء از توابع شیراز در سال ۱۳۹۶ انجام شد. شرایط گلخانه بر اساس نیاز فیزیولوژیکی گیاه از نظر دما، نور و رطوبت تنظیم شد. در این آزمایش برای محاسبه غلظت محلول جایگزین نیاز به آزمون عناصر غذایی در گیاهان مورد مطالعه بود تا نسبت آنها با توجه به حد بهینه (جدول ۱) در مراحل مختلف تنظیم گردد. همچنین محلول غذایی پایه مورد استفاده بر اساس روش آدامز و وینسور (۱۹۷۸) تهیه گردید (جدول ۲).

جدول ۱ - حد بهینه عناصر غذایی برگ خیار گلخانه ای (سومین تا چهارمین برگ تازه بالغ و کامل توسعه یافته از نقطه رشد انتهایی) در سه مرحله رشد

رشد رویشی اولیه (محلول غذایی آغازین)					
N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)
۴/۵۰-۶/۰۰	۰/۳۴-۱/۲۵	۳/۹۰-۵/۰۰	۱/۴۰-۳/۵۰	۰/۳۰-۱/۰۰	۰/۴۰-۰/۷۰
Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	B(ppm)	Mo(ppm)
۵۰-۱۰۰	۵۰-۱۰۰	۲۰-۶۰	۵-۲۵	۲۵-۶۵	۰/۲-۰/۸
رشد ثانویه (محلول جایگزین رویشی Before bloom)					
N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)
۴/۵۰-۶/۰۰	۰/۳۰-۰/۷۰	۱/۵۰-۲/۵۰	۲/۲۰-۴/۵۰	۰/۴۵-۰/۷۵	۰/۳۰-۰/۸۰
Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	B(ppm)	Mo(ppm)
۵۰-۱۰۰	۳۰-۱۰۰	۲۰-۶۰	۵-۲۵	۲۵-۶۵	۰/۳-۱/۰
رشد زایشی (محلول غذایی جایگزین زایشی Early bloom)					
N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)
۲/۵۰-۵/۰۰	۰/۳۰-۰/۷۰	۲/۵۰-۳/۵۰	۱/۵۰-۳/۵۰	۰/۳۵-۰/۶۵	۰/۳۰-۰/۸۰
Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	B(ppm)	Mo(ppm)
۵۰-۱۰۰	۳۰-۱۰۰	۲۰-۶۰	۵-۲۵	۲۵-۶۵	۰/۳-۱/۰

تنظیم محلول غذایی پایه شامل مرحله رویشی اولیه (کاهش ۰/۵ و یک میلی مول در لیتر آمونیوم و پتاسیم و افزایش ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی مول در لیتر کلسیم و منیزیم و افزایش ۱ میکرومول در لیتر آهن و بور)، مرحله میوه بندی (افزایش یک میلی مول در لیتر پتاسیم و نترات)، مرحله رشد سریع زایشی (کاهش یک میلی مول در لیتر پتاسیم و افزایش ۰/۵ میلی مول در لیتر کلسیم) و مرحله پایان فصل (کاهش یک میلی مول در لیتر آمونیوم و فسفر) بود. در هر مرحله رشد، با توجه به حد بهینه عناصر غذایی برگ، ترکیب و غلظت محلول غذایی به صورت زیر تعیین و جهت ارزیابی اعمال گردید. آزمایش به صورت کاملاً تصادفی با سه تکرار و چهار تیمار اول (S1)، کاربرد محلول پایه (جدول ۲) به صورت ثابت و محلول جایگزین به طور کامل بر اساس ترکیب و غلظت محلول پایه در هر مرحله رشد (شاهد) اعمال گردید؛ تیمار دوم (S2)، در هر سه مرحله رشد گیاه، پس از کاربرد محلول پایه، با فرض نسبت وزن خشک به تعلق ۱/۲۰۰ و غلظت مطلوب عناصر برگ (جدول ۱)، میزان عنصر غذایی در وزن خشک برگ تعیین شد، برای هر کیلوگرم رشد گیاه ۲۰۰ لیتر محلول از گیاه عبور می کند، بنابراین می بایستی میزان عنصر غذایی در ۲۰۰ لیتر محلول جایگزین وجود داشته باشد، با تقسیم میزان عنصر غذایی مورد نیاز بر مولاریته عنصر غذایی مقدار مول بر لیتر آن محاسبه و به محلول پایه اضافه و با از محلول پایه کسر گردید.

محلول غذایی تانک A			محلول غذایی تانک B		
Calcium nitrate solid	86	kg	Potassium nitrate	55	kg
Potassium nitrate	18	kg	Monopotassium phosphate	11	kg
Iron DTPA 6% or EDDHA 6% or HBED 6%	1396	g	Magnesium sulphate 16% MgO	34	kg
Manganese EDTA 12.8%	429	g	Monoammonium phosphate	5	kg
Zinc EDTA 14.8%	221	g	Borax 11.3% B	239	g
Copper EDTA 14.8%	32	g	Sodium molybdate 39.6%	12	g

مقدار کودها برای حجم ۱۰۰۰ لیتر و محلول غذایی ۱۰۰ برابر غلیظ شده محاسبه گردیده است

تیمار سوم (S3)، در هر سه مرحله رشد گیاه پس از کاربرد محلول پایه، با فرض نسبت وزن خشک به تعرق $1/300$ ، محلول جایگزین به روش فوق تهیه و به محلول پایه اضافه و یا از محلول پایه کسر شد. تیمار چهارم (S4)، رطوبت پایین، در هر سه مرحله رشد گیاه پس از کاربرد محلول پایه، با فرض نسبت وزن خشک به تعرق $1/400$ ، محلول جایگزین به روش فوق تهیه و به محلول پایه اضافه و یا از محلول پایه کسر می شود. در هر ردیف (تکرار) با توجه به نوع گیاه و فاصله کشت برای خیار تعداد ۳۶ بوته در نظر گرفته شد. (سالت، ۲۰۰۴؛ باکستر، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰). صفات آزمایشی از جمله عملکرد بوته و میزان عناصر غذایی (غلظت نیتروژن توسط روش کج‌دال)، با روش اسپکترومتری نوری پلاسمایی اندازه‌گیری گردید. میزان تعرق، فتوسنتز خالص و کارایی مصرف آب فتوسنتزی در مراحل مختلف رشد اندازه‌گیری شد. میزان تبادل گازی بر روی برگ‌های بالغ (سومین و چهارمین برگ از سر شاخه) با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر دستی نوع باز سیستم تبادل^۱ با غلظت ثابت ۴۰۰ پی پی ام در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد و شدت نور ۱۲۵۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه با طول موج‌های ۶۷۰ و ۴۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب فتوسنتزی لحظه‌ای ($IWUE, \mu\text{molCO}_2 \cdot \mu\text{mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) از تقسیم میزان فتوسنتز خالص برگ (Pn) به میزان تعرق برگ (E) محاسبه شد. در مراحل مختلف رشد معکوس نسبت کارایی مصرف آب فتوسنتزی^۲ ($\mu\text{molH}_2\text{O}/\text{molCO}_2$) محاسبه گردید. تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو سال آزمایش توسط نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها توسط روش چند دامنه‌ای دانکن ($P \leq 0.05$) انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه برگی نمونه شاهد یعنی محلول جایگزین (S1) نشان داد که در هر سه مرحله رشد اولیه، ثانویه و زایشی، مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منگنز بیش از میانگین حد بهینه عناصر غذایی برگ خیار (جدول ۱) بود، همچنین کمبود کلسیم، منیزیم، گوگرد و بور مشاهده شد (جدول ۳). در تیمار محلول جایگزین (S2)، غلظت برگی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منگنز بیش از میانگین حد بهینه بود، اما مقادیر کلسیم، منیزیم و سایر عناصر کم‌مصرف بهبود یافت. در آزمایشی مشاهده شد که در محلول غذایی با $0/5$ میلی مول فسفر در هر روز، فسفر در چند ساعت اولیه جذب شده و اضافه نمودن فسفر به طور دائم در سطح $0/5$ میلی مول در محلول باز یافتی موجب افزایش غلظت فسفر در گیاه به بیشتر از یک درصد ماده خشک شد که سه برابر بالاتر از حد بهینه می باشد و این میزان بالای فسفر موجب کمبود آهن و روی می شود (چانی و کولومب، ۱۹۸۲). جذب سریع پتاسیم موجب کمبود کلسیم و منیزیم در گیاه می شود و کاهش پتاسیم در محلول به طور معنی دار جذب کلسیم را بهبود بخشیده و از پوسیدگی گلگاه و سایر نارسایی‌ها در گوجه فرنگی جلوگیری می کند (برووس، ۱۹۹۴). بهترین مقادیر غلظت عناصر غذایی با توجه به حد بهینه عناصر غذایی برگ خیار در هر سه مرحله رشد به ترتیب مربوط به تیمار محلول جایگزین (S3) و محلول جایگزین (S4) بود (جدول ۳). سطح نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منگنز به دلیل جذب بیشتر، در محلول غذایی کاهش می یابد و ثابت نگه داشتن سطح آن‌ها در محلول غذایی موجب افزایش جذب، مسمومیت و عدم تعادل عناصر غذایی در گیاهان می شود (برووس، ۱۹۹۴).

^۱ - LI-COR 6400 XT portable gas analyzer (Li-Cor, Lincoln, NE, USA)

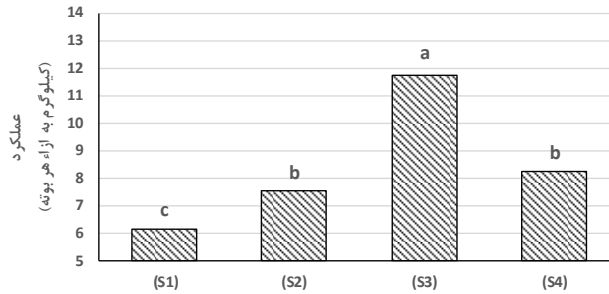
^۲ - Water requirement

جدول ۳- میانگین غلظت عناصر غذایی نمونه برگ در مراحل مختلف رشد خیارسبز گلخانه ای رقم سوکراتز (نگین)

Mo (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	S (%)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	N (%)	مراحل رشد	تیمار
۰/۳۴	۱۶/۴۷	۷/۸۴	۲۷/۶۵	۶۲/۷	۷۳/۴۵	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۶۴	۲/۵۳	۰/۳۱	۳/۴۶	رشد اولیه	محلول غذایی پایه (S1)
۰/۳۷	۱۹/۱۲	۶/۵۷	۲۱/۴	۹۵/۴۶	۷۹/۱۴	۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۵۴	۵/۱۸	۱/۳۵	۶/۱۴	رشد اولیه	محلول جایگزین (S1)
۰/۳۲	۲۰/۴۵	۵/۴۷	۲۴/۵۱	۸۸/۲۱	۶۵/۲۴	۰/۳۴	۰/۳۱	۱/۰۴	۳/۲۳	۱/۲۴	۵/۹۴	رشد ثانویه	
۰/۳۳	۲۳/۰۸	۴/۹۸	۲۵/۷۴	۹۴/۶۱	۷۲/۱۵	۰/۴۰	۰/۳۲	۰/۷۹	۳/۳۴	۱/۲۲	۵/۶۳	رشد زایشی	
۰/۷۶	۵۷/۵۶	۱۵/۴۱	۵۴/۸۷	۱۲۰/۴۳	۹۵/۴۱	۰/۶۴	۰/۸۹	۲/۷۴	۵/۷۸	۱/۵۳	۵/۹۸	رشد اولیه	محلول جایگزین (S2)
۰/۷۴	۶۴/۲۳	۲۳/۴۱	۶۶/۴۱	۱۱۴/۲۵	۸۹/۴۷	۰/۷۶	۰/۷۴	۳/۸۷	۲/۳۷	۱/۳۲	۵/۵۴	رشد ثانویه	
۰/۶۷	۶۷/۱۲	۲۱/۴۴	۵۸/۴۹	۱۰۳/۴۲	۹۴/۲۵	۰/۷۲	۰/۷۱	۳/۱۸	۳/۱۷	۰/۷۵	۴/۹۲	رشد زایشی	
۰/۵۸	۴۵/۶۳	۱۳/۴۷	۴۴/۲۳	۹۰/۳۵	۷۸/۳۴	۰/۵۷	۰/۶۳	۱/۹۷	۴/۲۵	۰/۹۴	۵/۰۲	رشد اولیه	محلول جایگزین (S3)
۰/۵۴	۴۸/۷۲	۱۷/۷۶	۴۳/۱۶	۸۳/۵۶	۶۸/۵۴	۰/۴۸	۰/۵۲	۲/۶۷	۱/۵۹	۰/۸۱	۴/۶۲	رشد ثانویه	
۰/۴۷	۴۶/۹۲	۱۶/۳۳	۴۲/۰۸	۸۸/۱۲	۶۹/۰۵	۰/۵۲	۰/۵۴	۲/۴۹	۲/۸۴	۰/۶۲	۳/۵۲	رشد زایشی	
۰/۴۵	۳۵/۳۶	۹/۴۱	۳۳/۸۵	۸۱/۶۰	۷۶/۰۷	۰/۵۹	۰/۶۶	۲/۶۱	۳/۹۷	۰/۹۸	۴/۵۶	رشد اولیه	محلول جایگزین (S4)
۰/۴۱	۴۴/۰۶	۱۰/۷۶	۳۹/۸۴	۷۲/۱۷	۶۵/۰۷	۰/۵۲	۰/۶۸	۲/۸۴	۲/۴۲	۰/۸۳	۴/۸۶	رشد ثانویه	
۰/۴۴	۴۳/۷۵	۱۳/۹۳	۴۱/۱۲	۷۹/۸۲	۶۶/۰۷	۰/۶۹	۰/۷۳	۲/۶۷	۲/۸۳	۰/۵۲	۳/۷۶	رشد زایشی	

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص های فتوسنتزی برگ در مراحل مختلف رشد خیارسبز گلخانه ای رقم سوکراتز (نگین)

نیاز آبی لحظه ای Instantaneous WR ($\mu\text{molH}_2\text{O}/\text{molCO}_2$)	کارایی مصرف آب فتوسنتزی Instantaneous WUE ($\mu\text{molCO}_2/(\mu\text{molH}_2\text{O})$)	میزان تعرق Transpiration rate (E, $\mu\text{molH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	میزان فتوسنتز خالص Net photosynthetic rate (Pn_{max} , $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	مراحل رشد	تیمار
۳۲۱/۸c	۳/۱۵c	۲/۵۷e	۸/۲h	رشد اولیه	محلول
۳۵۸/۵b	۲/۸۴d	۲/۲۶e	۶/۲۳i	رشد ثانویه	جایگزین
۳۸۹/۲a	۲/۶۲d	۳/۹۲d	۱۰/۴۶g	رشد زایشی	(S1)
۲۰۹/۷d	۴/۹۳ab	۲/۴۲e	۱۱/۸۴fg	رشد اولیه	محلول
۱۹۹/۸d	۵/۰۵a	۲/۶۳e	۱۳/۴۲e	رشد ثانویه	جایگزین
۲۰۲/۱d	۴/۸۷b	۲/۹۵e	۱۴/۳۵de	رشد زایشی	(S2)
۲۹۱/۵c	۳/۳۴c	۴/۸۴d	۱۶/۳۶c	رشد اولیه	محلول
۳۱۱/۴c	۳/۲۵c	۵/۹۶bc	۱۹/۴۸a	رشد ثانویه	جایگزین
۳۱۷/۹c	۳/۱۷cd	۵/۷۴c	۱۸/۷۵ab	رشد زایشی	(S3)
۳۶۹/۷b	۲/۷۱d	۶/۵۳b	۱۷/۴۵b	رشد اولیه	محلول
۴۰۵/۶a	۲/۴۵e	۶/۸۹ab	۱۶/۶۲c	رشد ثانویه	جایگزین
۴۲۵/۹a	۲/۳۱e	۷/۴۷a	۱۷/۳۱bc	رشد زایشی	(S4)



شکل ۱- اثر تیمارهای آزمایش بر میانگین عملکرد بوته خیار گلخانه ای رقم سوکراتز (نگین)

نتایج مقایسه میانگین شاخص های فتوسنتزی نشان داد که بیشترین میزان فتوسنتز خالص متعلق به تیمار محلول جایگزین (S3) در مرحله رشد ثانویه و زایشی بود و پس از آن محلول جایگزین (S4) قرار داشت (جدول ۴). بیشترین میزان تعرق برگی مربوط به تیمار محلول جایگزین (S4) بود. همچنین بیشترین میزان کارایی مصرف آب فتوسنتزی مربوط به تیمار محلول جایگزین (S2) و پس از آن محلول جایگزین (S3) بود. کمترین میزان کارایی مصرف آب فتوسنتزی متعلق به تیمار محلول جایگزین (S4) بود. بیشترین میزان نیاز آبی لحظه ای مربوط به تیمارهای محلول جایگزین (S4) و محلول جایگزین (S1) در مرحله رشد ثانویه و رشد زایشی بود (جدول ۴). نسبت مقادیر نیاز آبی لحظه ای به طور تقریب مطابق با فرض نسبت وزن خشک به تعرق تیمارهای آزمایشی بود، که امکان استفاده از این شاخص در تعیین بهترین غلظت محلول جایگزین در هر شرایط گلخانه ای را فراهم می آورد. برآورد مناسب برای محصولات مختلف در آبکشت مابین ۱/۲۰۰ تا ۱/۴۰۰ کیلوگرم ماده خشک گیاه به لیتر آب تعرق شده می باشد. نسبت صحیح بستگی به رطوبت هوا دارد، رطوبت کم تعرق را افزایش می دهد اما میزان رشد تغییر نمی کند. از طرفی افزایش دی اکسید کربن و فتوسنتز موجب افزایش نسبت رشد و بهبود این نسبت به ۱/۲۰۰ می گردد. تجزیه برگی با فاصله زمانی مشخص در دوره رشد و تنظیم آن با حد بهینه، برای تعیین ترکیب محلول جایگزین توصیه می گردد و پس از تصحیح و بهینه سازی سطح عناصر غذایی برگ، برای دوره های کشت بعد ضروری نمی باشد (برووس، ۱۹۹۴). تیمار محلول جایگزین (S3) بیشترین میزان عملکرد در واحد بوته را به خود اختصاص داد (شکل ۱) و موجب افزایش ۹۱/۸ درصدی عملکرد بوته نسبت به تیمار شاهد (S1) شد. تیمارهای محلول جایگزین (S3) و محلول جایگزین (S4) در یک گروه آزمایشی قرار داشته و به ترتیب موجب افزایش عملکرد ۳۳/۸ و ۲۲/۶ درصدی میزان عملکرد بوته نسبت به شاهد شدند.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار محلول جایگزین (S3) بر اساس اصل جریان توده ای به ویژه در مرحله رشد ثانویه و زایشی موجب بهبود مقادیر غلظت عناصر غذایی برگ خیار با توجه به حد بهینه عناصر غذایی شد. همچنین بیشترین میزان فتوسنتز خالص متعلق به تیمار محلول جایگزین (S3) بود. اگرچه کارایی مصرف آب فتوسنتزی تیمار محلول جایگزین (S3) کمتر از تیمار محلول جایگزین (S2) بود اما انطباق آن با شرایط محیطی گلخانه موجب افزایش میزان عملکرد بوته شد که به عنوان بهترین تیمار در تهیه محلول جایگزین کشت هیدروپونیک بسته در شرایط گلخانه های خیارسبز موجود معرفی می گردد. انطباق مقادیر نسبت نیاز آبی لحظه ای با فرض نسبت وزن خشک به تعرق تیمارهای آزمایشی نشان داد که امکان استفاده از این شاخص در تعیین بهترین غلظت محلول جایگزین بر اساس اصل جریان توده ای در هر شرایط گلخانه ای وجود دارد و تکرار پذیری شرایط گلخانه ای ثبات کاربرد محلول های جایگزین را در مراحل مختلف رشد بدون اندازه گیری مجدد شاخص ها ایجاد می کند.

منابع:

- Adams, P., and Winsor, G.W. 1978. Nutrient uptake. Ann. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst., 84-5.
- Chen, Y., Liu, T., Tian, X., Wang, X. and Li, M. 2015. Effects of plastic film combined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau. Filed Crops Research, 175, 53-58.
- Alatorre-Cobos F. 2014. An improved, low-cost, hydroponic system for growing Arabidopsis and other plant species under aseptic conditions. BMC Plant Biol. 14, 69-69.
- Bugbee, B. 1994. Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture. Crop Physiology Laboratory, Utah State University, Logan, UT 84322-4820, USA.



- Bugbee, B. and Salisbury, F. 1989. Controlled Environment Crop Production: Hydroponic vs. Lunar Regolith. In; Ming, D. and Henninger, D. (eds) Lunar Base Agriculture. Amer. Soc. Agron. Madison, WI.
- Chaney, R. and Coulombe, B. 1982. Effect of phosphate on regulation of Fe-stress in soybean and peanut. *J. Plant Nutr.* 5, 469-487.
- Chang, D.C., Park, C.S., Kim, S.Y., Lee, Y.B. 2012. Growth and Tuberization of Hydroponically Grown Potatoes. *Potato Research.* 55, 69–81.
- Gent, M.P.N. 2012. Composition of hydroponic lettuce: effect of time of day, plant size, and season. *J. Sci. Food Agric.* 92, 542–550.
- Nguyen, N.T., McInturf, S.A. and Mendoza-Cózatl, D.G. 2016. Hydroponics: A Versatile System to Study Nutrient Allocation and Plant Responses to Nutrient Availability and Exposure to Toxic Elements. *J. Vis Exp.* (113), 54317.
- Pii, Y., Cesco, S., and Mimmo, T. 2015. Shoot ionome to predict the synergism and antagonism between nutrients as affected by substrate and physiological status. *Plant Physiol. Biochem.* 94, 48–56.
- Resh, H.M. 2012. *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*, Seventh Edition. CRC Press; pp. 199–292.



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of mass balance method in determination of the substitutional nutrient concentration in close hydroponic of greenhouse cucumbers

Tadayon^{*1}, M.S., Sadeghi², S.

¹ Associate Prof., Soil and Water Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

² Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Abstract

Replacing the base nutrient solution in a constant manner at each growth stage causes a nutritional imbalance in close hydroponic. Using the principle of mass balance, we can determine the concentration of elements in alternative solutions based on the optimal level of leaf nutrient elements. In this experiment, this technique was evaluated to determine the most suitable concentration of substitutional solutions in close hydroponic greenhouse cucumber. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications and four treatments. The experimental treatments contain using fixed solution (control) and application of the base solution and replacement of the nutrient solution adjusted in different stages of growth by assuming dry weight ratio (kg) to transpiration (liters) in three levels (1/200, 1/300 and 1/400). Alternative solution of dry weight to transpiration ratio of 1/300 improved the leaf nutrient concentration of cucumber and had the maximum yield per plant. Adaptation of the ratio of instantaneous water requirement to dry matter transpiration ratio of test treatments allows the use of this index to determine the best concentration of alternative solutions based on the principle of mass flow in close hydroponic greenhouse cucumber without the need for re-measurement.

Keywords: Hydroponic culture, Nutrition, Nutrient solution formula, Greenhouse

* Corresponding author, Email: m.tadayon@areeo.ac.ir



بررسی ارتباط بین کربن آلی و فراهمی عناصر غذایی در باغ های هلوی استان چهارمحال و بختیاری

رامین ایرانی پور*

استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی رابطه بین کربن آلی خاک با برخی ویژگی های شیمیایی و فراهمی عناصر غذایی خاک در باغ های هلوی انجام گردید. برای این منظور از عمق صفر تا سی سانتی متری خاک باغ های هلوی نمونه برداری گردید. نمونه های خاک برداشت شده به آزمایشگاه انتقال داده شد و مقدار کربن آلی خاک، نیتروژن کل خاک، هدایت الکتریکی خاک و همچنین غلظت فوسفور، پتاسیم، آهن، مس، روی و منگنز اندازه گیری شد. نتایج نشان داد کربن آلی خاک با فسفر فراهم ($r=0/8258$)، نیتروژن کل ($r=0/7887$) و غلظت فراهم آهن ($r=0/6066$)، روی ($r=0/4266$)، پتاسیم ($r=0/3794$) و منگنز ($r=0/2720$) در خاک همبستگی مثبت نشان داد و در مورد عنصر فسفر این همبستگی بسیار قوی، در مورد عناصر نیتروژن و آهن همبستگی قوی و در مورد عنصر روی همبستگی متوسط و برای عناصر پتاسیم و منگنز این همبستگی ضعیف بود. نتایج همچنین نشان داد که همبستگی ضعیفی نیز بین تغییرات کربن آلی خاک با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک وجود داشت ($r=0/2345$). نتایج این پژوهش نشان داد که کربن آلی خاک همبستگی بالایی با فراهمی عناصر فسفر، نیتروژن و آهن خاک در باغ های هلوی منطقه مورد بررسی داشت و با افزایش اندوخته کربن آلی خاک، فسفر فراهم، نیتروژن کل و آهن فراهم در خاک روند افزایشی داشت.

کلمات کلیدی: باغ های هلوی، فراهمی عناصر غذایی، کربن آلی.

مقدم

هلوی از محصولات مهم باغی استان چهارمحال و بختیاری با میزان تولید ۲۰۶۱۶ تن و میانگین عملکرد ۱۲۳۲۳ کیلوگرم در هکتار می باشد که بیشترین تولید آن در باغات منطقه حاشیه زاینده رود متمرکز می باشد. تغذیه صحیح و وجود تعادل بین عناصر غذایی، عامل مهمی در افزایش عملکرد و بهبود کیفی این محصول می باشد. با توجه به سبک بودن بافت خاک در اکثر باغات هلوی منطقه، آبشویی عناصر غذایی از منطقه در دسترس ریشه و کاهش ذخائر عناصر غذایی قابل جذب خاک یکی از مشکلات باغات در این منطقه از استان است. با توجه به تغییرات جهانی آب و هوایی، موجودی کربن آلی در خاک ها، از اهمیت زیادی برخوردار است. ظرفیت خاک برای ذخیره مواد آلی وابستگی کاملی به شرایط آب و هوایی (بارندگی، دما و طول مدت فصل خشک) دارد اما بزرگی آن به ویژگی های خاک (فیزیکی و شیمیایی) و نوع مدیریت اعمال شده بر آن (آماده سازی بستر، روش کاشت) نیز وابسته است (Zinn و همکاران، ۲۰۰۷؛ Bationo و همکاران، ۲۰۰۷). مقدار کربن آلی خاک، همچنین تابعی از ورود بقایای گیاهی و تلفات آن از خاک است، با وجودی که رابطه بین تولید محصول و کربن آلی خاک در بسیاری از موارد مثبت گزارش شده است (Fan و همکاران، ۲۰۰۵). در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان فقر مواد آلی خاک از چالش های اساسی کشاورزی به شمار می آید. در ایران مقدار مواد آلی خاک ها در بخش قابل توجهی از آن بسیار کم بوده به طوری که در بیش از ۶۰ درصد اراضی کشاورزی کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از آنها کمتر از نیم درصد گزارش شده است (کلباسی، ۱۳۷۵). در صورتی که میزان کربن آلی خاک به میزان قابل توجهی کاهش یابد، به دلیل زوال خواص فیزیکی و اختلال در فرآیندهای چرخه عناصر غذایی خاک ظرفیت تولید محصولات کشاورزی در معرض خطر قرار خواهد گرفت. بافت خاک، ظرفیت کربن آلی خاک، شدت تخریب خاک، کاربری اراضی و مدیریت محصول از عوامل تاثیرگذار بر ذخائر کربن آلی خاک می باشند (الفتی و همکاران، ۱۳۷۸). از آنجاکه در ایران سطح وسیعی از خاک ها به فقر کربن آلی خاک مبتلا می باشد، این مطالعه با هدف بررسی رابطه بین مقدار کربن آلی خاک با برخی خصوصیات شیمیایی و قابلیت جذب عناصر غذایی در اراضی تحت کشت باغات هلوی انجام گردید. همچنین بررسی ها نشان داده است که استفاده از آهن، منگنز، روی و مس عملکرد دانه، عملکرد ماده

خشک، میزان پروتئین دانه، وزن دانه، تعداد دانه در خوشه و غلظت و جذب آنها در دانه و در ماده خشک گیاهی را افزایش می دهد (خادمی و همکاران، ۱۳۷۸).

مواد و روش ها

در این پژوهش از بین باغ های هلو واقع در دو طرف حاشیه زاینده رود بطول تقریبی ۵۰ کیلومتر، تعداد ۵۸ باغ که دارای عملکردهای متفاوت از مقادیر کم تا زیاد مقدار محصول دهی در منطقه مورد مطالعه بودند انتخاب گردیدند. در انتخاب باغات تراکم درختان در واحد سطح هر باغ مد نظر قرار گرفت و انتخاب باغات به گونه ای انجام شد که از نظر تراکم تفاوت زیادی نداشته باشند. در این خصوص تلاش گردید باغ هایی با مدیریت نزدیک به هم و تا حد امکان مشابه انتخاب شوند. نمونه برداری از خاک (در ابتدای فصل رشد و اوایل فروردین ماه) به صورت مرکب انجام گرفت. به منظور تهیه نمونه های خاک از باغات مورد بررسی، در هر باغ از پنج محل در عرصه باغ که به طور تصادفی با رعایت اصول و محدودیت های نمونه برداری انتخاب شد، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری تهیه گردید و سپس نمونه های برداشت شده از نقاط مختلف باغ با اوزان تقریباً مساوی با یکدیگر مخلوط و سپس یک نمونه مرکب به منظور اندازه گیری میزان کربن آلی، نیتروژن کل، هدایت الکتریکی خاک و همچنین غلظت فراهم عناصر فسفر، پتاسیم، آهن، مس، روی و منگنز تهیه گردید. تعیین غلظت عناصر با استفاده از روش های استاندارد و دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب کشور انجام گردید (علی احمایی، ۱۳۷۶). تعداد نمونه های خاک مورد آزمایش به تعداد باغ های نمونه برداری شده (۵۸ باغ) بود. بررسی همبستگی داده ها، تعیین معادلات همبستگی و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excell انجام گردید. از نتایج این تحقیق می توان به منظور مدیریت بهینه مواد آلی خاک، برنامه ریزی مدیریت تغذیه باغات هلو و نهاده های مصرفی نظیر کودهای شیمیائی استفاده نمود.

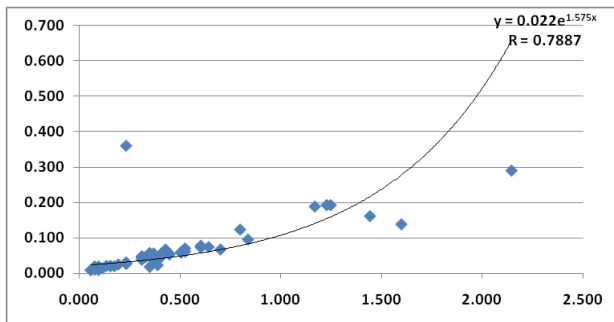
نتایج و بحث

- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کربن آلی خاک باغات دارای میانگین ۰/۴۵ درصد بود. حداکثر میزان کربن آلی خاک باغات ۲/۱۵ درصد و حداقل آن ۰/۰۶ بود (دامنه ۲/۰۹ درصد). ضریب تغییرات کربن آلی خاک ۸۹/۴۴ درصد محاسبه گردید.
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که فسفر قابل جذب خاک باغات دارای میانگین ۱۶/۳ میلی گرم بر کیلوگرم بود. حداکثر میزان فسفر قابل جذب خاک باغات ۸۱/۲ و حداقل آن ۰/۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود (دامنه ۸۰/۳ میلی گرم بر کیلوگرم). ضریب تغییرات فسفر قابل جذب خاک ۱۰۲/۳ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و فسفر قابل جذب خاک (شکل ۱) نشان می دهد که با افزایش کربن آلی خاک فسفر قابل جذب خاک در باغات افزایش یافته است ($r = 0.8258$). بر اساس نتایج این بررسی افزایش دخیل کربن آلی خاک تاثیرات مثبتی در افزایش ذخائر فسفر قابل جذب خاک برای این محصول در منطقه مورد مطالعه داشت و این رابطه از همبستگی بسیار قوی برخوردار بود. تجزیه مواد آلی خاک در طی فصل رشد و آزاد شدن مقادیری فسفر قابل جذب، نقش اسیدهای آلی حاصل از تجزیه مواد آلی در انحلال کانی های فسفر دار موجود در خاک و همچنین ممانعت فضایی ترکیبات آلی از انجام واکنش های شیمیایی منجر به تشکیل رسوبات فسفات کلسیم در محلول خاک از دلایل احتمالی افزایش فراهمی فسفر در خاک باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که نیتروژن کل خاک باغات دارای میانگین ۰/۰۶ درصد بود. حداکثر میزان نیتروژن کل خاک باغات ۰/۳۶ درصد و حداقل آن ۰/۰۱ بود (دامنه ۰/۳۵ درصد). ضریب تغییرات نیتروژن کل خاک ۱۰۲/۳ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و نیتروژن کل خاک (شکل ۲) نشان داد که با افزایش کربن آلی خاک نیتروژن کل خاک در باغات افزایش یافته است ($r = 0.7887$). چنین به نظر می رسد که حفظ و ارتقاء ذخائر کربن آلی خاک می تواند نقش تعیین کننده ای در افزایش ذخائر نیتروژن مورد نیاز این محصول در منطقه مورد مطالعه به همراه داشته باشد. نقش کربن آلی در افزایش جمعیت میکروبی خاک و تاثیرات مثبت آنها در تجزیه مواد آلی خاک موجود در خاک و آزاد شدن مقادیری نیتروژن قابل جذب، از دلایل احتمالی افزایش فراهمی نیتروژن در خاک باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.

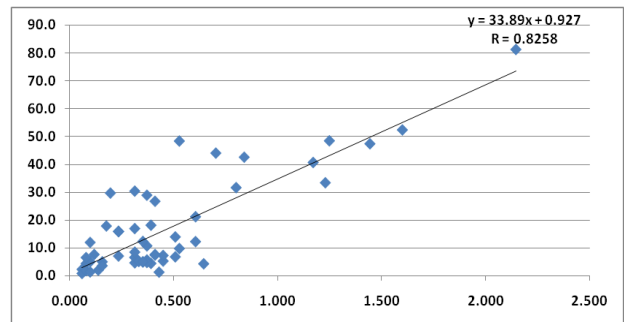
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که آهن قابل جذب خاک باغات دارای میانگین $4/3$ میلی گرم بر کیلوگرم بود. حداکثر میزان آهن قابل جذب خاک باغات $10/4$ میلی گرم بر کیلوگرم و حداقل آن 1 میلی گرم بر کیلوگرم بود (دامنه $9/4$ میلی گرم بر کیلوگرم). ضریب تغییرات آهن قابل جذب خاک $50/2$ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و آهن قابل جذب خاک (شکل ۳) نشان داد که با افزایش کربن آلی خاک آهن قابل جذب خاک در باغات افزایش یافته است ($r = 0/6066$) چنین به نظر می رسد که حفظ و ارتقاء ذخائر کربن آلی خاک می تواند نقش تعیین کننده ای در افزایش آهن قابل جذب خاک مورد نیاز این محصول در منطقه مورد مطالعه به همراه داشته باشد. نتایج این پژوهش حاکی از همبستگی قوی بین کربن آلی و آهن قابل جذب خاک بود. تجزیه مواد آلی خاک در طی فصل رشد و آزاد شدن مقادیری آهن قابل جذب، نقش اسیدهای آلی حاصل از تجزیه مواد آلی در انحلال کانی های آهن دار موجود در خاک و همچنین ممانعت فضایی ترکیبات آلی از انجام واکنش های شیمیایی منجر به تشکیل رسوبات کربنات در محلول خاک از دلایل احتمالی افزایش فراهمی آهن در خاک باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که روی قابل جذب خاک باغات دارای میانگین $0/7$ میلی گرم بر کیلوگرم بود. حداکثر میزان روی قابل جذب خاک باغات $1/2$ میلی گرم بر کیلوگرم و حداقل آن $0/3$ میلی گرم بر کیلوگرم بود (دامنه 1 میلی گرم بر کیلوگرم). ضریب تغییرات روی قابل جذب خاک $32/4$ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و روی قابل جذب خاک (شکل ۴) نشان داد که با افزایش کربن آلی خاک روی قابل جذب خاک در باغات افزایش یافته است ($r = 0/4266$). هرچند این رابطه از همبستگی متوسطی برخوردار بود ولی چنین به نظر می رسد که حفظ و ارتقاء ذخائر کربن آلی خاک می تواند تاثیرات مثبتی در افزایش روی قابل جذب خاک مورد نیاز این محصول در منطقه مورد مطالعه به همراه داشته باشد. تجزیه مواد آلی خاک در طی فصل رشد و آزاد شدن مقادیری روی قابل جذب، نقش اسیدهای آلی حاصل از تجزیه مواد آلی در انحلال کانی های حاوی عنصر روی در خاک و همچنین ممانعت فضایی ترکیبات آلی از انجام واکنش های شیمیایی منجر به تشکیل رسوبات کربنات روی در محلول خاک از دلایل احتمالی افزایش فراهمی روی در خاک باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که پتاسیم قابل جذب خاک باغات دارای میانگین $222/9$ میلی گرم بر کیلوگرم بود. حداکثر میزان پتاسیم قابل جذب خاک باغات $775/1$ و حداقل آن $37/4$ میلی گرم بر کیلوگرم بود (دامنه $737/7$ میلی گرم بر کیلوگرم). ضریب تغییرات پتاسیم قابل جذب خاک $65/2$ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و پتاسیم قابل جذب خاک (شکل ۵) نشان داد که با افزایش کربن آلی خاک پتاسیم قابل جذب خاک در باغات افزایش یافته است ($r = 3794$). هرچند این رابطه از همبستگی متوسطی برخوردار بود ولی چنین به نظر می رسد که حفظ و ارتقاء ذخائر کربن آلی خاک می تواند تاثیرات مثبتی در افزایش روی قابل جذب خاک مورد نیاز این محصول در منطقه مورد مطالعه به همراه داشته باشد. تجزیه مواد آلی خاک در طی فصل رشد و آزاد شدن مقادیری پتاسیم قابل جذب، نقش اسیدهای آلی حاصل از تجزیه مواد آلی در انحلال کانی های حاوی پتاسیم موجود در خاک از دلایل احتمالی افزایش فراهمی پتاسیم در خاک باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که منگنز قابل جذب خاک باغات دارای میانگین 7 میلی گرم بر کیلوگرم بود. حداکثر میزان منگنز قابل جذب خاک باغات $10/4$ میلی گرم بر کیلوگرم و حداقل آن $3/9$ میلی گرم بر کیلوگرم بود (دامنه $6/5$ میلی گرم بر کیلوگرم). ضریب تغییرات منگنز قابل جذب خاک $22/1$ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و منگنز قابل جذب خاک (شکل ۶) نشان داد که با افزایش کربن آلی خاک منگنز قابل جذب خاک در باغات افزایش یافته است ($r = 0/2720$). البته این رابطه از همبستگی قوی برخوردار نبود. چنین به نظر می رسد که حفظ و ارتقاء ذخائر کربن آلی خاک می تواند تاثیرات مثبتی در افزایش منگنز قابل جذب خاک مورد نیاز این محصول در منطقه مورد مطالعه به همراه داشته باشد. تجزیه مواد آلی خاک در طی فصل رشد و آزاد شدن مقادیری منگنز قابل جذب، نقش اسیدهای آلی حاصل از تجزیه مواد آلی در انحلال کانی های حاوی منگنز موجود در خاک و همچنین ممانعت فضایی ترکیبات آلی از انجام واکنش های شیمیایی منجر به تشکیل رسوبات کربنات منگنز در محلول خاک از دلایل احتمالی افزایش فراهمی منگنز در خاک باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.
- نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک باغات دارای میانگین $1/4$ دسی زیمنس بر متر بود. حداکثر میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 4 و حداقل آن $0/4$ دسی زیمنس بر متر بود (دامنه $3/6$ دسی زیمنس بر متر).

بر متر). ضریب تغییرات هدایت الکتریکی خاک ۶۳/۹ درصد محاسبه گردید. رابطه بین کربن آلی خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (شکل ۷) نشان داد که با افزایش کربن آلی خاک هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در باغات افزایش یافته است (۲=۰/۲۳۴۵) چنین به نظر می رسد که افزایش ذخائر کربن آلی خاک توانسته تاثیراتی در افزایش هدایت الکتریکی خاک باغات مورد مطالعه ایجاد نماید، هرچند این رابطه از همبستگی قوی برخوردار نیست. احتمالاً تجزیه مواد آلی خاک و آزاد شدن عناصر معدنی به فرم محلول از مواد آلی در حال تجزیه باعث افزایش ترکیبات محلول در عصاره خاک و افزایش هدایت الکتریکی آن گردیده است. تجزیه مواد آلی خاک در طی فصل رشد و آزاد شدن مقادیری کاتیون ها و آنیون های خاص از تجزیه مواد آلی در محلول خاک و همچنین نقش اسیدهای آلی حاصل از تجزیه مواد آلی در انحلال کانی های موجود در خاک و همچنین ممانعت فضایی ترکیبات آلی از انجام واکنش های شیمیایی منجر به تشکیل بین عناصر کاتیونی و آنیونی در محلول خاک از دلایل احتمالی افزایش هدایت الکتریکی محلول خاک در باغات منطقه مورد مطالعه بوده است.

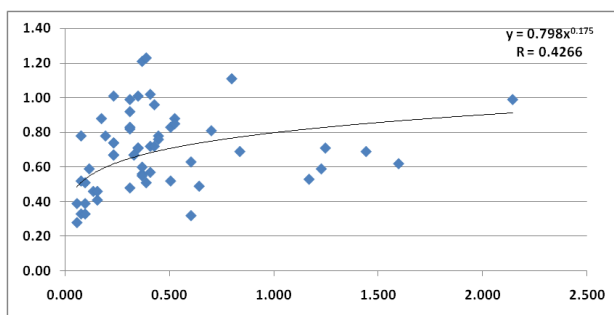
نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که مس قابل جذب خاک باغات دارای میانگین ۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود. حداکثر میزان مس قابل جذب خاک باغات ۱/۶ میلی گرم بر کیلوگرم و حداقل آن ۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود (دامنه ۱/۱ میلی گرم بر کیلوگرم). ضریب تغییرات مس قابل جذب خاک ۲۳/۸ درصد محاسبه گردید. نتایج این بررسی نشان داد که رابطه ای بین کربن آلی خاک و مس قابل جذب خاک وجود نداشت (شکل ۸) و با افزایش کربن آلی خاک تغییری در مقادیر مس قابل جذب خاک ایجاد نگردیده بود. چنین به نظر می رسد که کربن آلی خاک تاثیراتی خاصی بر قابلیت جذب مس خاک در منطقه مورد مطالعه به همراه نداشته باشد. احتمالاً مقدار کم مس در ساختار مواد آلی موجود در خاک باعث گردیده تا تجزیه این مواد بر فراهمی مس در خاک تاثیرات قابل توجهی از خود بر جای نگذارد.



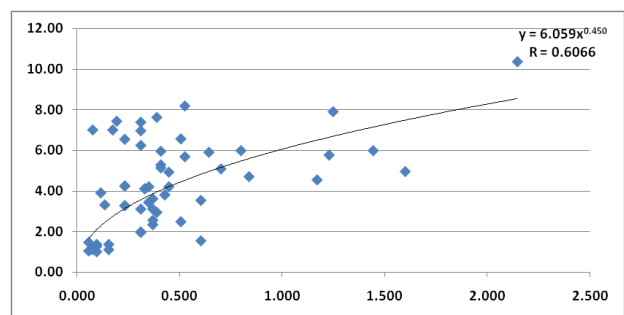
شکل ۲- رابطه بین کربن آلی و نیتروژن کل خاک در باغات



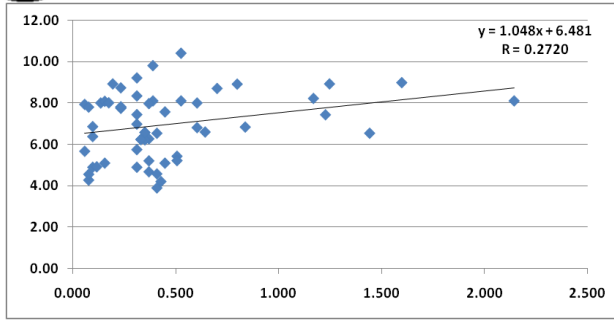
شکل ۱- رابطه بین کربن آلی و فسفر قابل جذب خاک در باغات



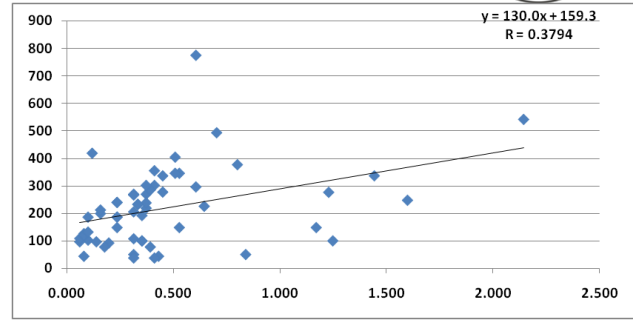
شکل ۴- رابطه بین کربن آلی و روی قابل جذب خاک در باغات



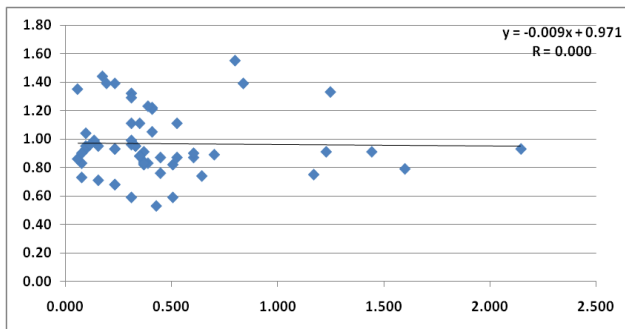
شکل ۳- رابطه بین کربن آلی و آهن قابل جذب خاک در باغات



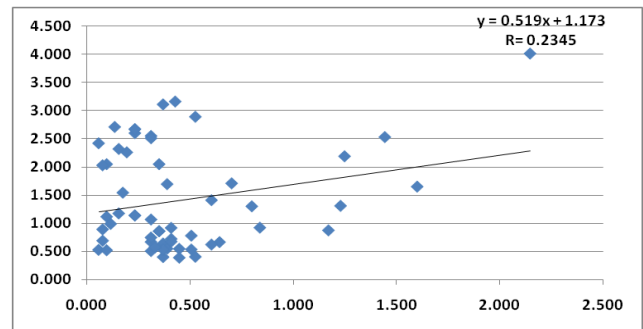
شکل ۶- رابطه بین کربن آلی و منگنز قابل جذب خاک در باغات



شکل ۵- رابطه بین کربن آلی و پتاسیم قابل جذب خاک در باغات



شکل ۸- رابطه بین کربن آلی و مس قابل جذب خاک در باغات



شکل ۷- رابطه بین کربن آلی و هدایت الکتریکی خاک در باغات

نتیجه گیری

جمع بندی نتایج این بررسی نشان داد، کربن آلی خاک باعث افزایش، فسفر فراهم ($r = 0/۸۲۵۸$: همبستگی بسیار قوی)، نیتروژن کل ($r = 0/۷۸۸۷$: همبستگی قوی)، آهن فراهم ($r = 0/۶۰۶۶$: همبستگی قوی)، روی فراهم ($r = 0/۴۲۶۶$: همبستگی متوسط)، پتاسیم فراهم ($r = 0/۳۷۹۴$: همبستگی ضعیف)، منگنز فراهم ($r = 0/۲۷۲۰$: همبستگی ضعیف) و هدایت الکتریکی ($r = 0/۲۳۴۵$: همبستگی ضعیف) در خاک باغ های منطقه گردید. نتایج همین بررسی نشان داد افزایش کربن آلی خاک، تاثیری بر تغییرات مس فراهم در خاک باغ های منطقه نداشت ($r = 0/۰۰۰۰$: فاقد همبستگی).

منابع

- ۱- الفتی، م.، ملکوتی، م. ج. و م. ر. بلالی. ۱۳۷۸. تعیین حد بحرانی فسفر برای محصول گندم در ایران. مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۶. ۳۹-۴۵.
- ۲- خادمی، ز.، ملکوتی، م. ج. و م. لطف اللهی. ۱۳۷۸. مدیریت ازت در مزرعه گندم به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول. مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۶. ۱-۶.
- ۳- علی احيائي، م. ۱۳۷۶. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۱۰۲۴.
- ۴- کلباسی، م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خاکهای ایران و نقش کود کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ۱۰ شهریور، کرج - ایران.
5. Bationo, A., J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Waswa, and J. Kimetu. 2007. Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agricultural Systems*, 94:13-25.
6. Fan, T., B.A. Stewartb, Y. Wang, J. Luo, and G. Zhou. 2005. Longterm fertilization effects on grain yield, water-use efficiency and soil fertility in the dryland of Loess Plateau in China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106:313-329.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

- Zinn, Y.L., R. Lal, J.M. Bigham, and D.V.S. Resck. 2007. Edaphic controls on soil organic carbon retention in the Brazilian Cerrado: texture and mineralogy. *Soil Science Society of America Journal*, 71:1204-1214.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Investigating the relation between organic carbon and availability of nutrient in peach orchards of Chaharmahal va Bakhtiari province

Ramin Iranipour

Assistant Prof., Soil and Water Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Shahrekord, Iran

Abstract

Organic matter has many effects on soil properties like as soil fertility, soil structure, soil water penetration, soil water holding capacity, soil compaction and soil microbial activity. There are known as indicators of fertility and sustainability. The aim of this study was to investigate the relationship between soil organic carbon and some chemical properties and adsorption of soil nutrients. For this purpose, gardens soils were sampled from 0 to 30 centimeters. Soil samples were transferred to the laboratory after preparation, and soil organic carbon, soil total nitrogen, soil electrical conductivity, and also available concentrations of P, K, Fe, Zn, Zn and Mn were determined. The results showed that increasing soil organic carbon increased the phosphorus ($r = 0.8258$), total nitrogen ($r = 0.7878$), iron ($r = 0.6066$), zinc ($r = 0.4666$), potassium ($r = 0.3794$) and soil available manganese ($r = 0.2720$). Although in the case of P, this correlation is very strong, there is a strong correlation between nitrogen and iron elements with organic carbon and there is a medium correlation between potassium and manganese elements with organic carbon, this correlation was weak. The results of this study showed that there is a weak correlation between soil organic carbon changes and the electrical conductivity of the soil saturation extract ($r = 0.2454$). According to the results of this study, it was determined that organic carbon of soil plays a decisive role in phosphorus, nitrogen and soil-absorbing soil in peach orchards. By increasing soil organic carbon reserves, available phosphorus deposits, The total nitrogen content of the soil and soil absorbed by the soil has increased significantly.

Key words: Availability of nutrient element, Organic carbon. Peach orchards.

اثر تغذیه برگی به همراه کاربرد محرک رشد براسینوآستروئید بر عملکرد و اجزاء عملکرد پسته

محمد سعید تدین^{۱*}، سهراب صادقی^۲^۱ دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس^۲ مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

براسینوآستروئیدها می‌توانند رشد و نمو فیزیولوژیکی اندام زایشی را تحت تأثیر قرار دهند. در این آزمایش اثر کاربرد براسینوآستروئید و اثر متقابل آن با تغذیه برگی اوره، روی و بور بر عملکرد و اجزاء عملکرد پسته مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. دو فاکتور آزمایش شامل محلول پاشی دو سطح (۰ و ۳ گرم در لیتر) و سولوپور (بورات سدیم ۱۷/۵ درصد) (۰ و ۰/۵ گرم در لیتر) بود. اثر متقابل محلول پاشی اوره (۰ و ۵ گرم در لیتر)، سولفات روی (۰ و ۳ گرم در لیتر) و سولوپور (بورات سدیم ۱۷/۵ درصد) (۰ و ۰/۵ گرم در لیتر) بود. اثر متقابل محلول پاشی اوره (۰ و ۵ گرم در لیتر) با تغذیه برگی اوره، روی و بور موجب افزایش تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه، وزن خشک ۱۰۰ دانه و عملکرد کل درخت معنی دار شد. بیشترین افزایش عملکرد متعلق به تیمار ۰/۴ میلی گرم در لیتر محلول پاشی اوره براسینوآستروئید به همراه ۵ گرم در لیتر اوره، ۳ گرم در لیتر سولفات روی و ۰/۵ گرم سولوپور در سه مرحله قبل از باز شدن جوانه ها، پس از گلدهی و قبل از شروع پر کردن مغز پسته بود.

کلمات کلیدی: اوره، براسینوآستروئید، اوره، بور، روی

مقدمه

کاهش و ضعف جوانه های باقی مانده در خوشه و ریزش گل و میوه از عوامل اصلی کاهش عملکرد پسته می باشد. عوامل محدود کننده خاکی از جمله بالا بودن پی اچ، کربنات کلسیم (آهک) و شوری و نیز تحرک کم بور و روی در آوند آبکش موجب کاهش دسترسی اندام زایشی پسته به این دو عنصر می شود (Beede و همکاران، ۲۰۰۵). نقش موثر تغذیه برگی بور و روی در رشد و نمو میوه پسته مطالعه گردیده است (Mozafari و Soliemanzadeh، ۲۰۱۴؛ Açar و همکاران، ۲۰۱۶). براسینوآستروئیدها تشکیل و نمو ساختار زایشی نر، شامل پرچم و گرده از نظر تعداد و گرده زنده و نیز اندام ماده مانند تخمدان و تخمک را کنترل می کند (Unterholzner و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین براسینوآستروئیدها در نمو و توسعه بافت های آوندی که موجب تسهیل انتقال عناصر و مواد غذایی از منبع (برگ ها) به مخزن (اندام زایشی) می گردد، نقش دارند (Caño-Delgado و همکاران، ۲۰۱۰). ساخت و انتقال مواد قندی و تجمع نشاسته و اسیدهای آمینه عمدتاً گلاسیسین و پرولین در اندام زایشی به کمک براسینوآستروئیدها انجام می شود (Schluter و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایشی مشاهده گردید که محلول پاشی همزمان بور و روی به همراه براسینوآستروئید موجب افزایش معنی دار عملکرد و میزان عناصر غذایی میوه گوجه فرنگی گردید (Singaravel و Suhathiya، ۲۰۱۰). همچنین کاربرد براسینوآستروئید به همراه عناصر کم مصرف موجب تحریک ساخت و انتقال مواد آلی از منبع به مخزن و افزایش رشد و عملکرد گیاه ماش *Vigna mungo* شد (Surentran و Marimuthu، ۲۰۱۵). اخیراً مشاهده گردیده است که کاربرد محرک رشد ۲۴-اپی براسینوآستروئید موجب کاهش ناهنجاری های فیزیولوژیکی اندام زایشی و افزایش عملکرد پسته می شود (Kamab، ۲۰۱۸ و Pakkish و همکاران ۲۰۱۸). با توجه به این مسئله در این تحقیق اثر محلول پاشی اوره براسینوآستروئید و ترکیبات مختلف اوره، بور و روی بر رشد زایشی و عملکرد پسته رقم احمد آقایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ تجاری با درختان ۱۲ ساله پسته رقم احمد آقایی پیوندی بر روی پایه بادامی زرنند در منطقه سروستان با مختصات ۲۹ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ۵۳ دقیقه و ۸ دقیقه شرقی و ۱۵۰۴ متر ارتفاع از سطح دریا طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. رقم نر میان گل کله قوچی پیوندی به عنوان رقم گرده زا در سطح باغ بود (شکل ۱). آبیاری به صورت ثقلی و تراکم کشت درخت ۳۱۲ درخت در هکتار با فاصله ۴ متر در ۸ متر بود. کود دهی خاکی بر اساس تجزیه خاک انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	پ.ها ش	کل مواد خنثی شونده	کربن آلی (%)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	منیزیم (meq.l ⁻¹)	کلسیم (meq.l ⁻¹)	روی (mg.kg ⁻¹)	بور (mg.kg ⁻¹)	بافت خاک
۰-۳۰	۴/۴۲	۷/۸۶	۴۷	۰/۷	۱۲۰۱	۱۶۲	۱۵/۶	۲۷/۶	۱/۲	۰/۴۵	لوم رسی
۳۰-۶۰	۴/۵۸	۷/۸۸	۴۹	۰/۶	۱۸۰۱	۱۲۲	۱۵/۸	۲۸/۲	۱/۱	۰/۵۷	لوم رسی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر کرت چهار درخت انجام شد. دو فاکتور آزمایش شامل محلول پاشی دو سطح (۰ و ۰/۴ میلی گرم در لیتر) اپی براسینولید (EBR, Sigma E-1641, C28H48O6) به همراه هشت سطح فاکتور تغذیه برگی ترکیبات اوره (۰ و ۵ گرم در لیتر)، سولفات روی (۰ و ۳ گرم در لیتر) و سولفور (بورات سدیم ۱۷/۵ درصد) (۰ و ۰/۵ گرم در لیتر) بود. محلول پاشی در سه مرحله قبل از گلدهی (اوایل باز شدن جوانه‌ها)، پس از گلدهی (۵۰ درصد توسعه برگ‌ها) و قبل از شروع پرکردن مغز پسته انجام شد. یک شاخه در هر چهار طرف درخت در هر کرت انتخاب و درصد جوانه‌های باقی مانده در خوشه در سه نوبت اواخر اردیبهشت، اواسط و اوایل تیرماه اندازه‌گیری شد. تعداد گل‌آذین‌های خوشه در زمان گلدهی و در زمان برداشت تعیین شد. عملکرد کل درخت پس از برداشت در هر کرت توسط ترازو تعیین گردید. وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته به صورت تصادفی از نمونه‌های دو کیلوگرمی هر کرت پس از خشک کردن در آن با دمای ۶۰ به مدت ۴۸ ساعت، توسط ترازوی دیجیتال تعیین گردید. نمونه برگچه‌های کامل جهت اندازه‌گیری عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی، به صورت تصادفی از شاخه‌های فاقد میوه در تیرماه تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. درصد کل نیتروژن به روش کج‌لدال، غلظت روی توسط دستگاه جذب اتمی و بور توسط روش آزومتین اچ اندازه‌گیری شد (احیایی و همکاران، ۱۳۷۲). تجزیه مرکب داده‌های دو سال آزمایش توسط نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها توسط روش چند دامنه‌ای دانکن ($P \leq 0.05$) انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گردید.

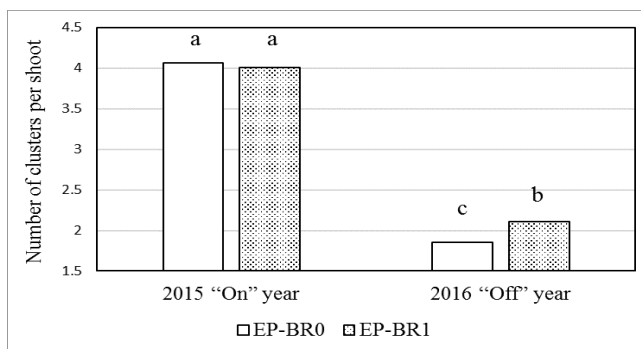


شکل ۱. نمای از کرت‌های آزمایشی درختان پسته

نتایج و بحث

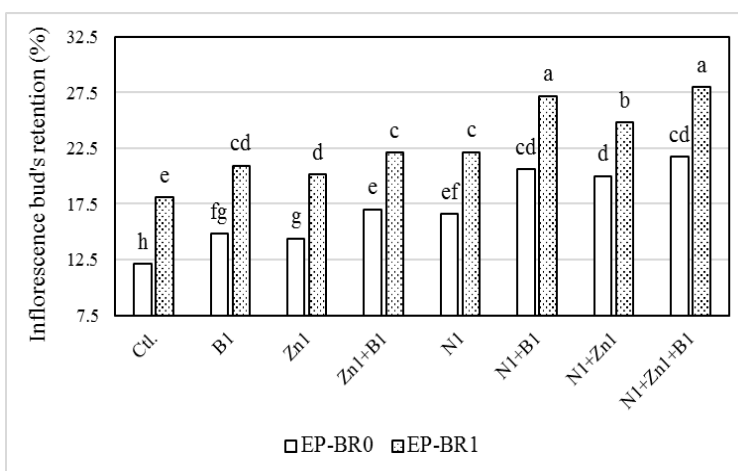
نتایج نشان داد که اثر متقابل کاربرد اپی براسینولید و تغذیه برگی اوره، روی و بور موجب افزایش معنی دار عملکرد و وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته شد (شکل ۴ و ۵). محلول پاشی اپی براسینولید موجب افزایش معنی دار تعداد خوشه در شاخه در سال دوم آزمایش (سال کم بار) شد (شکل ۲).

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



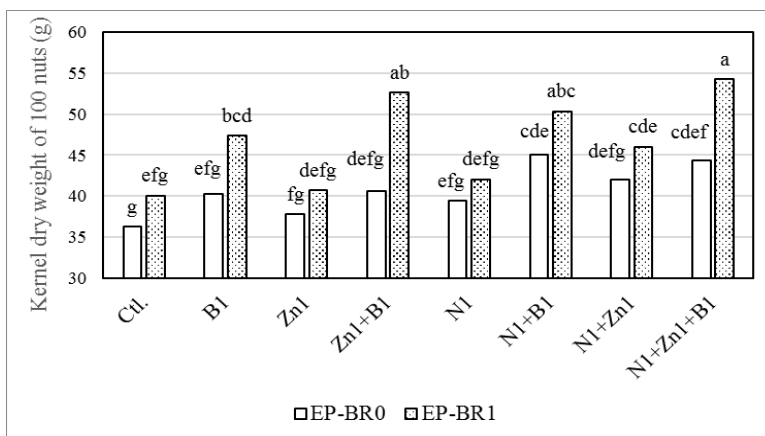
شکل ۲- اثر محلول پاشی اپی براسینولید بر تعداد خوشه در شاخه پسته رقم احمدآقایی

تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه با محلول پاشی اپی براسینولید و نیز کاربرد اوره، روی و بور افزایش نشان داد. روی و بور دارای اثر هم افزایی بر تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه بودند (شکل ۳). تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه رابطه مثبت و معنی دار ($P \leq 0.01$) با عملکرد درخت پسته دارد (جدول ۲).



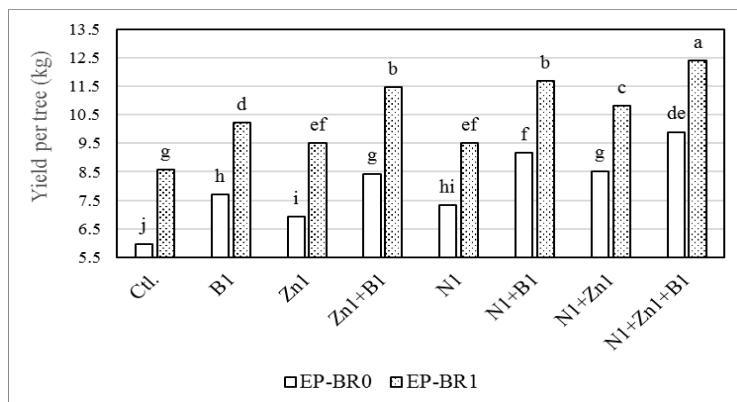
شکل ۳- اثر محلول پاشی اپی براسینولید و تغذیه برگ بر تعداد جوانه های باقی مانده در خوشه پسته رقم احمدآقایی

نتایج نشان داد که تغذیه برگ روی و بور اثر متقابل معنی دار با اپی براسینولید بر وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته رقم احمدآقایی داشت (شکل ۴). بور موجب افزایش تأثیر روی بر شاخص های فتوسنتزی پسته می گردد (Tavallali, ۲۰۱۷).



شکل ۴- اثر محلول پاشی اپی براسینولید و تغذیه برگی بر وزن خشک ۱۰۰ دانه پسته رقم احمدآقایی

بیشترین افزایش عملکرد متعلق به تیمار محلول پاشی اپی براسینولید به همراه ۵ گرم در لیتر اوره، ۳ گرم در لیتر سولفات روی و ۰/۵ گرم سولفور بود (شکل ۵). براسینواستروئیدها موجب افزایش ساخت قندها، نمو عناصر آوندی و انتقال مواد آلی به اندام زایشی می شود (Xia و همکاران، ۲۰۰۹؛ Caño-Delgado و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد براسینواستروئید همراه با عناصر کم مصرف موجب افزایش انتقال مواد غذایی به مخزن می شود (Marimuthu و Surendran، ۲۰۱۵). در این آزمایش کاربرد اپی براسینولید موجب افزایش تأثیر محلول پاشی بور بر عملکرد و اجزاء عملکرد پسته شد (شکل ۳، ۴ و ۵). کاربرد اپی براسینولید می تواند قدرت مخزن دانه های پسته را افزایش دهد و موجب کاهش نارسایی های فیزیولوژیکی و افزایش عملکرد پسته شود (Kamiab، ۲۰۱۸؛ Pakkish و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ۵- اثر محلول پاشی اپی براسینولید و تغذیه برگی بر عملکرد درخت پسته رقم احمدآقایی

درصد پسته های دهان باز ارتباط مثبت و معنی دار با غلظت نیتروژن و بور در برگ داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد که همبستگی مثبت و معنی دار بین غلظت روی در نمونه برگی و وزن خشک ۱۰۰ دانه و تعداد خوشه در شاخه وجود دارد. همچنین غلظت نیتروژن برگ همبستگی مثبت و معنی دار با تعداد خوشه در شاخه و تعداد جوانه باقی مانده در خوشه داشت که نشان دهنده نقش کلیدی نیتروژن و روی در نمو اندام زایشی و افزایش عملکرد پسته می باشد. ترکیبات نیتروژنه مانند پلی آمین ها و نیز براسینواستروئیدها با افزایش اسکلت های کربنی، موجب کنترل تنش های غیرزنده می شوند (Sawicki و همکاران، ۲۰۱۵). در این آزمایش غلظت بور برگ همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد درخت پسته داشت. بین عملکرد درخت و اجزاء عملکرد مانند تعداد خوشه در شاخه، درصد جوانه باقی مانده در خوشه و وزن خشک ۱۰۰ دانه ارتباط مثبت و معنی دار وجود داشت.

جدول ۱. همبستگی بین غلظت عناصر غذایی برگ، عملکرد و اجزاء عملکرد درخت پسته رقم احمدآقایی

عملکرد	نیتروژن برگ (%)	روی برگ (mg.kg ⁻¹)	بور برگ (mg.kg ⁻¹)	تعداد خوشه در شاخه	درصد جوانه باقی مانده در خوشه	درصد پسته های دهان باز	وزن خشک ۱۰۰ دانه
عملکرد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نیتروژن برگ (%)	۰/۴۱						
روی برگ (%)	۰/۴۸۴	۰/۴۲۹					
بور برگ (%)	۰/۶۱۶*	۰/۱۷	۰/۵۳۹*				
تعداد خوشه در شاخه	۰/۶۵۸**	۰/۷۱۴**	۰/۷۱۳**	۰/۲۸۵			
درصد جوانه باقی مانده در خوشه	۰/۹۵۴**	۰/۵۴۶*	۰/۳۸	۰/۴۸	۰/۷۰۷**		
درصد پسته های دهان باز	۰/۹۷۶**	۰/۴۸۶	۰/۴۱۳	۰/۶۳۱**	۰/۶۳۵**	۰/۹۶۲**	
وزن خشک ۱۰۰ دانه	۰/۹۴۱**	۰/۲۸۹	۰/۴۷۱	۰/۷۱۷**	۰/۵۵۲*	۰/۸۶۸**	۰/۹۳۱**

** همبستگی معنی دار در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) * همبستگی معنی دار در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$)

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که محلول پاشی همزمان اپی براسینولید و تغذیه برگ، روی و بور موجب افزایش معنی دار عملکرد و وزن ۱۰۰ دانه به عنوان مهمترین شاخص کیفی پسته شد. همچنین محلول پاشی اپی براسینولید موجب افزایش تعداد خوشه در شاخه در سال کم بار و درصد جوانه باقی مانده در خوشه که همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد پسته داشت، شد. محلول پاشی اپی براسینولید دارای اثر هم افزایی با تغذیه برگ روی و بور بر رشد زایشی پسته از جمله درصد جوانه های باقی مانده خوشه، عملکرد درخت و وزن ۱۰۰ دانه پسته بود. کاربرد اوره به همراه اپی براسینولید نیز موجب افزایش معنی دار درصد جوانه باقی مانده خوشه و عملکرد پسته شد. ارتباط مثبت و معنی دار بین تعداد خوشه در شاخه و غلظت نیتروژن و روی نمونه برگ وجود داشت. نتایج آزمایش نشان دهنده اثر متقابل معنی دار محلول پاشی اپی براسینولید به همراه اوره، روی و بور در سه زمان قبل از گلدهی (اوایل باز شدن جوانه ها)، پس از گلدهی (مرحله توسعه برگ ها) و قبل از شروع پرشدن مغز پسته (سخت شدن پوست پسته) بر عملکرد پسته بود. پیشنهاد می گردد در این سه زمان به همراه تغذیه برگ عناصر نیتروژن، روی و بور، غلظت ۰/۴ میلی گرم در لیتر محرک رشد اپی براسینولید استفاده گردد.

منابع:

- احیایی، ع.، م. بهبهانی زاده و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب
- Acar, I., Doran, I., Aslan, N., and Kalkanci, N. 2016. Boron affects the yield and quality of no irrigated pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40, 664-670.
- Beede, R.H., Brown, P.H., Kallsen, C., and Weinbaum, S.A. 2005. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. Pistachio Production Manual. in Ferguson, L. (4th eds). University of California, Davis.
- Cano-Delgado, A., Lee, J.Y., and Demura, T. 2010. Regulatory mechanisms for specification and patterning of plant vascular tissues. Annual Review of Cell and Developmental Biology, 26, 605-637.
- Davarinezhad, G.H., Azizi, M. and Akherati, M., 2009. Effect of foliar nutrition on quality, quantity and of alternate bearing of Pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology), 23, 1-10.
- Kamiab, F. 2018. 24-Epibrassinolide improves some physiological disorders in pistachio. Advances in Horticultural Science, 32, 3-12.
- Marimuthu, S. and Surendran, U. 2015. Effect of nutrients and plant growth regulators on growth and yield of black gram in sandy loam soils of Cauvery new delta zone, India. Cogent Food & Agriculture, 1(1).
- Pakkish, Z., Hossien Poor, M., Akbar Nasab, M. and Asghari, H. 2018. Brassinolides have a small effect on vegetative growth, and increase reproductive growth of pistachio trees cv. Owhadi. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 1-5.
- Sawicki M., Ait Barka, E., Clément, C., Vaillant-Gaveau N., and Jacquard, C. 2015. Cross-talk between environmental stresses and plant metabolism during reproductive organ abscission. Journal of Experimental Botany, 66, 1707-1719.



- Schluter, U., Kopke, D., Altmann, T. and Mussig, C. 2002. Analysis of carbohydrate metabolism of CPD antisense plants and the brassinosteroid-deficient *cbb1* mutant. *Plant, Cell and Environment*, 25, 783-791.
- Solimanzadeh, A. and Mozafari, V. 2014. Response of pistachio trees to alternate bearing and foliar application of zinc and iron. *International Journal of Fruit Science*, 14, 174-187.
- Suhathya, K. and Singaravel, R. 2010. Effect of brassinosteroids and micronutrients on the yield and nutrients uptake by tomato. *Asian J. Soil Science*, 5, 415-418.
- Tavallali, V. 2017. Interactive effects of zinc and boron on growth, photosynthesis, and water relations in pistachio. *J. Plant Nutrition*, 40, 1588-1603.
- Unterholzner, S.J., Rozhon, W., Papacek, M., Ciomas, J., Lange, T., Kugler, K.G., Mayer, K.F., Sieberer, T. and Poppenberger, B. 2015. Brassinosteroids are master regulators of gibberellin biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 15.
- Xia, X.J., Huang, L.F., Zhou, Y.H., Mao, W.H., Shi, K., Wu, J.X., Asami, T., Chen, Z. and Yu, J.Q. 2009. Brassinosteroids promote photosynthesis and growth by enhancing activation of Rubisco and expression of photosynthetic genes in *Cucumis sativus*. *Planta*, 230, 1185.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of foliar nutrition and application of brassinosteroid as plant growth stimulator on yield and yield component of pistachio

Tadayon^{*1}, M.S., Sadeghi², S.

1 Associate Prof., Soil and Water Research Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

² Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Abstract

Brassinosteroids could enhance the physiological and biological development of reproductive organs. In this experiment the effect of brassinosteroid and its interactive with urea, zinc and boron foliar nutrition on pistachio yield was investigated. The experiment was conducted as factorial trial in a randomized complete block design with three replications. A two experimental factors contain foliar application of two levels (0 and 0.4 mg l⁻¹) of epibrassinolide (Epi-BL) and foliar nutrition of eight different combination of urea (0 and 5 g l⁻¹), zinc sulfate (0 and 3 g l⁻¹) and solubor (0 and 0.5 g l⁻¹). The interaction effect of epibrassinolide with urea, zinc and boron significantly increased the inflorescence bud's retention, kernel dry weight of 100 nuts and yield per tree of pistachio. The highest increment of yield belongs to foliar spray of epibrassinolide with 5 g l⁻¹ urea, 3 g l⁻¹ zinc sulfate and 0.5 g l⁻¹ solubor at three pre-bloom, after bloom and before nut filling of pistachio.

Keywords: Epibrassinolide, Urea, Boron, Zinc

* Corresponding author, Email: m.tadayon@areeo.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای ارزیابی کیفیت خاک و آب برخی از باغات به استان اصفهان

اکبر گندمکار

هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

حاصلخیزی خاک نقش مهمی در افزایش عملکرد میوه درخت به دارد. جهت بررسی وضعیت خاک و کیفیت آب باغات به، تعداد ۳۰ باغ در مناطق اصفهان و نطنز با عملکردهای متفاوت انتخاب شدند. باغات انتخابی دارای عملکرد مطلوب، متوسط و ضعیف بودند. نمونه‌های خاک و آب به روش استاندارد و به شکل مرکب تهیه گردید. غالب باغات به استان در سه بخش واقع شده‌اند. این بخش‌ها شامل نطنز، اصفهان و لنجان می‌باشند. درختان به اصفهان و لنجان در حاشیه زاینده قرار دارند. بیشتر باغات در اراضی تپ آلوئال فن و پلاتو (تپه ماهور) قرار دارند. مشخصات این اراضی شامل خاک کم عمق، سنگریزه زیاد، آهک فراوان، نفوذپذیری بالای آب، ظرفیت کم نگهداری آب و حاصلخیزی بسیار ضعیف (هوموس و رس اندک) خاک است. در برخی باغات با اضافه کردن خاک سطحی تهیه شده از دشتهای، وضعیت هوموس و رس خاک را بهبود می‌بخشند. کلروز برگ گسترده در باغات به دیده می‌شود. کاربرد بی رویه کودهای فسفره و پتاسه موجب افزایش فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک شده است. مابین عناصر غذایی میکرونوترینت، آهن بیشترین کمبود را دارد. شور شدن آب و خاک، مهمترین عامل تهدید کننده‌ی، حیات درختان به می‌باشد. کمبود نیتروژن در بیشتر باغات وجود دارد. لازم است در کاربرد عناصر غذایی تعادل مابین آنها رعایت گردد.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی، زردی برگ، شوری، عناصر شیمیائی،

منابع علمی: استان اصفهان با ۲۲۰۰ هکتار سطح زیر کشت و تولید سالانه ۱۷۰۰۰ تن (عملکرد ۹۷۷۰ تن در هکتار) میوه، از مهمترین مراکز تولید میوه به، با کیفیت بسیار خوب کشور است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی). تولید مازاد بر نیاز بازار داخلی سبب درختی و کاهش چشمگیر قیمت آن و افزایش علاقه مردم، سبب روی آوردن باغداران برای تولید به شده است. گیاهان باغی بر خلاف گیاهان زراعی، گیاهانی ثابت و دائمی هستند و اجرای برنامه های کودی درازمدت را طلب می‌کنند. روش تجزیه گیاه و پایش وضعیت عناصر غذایی خاک نقش اساسی در افزایش کمی و کیفی محصولات خواهد داشت.

تحقیقات نشان داده که حجم ریشه (رایزوسفر) درخت به بسیار کم بوده و در حدود ۸۰ درصد از ریشه‌ها تا عمق ۴۰ سانتی متری خاک گسترش یافته‌اند. با توجه به این مسئله، وجود خاک عمیق جهت رشد و نمو درخت ضروری است. همچنین استفاده از کودهای آلی و معدنی لازم می‌باشد (Silveira et al., 2017). با شناسایی وضعیت تغذیه‌ای می‌توان استراتژی کودی مناسب را تعیین نمود. برای رسیدن به یک توصیه کودی متعادل، بایستی به یک رابطه معنی دار بین میزان کود داده شده و افزایش غلظت آن در خاک و یا برگ رسید. برای بدست آوردن این رابطه عمدتاً از روش واسنجی استفاده می‌شود که در این رابطه استفاده از روش واسنجی در باغ بسیار زمان بر و پرهزینه می‌باشد. به طوری که امکان رسیدن به نتایج مطلوب را در کوتاه مدت ناممکن می‌نماید. هدف این تحقیق آزمون و بررسی کیفیت آب و خاک باغات به اصفهان بود.

روش تحقیق

مابین باغات به، تعدادی باغ شاخص به (Cydonia oblonga cv Esfahan) انتخاب شد. باغات انتخابی دارای عملکرد مطلوب، عملکرد متوسط و عملکرد پایین می‌باشند (دامنه متفاوتی از عملکرد میوه). در عین حال از لحاظ مولفه‌های خاک و وضعیت عمومی یکسانی دارند اما محدودیت‌های غالب منطقه را نیز شامل می‌شوند و همگی رقم به اصفهان هستند. برای هر باغ پرسشنامه‌ای تکمیل گردید که در آن اطلاعات مدیریتی و جغرافیایی (GPS) باغ درج شد. از هر باغ نمونه مرکب خاک و آب به روش استاندارد تهیه گردید. فاکتورهای خاک شامل بافت، کربن آلی، گچ، آهک، عمق خاک، واکنش شیمیایی، هدایت الکتریکی و عناصر ماکرو و

میکرو تعیین گردیدند. نمونه‌های خاک در دو سوم بیرونی تاج درخت در محلی که چالکود نشده اما جبهه رطوبتی دارد (رایزوسفر درختان) گرفته شد. پهاش در گل اشباع و هدایت الکتریکی در عصاره اشباع اندازه‌گیری شد. غلظت کلسیم و منیزیم محلول خاک به روش تیتراسیون و عناصر سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند. کربنات کلسیم معادل خاک توسط هضم در اسید و تیتراسیون، نیتروژن معدنی استخراج شده به وسیله کلرید پتاسیم یک نرمال توسط دستگاه کج‌دال اندازه‌گیری شد. فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب توسط عصاره‌گیری با استات آمونیم و مقدار آهن، منگنز، روی، مس و دیگر عناصر سنگین قابل جذب خاک به وسیله DTPA عصاره‌گیری و با دستگاه جذب اتمی قرائت گردیدند. داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

آب آبیاری:

منابع آب آبیاری درختان، شامل چاه عمیق (سفره آب زیرزمینی)، قنات و رودخانه زاینده رود می‌باشد. سیستم بیشتر باغات آبیاری قطره‌ای با استفاده از لوله‌های تی-تیپ ۱ ست. بعنوان نمونه در باغات بنیاد نطنز هنگام تابستان هر سه روز یکبار ۱۰۰ لیتر آب توسط قطره چکان‌ها در اختیار درخت قرار می‌گیرد. ولی بعلافت بافت بسیار سبک خاک، باز هم ریشه سطحی بوده و در نتیجه تاج درخت کوچک مانده است. هدایت الکتریکی آب قنات باغات رحمت آباد نطنز در دامنه ۱/۸ تا ۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر نواسان دارد. شوری آب این منطقه با محدودیت متوسط روبرو است. بافت خاک سبک بوده، در نتیجه اثرات شوری بر گیاه کمتر نمایان است. میزان آب مصرفی حدود ده هزار مترمکعب در هکتار طی دوره رشد می‌باشد (جدول ۱). در مناطق دستگرد و کبوترآباد اصفهان شوری بالای آب آبیاری (بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر) موجب افزایش شدید شوری خاک (کبوترآباد ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) گردیده است.

جدول ۱- اسیدیته و هدایت الکتریکی آب آبیاری

مکان	طرق	نطنز	نطنز	نطنز	علویچه	دهق	شاهین شهر	باغ بهادران	پیربرکان
	رجبیان	یحیی آباد	رحمت آباد	بیدار مغز	حسین آباد	علی آباد	چاله‌سیاه	قاسمی	گل دارو
EC dS m ⁻¹	۱/۸۵	۱/۸	۲/۰	۲/۷	۱/۳	۱/۰۵	۱/۶۵	۰/۵	۱/۷
pH	۶/۷۲	۷/۹۱	۷/۴۱	۷/۴	۸/۰	۷/۲	۶/۸	۶/۷	۶/۹۱

تیپ اراضی و کلاس خاک

تیپ ارضی آلوپال فن و پلاتو (تپه ماهور) است. مشخصات این اراضی خاک کم عمق، سنگریزه زیاد، نفوذپذیری بالای آب، ظرفیت کم نگهداری آب و حاصلخیزی بسیار ضعیف (هوموس و رس اندک) خاک است. در برخی باغات با اضافه کردن خاک سطحی تهیه شده از دشت‌ها، وضعیت خاک را بهبود می‌بخشند (جهت افزایش هوموس و رس خاک). طی سالیان گذشته و حال بسیاری از باغات بدون انجام مطالعات تناسب خاک، در اراضی مرتعی و آب‌خوان‌ها باغات احداث شده است. و درختان با گذشت زمان با مشکلات متعددی روبرو گشته‌اند. این برخورد غیر کارشناسی با منابع خاک، آب و گیاه، سبب هدررفت سرمایه‌های طبیعی شده است. سرانجام آن نیز نابودی سفره‌های آب زیرزمینی و ده‌ها هزار هکتار باغ خشکیده و رها شده می‌باشد.

تجزیه خاک

فلاورجان: باغ به شرکت گل دارو از وضعیت بسیار خوبی برخوردار است. فروت ست و تولید میوه‌های بازاری پسند خوبی دارد. خاک عمیق، رسی آهکی، کربن آلی خاک بسیار خوب است. خاک با کودهای آلی و شیمیایی غنی شده است. فسفر و پتاس قابل جذب خاک بدلیل کوددهی بیش از حد، خیلی زیاد است (جدول ۲). مقدار قابل جذب میکروالمنت‌های خاک کمتر از حد بحرانی است. نیاز درخت به عناصر میکرو را میتوان با کاربرد کودهای شیمیایی جبران نمود (جدول ۳).



جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Texture	sand	silt %	clay	CaCO ₃	EC dS m ⁻¹	pH	O C %	soil depth (cm)	سایت
Silty clay loam	۲۰	۴۸	۳۲	۳۹	۲/۵۱	۷/۴۱	۱/۴۴	0-30	شرکت گل دارو
Silty clay loam	۲۸	۴۲	۳۰	۳۶	۱/۹۵	۷/۶	۱/۱	30-60	"
Sandy clay loam	۶۵	۱۵	۲۰	۳۵/۶	۲/۱	۷/۳۷	۱/۲۵	0-30	همام قاسمی
Sandy loam	۷۹	۱۱	۱۰	۱۴/۰	۰/۶۱	۷/۹	۰/۵۰	0-30	روستای چم تقی
Sandy loam	۶۱	۲۱	۱۸	۲۵/۵	۰/۴۹	۷/۷	۰/۴۴	30-60	"
loam	۴۵	۴۱	۱۴	۲۹	۰/۶۷	۷/۳۶	۲/۰۴	0-30	باغبادران فتحی
Sandy loam	۷۷	۱۷	۶	۱۳	۰/۶۴	۷/۸	۱/۷۵	30-60	"
Sandy loam	۷۰	۱۸	۱۲	۳۶/۲	۱/۷۸	۷/۷۲	۱/۱۷	0-30	علویچه کریمی
Sandy clay loam	۶۰	۱۲	۲۸	۳۷/۲	۴/۷۳	۷/۱۷	۱/۶۳	0-30	دهق بیدرام
Sandy loam	۷۰	۲۴	۶	۲۶/۰	۶/۲۱	۷/۷۲	۱/۸۷	0-30	قطعه ۴ بنیاد
loamy sand	۸۰	۱۲	۸	۱۳/۵	۸/۸۴	۷/۲۸	۰/۵	0-30	قطعه ۱۳ بنیاد

جدول ۳- مقدار قابل جذب برخی از عناصر غذایی خاک

K	P	Fe	Mn	Zn mg kg ⁻¹	Cu	soil depth (cm)	سایت
۶۰۰	۳۵/۴	۰/۹۲	۰/۹۴	۳/۳۸	۰/۸۸	0-30	شرکت گل دارو
۳۵۹	۲۱/۲	۰/۸۶	۰/۶۵	۲/۱	۰/۶۳	30-60	"
۷۳/۲	۸۵۰	۰/۷۶	۷/۲	۴/۷۴	۰/۶	0-30	همام قاسمی
۲۳۸/۰	۶/۲	۰/۳۸	۰/۱۷	۰/۴۸	۰/۱۵	0-30	روستای چم تقی
۳۸۱/۰	۲/۲	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۵	۰/۳	30-60	"
۲۰۰	۱۶/۵	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۹۹	۰/۳۴	0-30	باغبادران فتحی
۱۶۵	۶/۵	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۵۵	۰/۱۶	30-60	"
۳۸۸/۰	۱۰۳/۰	۰/۹۶	۹/۶	۵/۰	۰/۲۶	0-30	علویچه کریمی
۴۴۳/۰	۰/۵	۰/۵۸	۶/۵	۱/۰۴	۰/۵۶	0-30	دهق بیدرام
۳۱۳/۰	۶/۲	۰/۴۸	۱/۲	۷/۱	۰/۸۸	0-30	قطعه ۴ بنیاد
۳۵۶/۰	۶/۷	۰/۴۲	۱/۱۴	۲/۸	۲/۳۶	0-30	قطعه ۱۳ بنیاد

همام باغبادران (باغبادران)

باغ به آقای قاسمی باغ شاخص منطقه همام است. هر ساله کود گوسفندی پوسیده به خاک اضافه گردیده. درختان بدون کلروز، فروت‌ست خوب و تولید میوه بازار پسند (درصد بالای میوه درشت و خوش‌رنگ) است. درصد شن و سنگریزه خاک زیاد است، جهت اصلاح خاک، خاک رسی زیر درختان اضافه شده است (جدول ۲). سیستم آبیاری قطره‌ای تی‌تیپ از منبع آب زیرزمینی و زاینده‌رود است. پتاسیم و فسفر قابل جذب خیلی زیاد می‌باشد. طی چند سال آینده از کاربرد این کودها خودداری گردد. مقدار مس و آهن قابل جذب خاک کمتر از حد بحرانی می‌باشد. روی بسیار بیشتر از حد بحرانی و منگنز اندکی بیشتر از حد بحرانی است (جدول ۳). **زرین شهر روستای چم تقی:** این باغ به مساحت بیست هکتار، در حاشیه زاینده‌رود روی تراس آبرفتی قرار دارد. همانطور که در جداول ۲ و ۳ آمده است خاک از نظر کربن آلی، پتاسیم، فسفر و میکرونوترینت‌ها فقیر (بسیار کمتر از حد بحرانی) می‌باشد. بافت شنی و سبک لایه‌های زیرین خاک نیز مزید بر علت شده است. سیستم آبیاری غرقابی و مشکل شدید علف هرز دارد. مدیریت باغ بسیار ضعیف است. این باغ نمونه باغات بسیار قدیمی ساحل زاینده‌رود است (همانند دیگر باغات قدیمی و غیراقتصادی کشور). این نمونه باغات بنظر می‌رسد بایستی جمع‌آوری شده و با تغییر الگوی کشت و اصول کشاورزی حفاظتی نسبت به احیا، بازسازی و افزایش کیفیت خاک اقدام گردد، تا در چرخه تولید اقتصادی قرار گیرند.

باغبادران، باغ فتحی: این باغ در حاشیه شهر در دره‌های مشرف به زاینده‌رود قرار دارد. دره تراس بندی و حدود یک متر خاک رسی ریخته شده است. مدیریت باغ بسیار خوب و درختان در وضعیت مناسبی قرار دارند. هر ساله با توجه به نتایج آزمون خاک، کود گوسفندی پوسیده استفاده و خاک بسیار غنی شده و ریشه‌ها سالم و فعال هستند (کربن آلی خاک ۲/۰۴ درصد). منبع آب قنات و زاینده‌رود و کیفیت آب مطلوب است (pH 6.8, EC 0.5 dsm⁻¹). آب توسط لوله به هر تراس (کرت) منتقل و به روش غرقابی آبیاری می‌گردد. مقدار قابل جذب پتاسیم و عناصر فلزی بسیار کمتر از حدود بحرانی است (جدول ۲ و ۳).

حسین آباد علویجه: درختان به این روستا، رشد و تولید مناسبی دارند. خاک این منطقه بسیار سبک و ظرفیت کمی جهت نگهداری آب و عناصر معدنی دارد (جدول ۲). کمپوست کوددामी و خاک رسی توسط باغدار بصورت چالکود و کانالکود همراه کودهای شیمیایی به خاک اضافه شده است. استفاده زیادی کودهای فسفره، پتاسه، منگنز و روی، سبب تجمع این عناصر در خاک شده است (بالتر از حد بحرانی). مس و آهن قابل جذب خاک کمتر از حد بحرانی می‌باشد (جدول ۳). منبع آب قنات و چاه و سیستم آبیاری نشتی می‌باشد. کیفیت آب نیز مطلوب است.

دهق روستای خونداب: درختان به (۵ هکتار) بیدارم از مدیریت خوبی برخوردار و تولید میوه مناسبی دارند. بزرگترین چالش حال حاضر این باغ شور شدن آب و خاک (۴/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد. راه حل آنهم تهیه آب با کیفیت و استفاده از مالچ‌های زنده و غیرزنده است. فسفر قابل جذب خاک خیلی پائین است (زیر حد بحرانی). خاک از نظر کربن آلی، پتاسیم، روی و منگنز قابل جذب غنی می‌باشد. مس و خصوصاً آهن قابل جذب بسیار کمتر حد بحرانی می‌باشد (جدول ۳).

نطنز، قطعات شاخص باغ به ۱۲۰ هکتاری رحمت‌آباد (بنیاد)

شوری خاک تهدیدی برای درختان می‌باشد. هدایت الکتریکی خاک در قطعه ۹، ۵/۳۳، قطعه ۴، ۶/۲۱، قطعه ۱۳، ۸/۸۴ و در قطعه ۱۷ به ۱۴/۸۵ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است (جدول ۲). تیپ اراضی آلویال فن است. این اراضی در حقیقت با نفوذ روان‌آبها، تغذیه کننده سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشند. و بدون انجام مطالعات تناسب اراضی تبدیل به باغ شده‌اند. منبع آب قناتی است که از دامنه شمالی کوه کرکس سرچشمه می‌گیرد. سیستم آبیاری قطره‌ای تی‌تیپ است. بنابر ادعای باغدار جهت کاهش بیکربنات آب با اضافه کردن اسیدسولفوریک پهاش آب آبیاری را به ۲ تا ۳ می‌رسانند. مجموعه باغ شرکت فجر (بنیاد) از مدیریت بسیار خوبی برخوردار است. درختان توسط کوددामी و انواع کودهای کامل بروش کود-آبیاری تغذیه می‌شوند. بدلیل محدودیت‌های خاک تاج درختان کوچک می‌باشد.

مجموعه رحمت‌آباد، بزرگترین باغ درختان به در ایران است. رقم قالب آن، به اصفهان است. تعداد کمی ارقام به ترش، گورتون، به-گلایی و غیره نیز وجود دارد. کل سطح باغات به رحمت‌آباد هکتار ۱۲۴ است. طی چند سال اخیر تولید میوه با شیب تند روند کاهشی به خود گرفته است. بطوریکه در سال ۱۳۹۴ عملکرد کل ۲۴۰۰ تن، در ۱۳۹۵، ۷۰۰ تن، ۱۳۹۶، ۵۵۰ تن و در ۱۳۹۷ عملکرد میوه ۱۰۰ تن شده است. سالهای قبل عملکرد میوه ۲۰ تن در هکتار بوده که در سال ۹۷ به یک تن در هکتار کاهش یافته است. در اینجا نیز مس و خصوصاً آهن قابل جذب بسیار کمتر حد بحرانی می‌باشد (جدول ۳).



جمع بندی

بدلیل خشکسالی و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی، مقدار و کیفیت آب آبیاری بسیار کم شده است. بسیاری از باغات بخاطر جانمائی و تغییر کاربری نادرست خاک، کم آبی و شورشدن خاک از بین رفته‌اند. و راهی بجز تغییر الگوی کشت نیست. در بسیاری از باغات استفاده بی‌رویه کودهای فسفر، پتاس، منگنز و روی، سبب تجمع این عناصر در خاک شده است. تیپ اراضی اکثر باغات آلوپال فن با خاک سطحی بسیار کم عمق با سنگریزه و شن فراوان است. ظرفیت نگهداری آب و موادغذائی این خاکها اندک است. خاک باغات واقع شده در حاشیه زاینده‌رود و دشت‌ها از وضعیت حاصلخیزی بسیار بهتری برخوردارند.

References

- Alcántara, E and Montilla I, 2012, Evaluation of quince clones for tolerance to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions, *Scientia Horticulturae*, V138, :50–54.
- Barranco, D., H. Ercan, C. Munoz-Diez, A. Belaj and O. Arqero. 2010. Factors influencing the efficiency of foliar sprays of monopotassium phosphate in the olive. *International journal of plant production*, 4(3):1735-1743.
- Kviklysa D, Ruisa S, Rumpunen K. 2012. Management of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) orchards, Balsgrd—department of horticultural plant breeding, Swedish university of agricultural sciences, Kristianstad, Sweden.
- Mirabdulbaghi M, 2014, Foliar nutrient response in some Iranian quince genotypes, *Journal of horticultural and forestry*, vol 6(10).
- Rumpunen K. 2002. Potential new fruit crop for northern Europe. In: (Eds.) *Trends in new crops and new uses*. ASHS press, Alexandria, VA, 30(4):385–392.
- Silva BM, Andrade, PB, Mendes, GC, Seabra, RM and Ferreira MA, 2002, Study of the organic acid composition of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit and jam, Portugal, *J. agric. Food chem.*, 50(8):2313–2317.

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation soil and water quality some of Quince trees in Esfahan province

A Gandomkar¹

Soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

Abstract: Soil fertility is very important in quince tree (*Cydonia oblonga*) fruit production. In propose of nutrients diagnosis deficiency of Esfahan province quince trees, thirty garden with different fruit yield were selected. In each site thirty tree selected. Samples of soil and water prepared. Most quince garden located in Esfahan, Lenjanat and Natanz. The garden landform is alluvial fan and plato. Soil properties are low depth, low CEC, low fertility, low water capacity and low fertility. Leaves iron chlorosis is very common. Farmers added fields-top-soil and organic matter as soil conditioners. P and K fertilizer excessive application, caused nutrients imbalanced in the soil. Imbalanced of nutrients and soil available N and micronutrient deficiency, determined in most garden. Soil and water salinization is a major hazard of Esfahan quince garden.

keywords: chemical nutrients, leaves chlorosis, fertility, salinity,

تصاویر



تصویر ۱- خاک کم عمق و کلروزه گسترده باغات به رحمت آباد نطنز و ریزش میوه (شرکت فجر، بنیاد مستضعفان)



تصویر ۲- کوددهی مناسب درختان به شرکت گل دارو، باغ کومه فلاورجان (گندمکار ۹۷)



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر بیوپار بر رشد و ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.)خدیجه فیضی^{۱*}، علی اشرف امیری نژاد^۲، مختار قبادی^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی^۲ استایار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی^۳ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

چکیده

در سال‌های اخیر، استفاده از بیوپار به عنوان اصلاح کننده خاک و یک کود زیستی، مورد توجه محققین قرار گرفته است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات بیوپار کلزا بر ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمار آزمایشی شامل سه سطح بیوپار (صفر، ۱ و ۳ درصد وزنی) بود که به خاک گلدان‌ها اضافه گردید. نتایج نشان داد که بیوپار بر بیشتر ویژگی‌های رشدی گیاه ریحان تأثیر معنی‌داری دارد. با افزایش سطح کاربرد بیوپار، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، حجم ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه افزایش یافت، به طوری که بیشترین مقدار افزایش رشد در وزن تر اندام هوایی (با میانگین ۷۲/۹ گرم برگلدان)، وزن تر ریشه (۳۶/۱ گرم)، وزن خشک ریشه (۲/۵۹ گرم) و حجم ریشه (۴۷/۳ سانتی‌مترمکعب) در تیمار سه درصد وزنی و کمترین وزن تر اندام هوایی (۴۴/۷)، وزن تر ریشه (۱۱/۶)، وزن خشک ریشه (۰/۸۳) و حجم ریشه (۲۱) در تیمار شاهد مشاهده گردید. به طور کلی، این پژوهش نشان داد که استفاده از بیوپار بقایای گیاهان زراعی، می‌تواند به عنوان یک روش مناسب و ارزان در جهت افزایش رشد گیاهان دارویی باشد.

کلمات کلیدی: رشد، اندام هوایی، ریشه، ویژگی‌های مورفولوژیک

مقدمه

پوشش گیاهی ضعیف و بازگشت ناچیز یا عدم بازگشت بقایای گیاهی به خاک عامل کمبود مواد آلی خاک در اغلب مناطق خشک و نیمه خشک کشور شده است. به عبارت دیگر، مقدار مواد آلی در بیشتر زمین‌های کشاورزی کشور بسیار ناچیز و اغلب حدود یک درصد است (شریفی، ۱۳۸۸). استفاده و کاربرد مواد آلی در خاک به علت اثرات سازنده بر ویژگی‌های خاک، به عنوان یک راهکار مهم در افزایش باروری خاک بوده و امری ضروری به نظر می‌رسد (رحیمی، ۱۳۷۱). در سال‌های اخیر، از بیوپار (زغال زیستی) به عنوان اصلاح کننده خاک استفاده می‌شود. در واقع، بیوپار یک محصول کربنی است که از تجزیه زیست توده گیاهی (بیوماس) و بقایای محصولات کشاورزی مانند کاه و کلش گندم و ذرت، سیوس برنج و تفاله نیشکر در شرایط دمای زیاد و عدم حضور اکسیژن به دست می‌آید (Lehman and Joseph, 2009). بیوپار به طریق مستقیم و غیرمستقیم سبب افزایش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی و حاصلخیزی خاک می‌گردد. به عنوان مثال، بیوپار دارای ساختاری متخلخل، سطح ویژه بالا و توانایی جذب مواد مغذی است (Lehman and Joseph, 2009). همچنین، بیوپار از طریق افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، اصلاح اسیدیته خاک، کاهش جذب مواد سمی و نیز بهبود ساختمان خاک، موجب افزایش کیفیت و سلامت خاک می‌شود (Koleli و همکاران، ۲۰۰۴). استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌های مختلف جزئی از تاریخ تمدن بشر را تشکیل می‌دهد. گیاهان دارویی به گیاهانی اطلاق می‌گردد که برخی از اندام‌های آن‌ها حاوی مواد موثره با خواص دارویی است. این مواد موثره که کمتر از یک درصد وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهند، در داروهای گیاهی از یک حالت تعادل بیولوژیک برخوردار بوده، در بدن انباشت نشده و لذا اثرات جانبی به بار نمی‌آورد (Amini, 1995). ریحان یک گیاه مهم دارویی از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) و با نام علمی *Ocimum basilicum* L است (Javanmardi و همکاران، ۲۰۰۲). ریحان یک سبزی خوراکی است که برگ‌های خشک شده آن به عنوان طعم‌دهنده و کمک به هضم غذا به مواد غذایی افزوده می‌شود (Labra و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به اهمیت غذایی و دارویی گیاه ریحان و ضرورت کشت آن در کشور، هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیرات بیوپار بر رشد و ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) بوده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی انجام گرفت. تیمار بیوچار در سه سطح صفر، یک و سه درصد وزنی اعمال گردید. نمونه خاک از لایه سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) زمین‌های کشاورزی منطقه ماهیدشت استان کرمانشاه برداشته شد این منطقه در غرب ایران با عرض ۳۴ درجه و ۹ دقیقه و ۴۲ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۲۹ دقیقه و یک ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه و دو ثانیه تا ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه و ۳۲ ثانیه شرقی قرار دارد. برای تهیه بیوچار کلزا، ابتدا کاه و کلس کلزا جمع آوری و پس از هوا خشک شدن، به تیکه‌های ریز خرد شده و سپس با استفاده از کوره پژوهشی که بدین منظور ساخته شده بود، در شرایط بی‌هوازی و دمای حدود ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد به بیوچار تبدیل شد. برای انجام تیمارهای آزمایشی، بیوچار از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. ویژگی‌های مهم بیوچار که مرتبط با هدف پژوهش اندازه‌گیری شدند شامل راندمان بیوچار، pH و هدایت الکتریکی (EC) (در نسبت ۵ : ۱ آب به بیوچار) به وسیله دستگاه مربوطه (Pich و همکاران، ۱۹۹۲)، سطح ویژه با استفاده از میزان جذب نیتروژن در فشار نسبی ۹۹٪، حجم کل خلل و فرج ریز (با روش t-plot) (Yang و همکاران، ۲۰۱۰)، سدیم و پتاسیم تبادل (با استفاده از استات آمونیوم و توسط دستگاه فلیم فتومتر)، کلسیم تبدلی (از طریق بافر آمونیاکی، کلرور آمونیوم و سود ۴ نرمال و تیتتر عصاره با EDTA در حضور معرف) (خوش‌گفتار منش، ۱۳۸۶) و منیزیم تبدلی (با روش استات آمونیوم و تیتتر عصاره با EDTA) اندازه‌گیری شدند. نمونه خاک بعد از آماده‌سازی و عبور از الک دو میلی‌متری، مورد تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم قرار گرفت. بافت خاک و درصد فراوانی نسبی ذرات به روش هیدرومتر ((Jee and Baider, 1997) pH خاک در نسبت ۵/۲:۱ به وسیله pH سنج (Pich و همکاران، ۱۹۹۲)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک (Jakson, 1958)، کربن آلی به روش اصلاح شده واکلی-بلک (Walkly and Black, 1934)، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره نسبت ۵/۲:۱ آب به خاک به وسیله هدایت سنج (Pich, 1992) و جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه اندازه‌گیری گردید. در پایان رشد رویش گیاه (نه هفته پس از سبز شدن) برخی پارامترهای رشدی شامل ارتفاع بوته (با استفاده از خط کش)، قطرساقه (با استفاده از کولیس دیجیتالی)، سطح برگ (با استفاده از کاغذ شطرنجی)، تعداد گل و شاخه‌های جانبی، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه (خشک شده در آن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت) و. حجم ریشه هر گلدان (از طریق جابه‌جا شدن آب در یک استوانه مدرج) تعیین گردید. همچنین، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد.



شکل ۱. نمایی از کرت‌های مورد آزمایش در گلخانه دانشگاه رازی

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و بیوچار مورد استفاده به ترتیب در جدول ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده

EC dS/m	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	پ.هاش	CEC (cmol/kg)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۰/۵	۰/۳۹	۲۶/۵	۷/۷	۱۱/۸	۴۱	۴۲/۶	۱۶/۴	رسی سیلتی

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بیوچار کلزا مورد استفاده

منیزیم تبادلی (mg/Kg)	کلسیم تبادلی (mg/Kg)	پتاسیم تبادلی (mg/Kg)	سدیم تبادلی (mg/Kg)	EC (dS/m)	pH	سطح ویژه (m ² /gr)	راندمان (%)	ویژگی بیوچار
۲۲۶/۸	۸۸/۴	۷۸۷	۱۰۶/۵۱	۵/۴۵	۸/۸۹	۲۳۴	۴۰	مقدار

همچنین، جدول ۳، نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ریحان تحت تاثیر تیمار بیوچار را نشان می‌دهد.

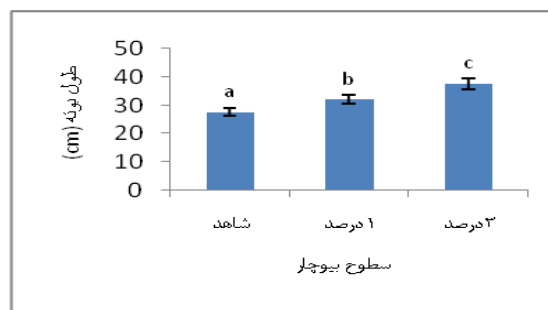
جدول ۳. تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ریحان تحت تاثیر تیمار بیوچار

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	سطح برگ جانبی	ساقه جانبی	تعداد گل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه
بیوچار	۲	۷۵/۴۴*	۰/۵۷۲*	۶۷۵۷/۲۷ ^{ns}	۲/۳۳ ^{ns}	۳/۱۱ ^{ns}	۵۹۶/۴۳*	۱۵/۵۲*	۴۵۰/۲۰**	۲/۳۳**	۵۵۴/۱۱**
خطا	۶	۹/۳۰	۰/۰۴۲	۲۵۹۴/۲۰	۰/۵۵	۱/۸۸	۴۱/۷۳	۱/۰۹	۱۰/۱۸	۰/۰۵۳	۱۴/۸۸

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

اثر بیوچار بر ارتفاع بوته ریحان

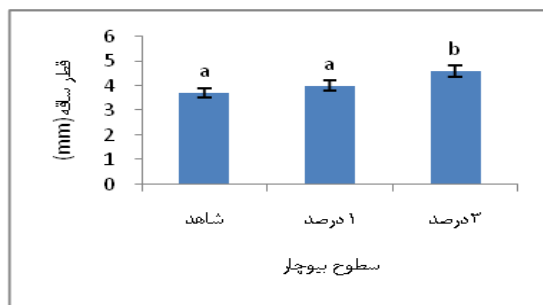
مطابق نتایج (جدول ۳)، اثر بیوچار بر ارتفاع بوته گیاه ریحان از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است. مطابق شکل ۱ نیز ملاحظه می‌گردد که با افزایش مقدار بیوچار، ارتفاع گیاه افزایش یافته و این افزایش در هر سه سطح کاربردی از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. رجبی (۱۳۹۳) نیز گزارش کرد که بیوچار به‌طور معنی‌داری میانگین ارتفاع گیاه را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داده است.



شکل ۱. اثر بیوچار بر ارتفاع گیاه ریحان در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی

اثر بیوچار بر قطر ساقه گیاه

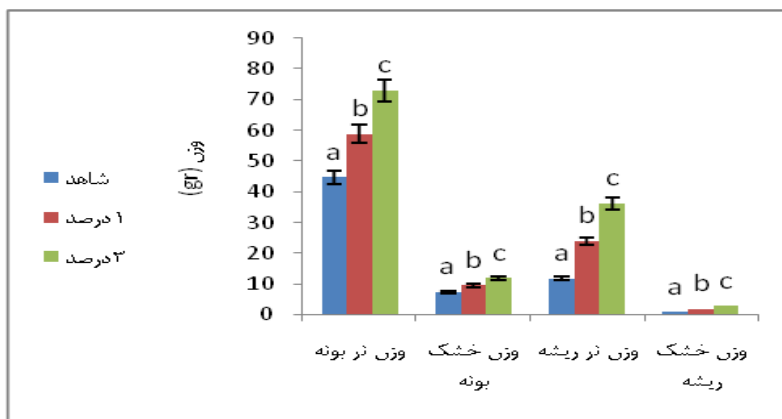
بر طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر بیوچار بر قطر ساقه ریحان از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی دار بوده است. به عبارت دیگر، با کاربرد بیوچار به میزان سه درصد وزنی، قطر ساقه تفاوت معنی داری با شاهد دارد (شکل ۲).



شکل ۲. اثر بیوچار بر قطر ساقه گیاه ریحان در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی

اثر بیوچار بر وزن تر و خشک گیاه ریحان

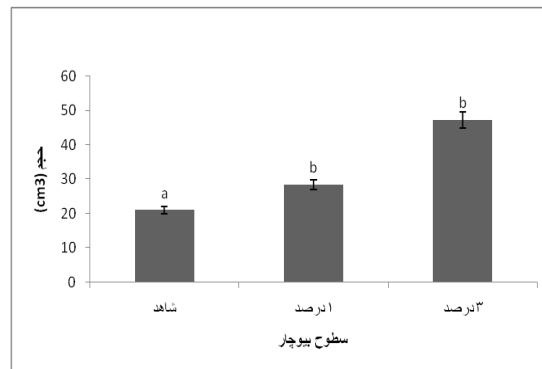
بنابر داده‌های جدول ۳، اثر بیوچار بر وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه ریحان از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی دار بوده است. همچنین وزن تر و خشک ریشه گیاه از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی دار بوده که نشان دهنده تأثیر بیشتر بیوچار بر رشد ریشه گیاه ریحان می‌باشد. مطابق شکل ۳ با کاربرد بیوچار، وزن تر و خشک گیاه ریحان در همه سطوح کاربردی از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی داری با شاهد است. مشابه همین، گزارش شده است که افزودن بیوچار بقایای ذرت بر میزان وزن تر اندام هوایی گندم چمران اثر معنی داری داشته است. بیوچار با افزایش ظرفیت نگه‌داشت آب و به تبع آن بهبود شرایط جذب آب توسط گیاه، باعث رشد بیشتر اندام هوایی می‌گردد (Ibrahim و همکاران، ۲۰۱۳). مطابق نتایج Hossain و همکاران (۲۰۱۰)، اضافه کردن بیوچار به خاک میانگین وزن خشک ساقه گوجه فرنگی را بطور معنی داری افزایش داده است.



شکل ۳. اثر بیوچار بر وزن تر و خشک گیاه ریحان در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی

اثر بیوچار بر حجم ریشه ریحان

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر بیوچار بر حجم ریشه گیاه ریحان از لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی دار بوده است. این افزایش در هر سه سطح کاربردی دارای تفاوت معنی داری با شاهد است (شکل ۴). Novak و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش داده‌اند که بیوچار از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک مانند ساختمان خاک، تهویه و نیز ظرفیت نگهداشت آب در خاک منجر به بهبود شرایط رشد گیاه می‌گردد. علاوه بر این، بیوچار احتمالاً موجب می‌شود که دسترسی گیاه به بعضی از عناصر غذایی افزایش یابد.



شکل ۳. اثر بیوپچار بر وزن تر و خشک گیاه ریحان در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، رشد گیاهان تحت مدیریت بقایای محصولات و از جمله بیوپچار کلزا می‌تواند افزایش یابد. با توجه به نتایج حاصله، تیمار خاک با بیوپچار سبب افزایش بیشتر ویژگی‌های رشدی و مورفولوژیک گیاه ریحان گردید، به نحوی که بطور چشمگیری سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه و حجم آن نسبت به شاهد شد. به عبارتی، استفاده از بیوپچار کلزا، یک روش با صرفه و ارزان در جهت بهبود شرایط فیزیکی خاک و افزایش رشد و عملکرد گیاهان دارویی و از جمله ریحان است.

منابع

- رجبی، ح. ۱۳۹۳. اثر بیوپچار تفاله پسته، لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر زیست‌فراهمی و جذب نیتروژن و فسفر بوسیله اسفناج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.
- رحیمی، ق. ۱۳۷۱. مطالعه اثرات کود کمپوست بر شوری و آلودگی خاک و مقدار جذب عناصر سنگین توسط گیاه ذرت از خاک‌های حاوی کود کمپوست. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- شریفی، م. ۱۳۸۸. اثر لجن فاضلاب کارخانه پلی‌اکریک اصفهان، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر رشد گیاه و غلظت کادمیوم در بافت‌های گیاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Amini, A. 1995. Traditional medicinal plants of Iran. Tehran University of Medical Sciences Press.
- Hossain, M. K., Strezov, V., Chan, K. Y. and Nelson, P. F. 2010. Agronomic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Chemosphere*, 78(9), 1167-1171.
- Ibrahim, H. M., Al-Wabel, M. I., Usman, A. R. and Al-Omran, A. 2013. Effect of *Conocarpus* biochar application on the hydraulic properties of a sandy loam soil. *Soil science*, 178(4), 165-173.
- Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H. P. and Vivanco, J. M. 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(21), 5878-5883.
- Köleli, N., Eker, S. and Cakmak, I. 2004. Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. *Environmental Pollution*, 131(3), 453-459.
- Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M. and Sala, F. 2004. Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum* cultivars. *Plant Science*, 167(4), 725-731.
- Lehmann, J. and Joseph, S. 2015. Biochar for environmental management: an introduction. In *Biochar for environmental management* (pp. 33-46), Routledge.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A., Ahmedna, M. A. and Niandou, M. A. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass. *Geoderma*, 154(3-4), 281-288.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of biochar on growth and morphological characteristics of green basil herb (*Ocimum basilicum* L.)

Feyzi^{*1}, K., Amirinejad², A.A., Ghobadi, M.³

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

³ Associate Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

Abstract

In the recent years, the use of biochar, as a soil modifier and a bio-fertilizer, has been considered by researchers. The research was conducted to investigate the effects of rapeseed's biochar on the morphological characteristics of green basil herb (*Ocimum basilicum* L.), in a completely randomized design, with three replications in greenhouse. The experimental treatment included three levels of biochar (0, 1 and 3 wt. %), which were added to the soils. The results showed that biochar has a significant effect on the most of morphological characteristics of Basil plants. By increasing the application levels of biochar, plant height, stem diameter, root volume, fresh and dry weight of shoot and root increased, so that the highest growth rate in fresh weight of shoot (72.9 g), fresh weight of root (36.1), dry weight of root (2.59) and root volume (47.3 cm³) were observed in treatments 3% wt. and the lowest fresh weight of shoot (44.7%), fresh weight of root (11.6%), dry weight of root (0.83) and root volume (21) were observed in the control. In general, the research showed that using of biochar of crop residues can be a convenient and inexpensive way to increase the growth of medicinal plants.

Keywords: Growth, morphological characteristics, root, shoot

* Corresponding author, Email: feyzi.khadige@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر مصرف هم‌زمان اسید هیومیک و کود فسفر بر جذب فسفر بوسیله کلزا در یک خاک آهکی

آمنه جهان‌دیده^{۱*}، مجتبی بارانی مطلق^۲، اسماعیل دردی پور^۳، رضا قربانی نصرآبادی^۴، طالب نظری^۵^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان^۳ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان^۴ استادیار گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان^۵ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

در این پژوهش تأثیر اسید هیومیک و فسفر و روش‌های کاربرد آن بر پارامترهای وزن خشک و غلظت فسفر در گیاه کلزا (رقم هایولا ۵۰) در یک خاک آهکی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به صورت گلدانی به اجرا درآمد. تیمارهای شامل فسفر در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) و اسید هیومیک در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ گرم بر کیلوگرم خاک) و روش‌های کاربرد اسید هیومیک و فسفر و روش‌های کاربرد آن بر تمام صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج اثرات متقابل سه جانبه سطوح اسید هیومیک و روش‌های کاربرد آن در حضور تیمارهای فسفر نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک برگ و ساقه به ترتیب ۳/۲۳ و ۱۰/۹۴ گرم در گلدان و همچنین بیشترین غلظت فسفر برگ و ساقه با میزان ۰/۳ درصد در تیمار کودی ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و سطح ۱ گرم بر کیلوگرم مصرف همراه با آب آبیاری اسید هیومیک به‌دست آمد.

کلمات کلیدی: وزن خشک، غلظت فسفر، پارامتر رویشی.

مقدمه

در گیاهان فسفر بعد از نیتروژن دومین ماده مغذی ضروری می‌باشد که برای فرآیندهای بیوشیمیایی مختلف، توسعه گیاه، و برای تکمیل رشد زایشی مورد نیاز می‌باشد (Zhang و همکاران، ۲۰۱۴). فسفر به مقدار قابل توجهی در خاک وجود دارد، ولی از آنجایی که قسمت عمده آن در خاک به واسطه اکسیدهای فلزی و نرخ پایین انتشار آن تثبیت می‌شود، این عنصر جزو عناصر با دسترسی خیلی پایین برای گیاهان به حساب می‌آید (Mehra و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین کارایی فسفر در خاک‌های آهکی بسیار کم می‌باشد، لذا قسمت اعظم کود در خاک به صورت تثبیت شده نگهداری می‌شود. سازو کار دقیق جذب فسفات به وسیله کربنات‌ها هنوز به خوبی شناخته نشده است. خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، به علت نبود پوشش گیاهی کافی و بازگشت مقدار کم بقایای گیاهی به خاک، حاوی ماده آلی کمی است. این خاک‌ها اغلب آهکی و دارای واکنش قلیایی است. در نتیجه بسیاری از گیاهان در این خاک‌ها با مشکل تغذیه عناصر پرمصرف (به ویژه فسفر) و کم‌مصرف رو به رویند (Karimi و همکاران، ۲۰۰۹). امروزه در کشت ارگانیک علاوه بر کمیت تولید، به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود، با این حال به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از سیستم‌های زراعی حذف نمود، زیرا لازمه‌ی پایداری در کشاورزی، اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. در این رابطه کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی، نه تنها کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه سبب ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست، بهبود شرایط فیزیکی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه می‌شود (Matos and Arrunda, 2003). اسید هیومیک که حاصل تجزیه میکروبی بقایای گیاهی مانند لیگنین و یا کمپوست می‌باشد، ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌تواند با کنترل جمعیت پاتوژن‌ها و عوامل بیماری‌زای خاکری نقش موثری را در کاهش مصرف قارچ‌کش‌ها و نیز سایر سموم شیمیایی در خاک ایفا کند (Mohamedy and Ahmed, 2009). بنابراین پژوهش حاضر با بررسی تأثیر مصرف توأم اسید هیومیک و کود فسفر بر میزان وزن خشک و فراهمی عنصر غذایی فسفر در اندام هوایی کلزا (هایولا ۵۰) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها



در این پژوهش، تأثیر کاربرد هم‌زمان و توأم اسید هیومیک و کود فسفر بر وزن خشک و فسفر برگ و ساقه در گیاه کلزا (رقم هایولا ۵۰) مورد بررسی قرار گرفت. خاک مورد استفاده از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برداشته شد. پس از هواخشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نظیر بافت خاک، نیتروژن کل به روش کج‌دال، فسفر قابل‌استفاده به روش اولسن و پتاسیم قابل‌استفاده با استفاده از استات‌آمونیم اندازه‌گیری شد (جدول ۱). بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار به صورت گلدانی به اجرا درآمد. تیمارها شامل فسفر به شکل کود سوپرفسفات تریپل در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و روش‌های مختلف کاربرد اسید هیومیک در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ گرم بر کیلوگرم خاک) بود. اسید هیومیک و کود فسفر به شکل‌های مختلف باهم مخلوط شده، تیمارها عبارتند از: اختلاط خاکی و هم‌زمان اسید هیومیک و کود فسفر، حل نمودن اسید هیومیک و فسفر در آب آبیاری و کاربرد آنها همراه با آب آبیاری، پوشش دادن کود فسفر پوشش‌دار توسط اسید هیومیک جامد قبل از کاربرد در خاک بود. اسید هیومیک مورد استفاده در این آزمایش اسید هیومیک ۸۰ درصد (شرکت J.H.BIOTECH، آمریکا) با نام تجاری هیومکس (Humax-95WSG) بود (جدول ۲). تعداد ۱۰ عدد بذر در هر گلدان در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کاشته که پس از سبز شدن و گذشت دو هفته، تعداد بوته‌ها به چهار عدد در هر گلدان تقلیل یافت. پس از پایان دوره رشد (به مدت ۱۴۸ روز) گیاهان برداشت و وزن خشک اندام بطور جداگانه توزین و پس از هضم نمونه‌های گیاهی اندازه‌گیری غلظت فسفر عصاره‌های گیاهی با روش مولیبدات و آنادات یا روش زرد (امامی، ۱۳۷۵) اندازه‌گیری شد. نتایج آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD (در سطح ۵ درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به داده‌های جدول نوع بافت خاک سیلتی‌لوم می‌باشد. مقدار کربن آلی خاک بر اساس این نتایج در حد متوسط، فسفر قابل جذب در خاک در حد متوسط و pH_e برابر ۷/۸۳ بود. همچنین مقدار کربنات کلسیم معادل ۲۷/۸۱ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده ی آهکی بودن خاک بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن	سیلت	رس	کربن آلی	فسفر	پ.هاش	کربنات کلسیم معادل
	(در صد)	(در صد)	(در صد)	(در صد)	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		(در صد)
سیلتی‌لوم	۱۸/۳	۶۷/۲۵	۱۴/۴۷	۰/۹۵	۶/۴۶	۷/۷	۲۷/۸۱

جدول ۲. خصوصیات اسید هیومیک مورد استفاده در پژوهش

نام تجاری	اکسید پتاسیم	اسید فولیک	اسید هیومیک
هومیکس-۹۵	۵٪	۱۵٪	۸۰٪

وزن خشک برگ و ساقه

نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح اسید هیومیک، سطوح فسفر و روش‌های کاربرد آن‌ها بر وزن خشک و فسفر گیاه در جدول ۳ ارائه شده است. مطابق جدول، اثرات اصلی تیمارها و اثر متقابل سطوح اسید هیومیک × سطوح فسفر بر وزن خشک برگ و ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. لکن اثرات متقابل روش مصرف × سطوح اسید هیومیک و روش مصرف × سطوح فسفر بر وزن خشک برگ معنی‌دار نشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه داده‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر وزن خشک برگ و ساقه به ترتیب با میانگین ۳/۲۳ و ۱۰/۹۴ گرم در گلدان در تیمار کودی ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و سطح ۱ گرم بر کیلوگرم مصرف همراه با آب آبیاری اسید هیومیک بدست آمد (جدول ۴). Mohammadipour و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که اسید هیومیک بر تعداد گل و برگ، وزن خشک و ارتفاع بوته گیاه همیشه‌بهار اثر معنی‌دار داشت. آنان دریافتند که کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک، بیشترین وزن خشک، ارتفاع بوته، تعداد برگ و تعداد گل را داشت. Fargami و Nabavi Kalat (۲۰۱۳) در بررسی اثرات متقابل اسید هیومیک و فسفر نشان دادند که بیشترین وزن خشک گل همیشه‌بهار در سطح ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک و ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به دست آمد. طالبی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که غلظت‌های مختلف اسید هیومیک تأثیر مثبتی در

افزایش وزن تر و خشک برگ و قطر ساقه گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ داشت. همچنین Boehme و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که اسید هیومیک در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث بهبود رشد گیاه از طریق افزایش طول ریشه و افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه شد.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر سطوح اسید هیومیک، سطوح فسفر و روش‌های کاربرد آن‌ها بر وزن خشک و فسفر برگ و ساقه

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
فسفر برگ	فسفر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه		
۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۴/۱۱**	۰/۴۶**	۲	روش مصرف
۰/۰۰۷**	۰/۰۰۳**	۶۷/۸۴**	۶/۳۵**	۲	سطوح اسید هیومیک
۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۳۲/۲۰**	۲/۳۸**	۲	سطوح فسفر
۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**	۲/۰۴**	۰/۱۰ns	۴	روش مصرف * سطوح اسید هیومیک
۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**	۰/۸۶**	۰/۰۲ns	۴	روش مصرف * سطوح فسفر
۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۲**	۲/۰۵**	۰/۱۸**	۴	سطوح اسید هیومیک * سطوح فسفر
۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**	۰/۱۹۲ns	۰/۰۲ns	۸	روش مصرف * سطوح اسید هیومیک * سطوح فسفر
۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۲۰	۰/۰۴		خطا
۲/۳۸	۰/۵۲	۶/۶۰	۹/۷۷		ضریب تغییرات

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشد.

فسفر برگ و ساقه

مطابق با نتایج تجزیه واریانس کاربرد سطوح اسید هیومیک، سطوح مختلف فسفر و اثرات متقابل آن‌ها از لحاظ آماری ($p < 0.01$) بر غلظت فسفر برگ و ساقه در گیاه کلزا معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات سه گانه نحوه کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک در تیمارهای مختلف فسفر نشان داد که بیشترین غلظت فسفر برگ و ساقه با میانگین ۰/۳۰ درصد مربوط به تیمار مصرف ۱ گرم بر کیلوگرم اسید هیومیک همراه با آب آبیاری با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر بود هر چند که با تیمار ۰/۵ گرم بر کیلوگرم اسید هیومیک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴). زمانی که میزان فسفر در خاک زیاد باشد، فسفر می‌تواند به شکل‌های پایدارتر خود مثل آپاتیت تبدیل شود و در نهایت میزان آپاتیت در خاک افزایش یابد. مواد آلی و اسید هیومیک حاصل از تجزیه آنها در خاک‌های آهکی، سطوح کربنات کلسیم را اشغال و از رسوب فسفر به صورت هیدوکسی آپاتیت جلوگیری می‌کند (Hu و همکاران، ۲۰۰۱). Whalen و Chang (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده درازمدت از مواد آلی باعث نگهداری فسفر با پیوند کم‌انرژی‌تر شده و قابلیت فراهمی آن را در خاک افزایش می‌دهد. مواد آلی می‌تواند به صورت پوششی محافظ در اطراف ذرات کود یا به عنوان پیوند دهنده فسفر در محل‌های تبادل آنیونی و یا از طریق واکنش با فسفر و تشکیل ترکیبات فسفر آلی عمل نماید. در تمامی موارد، قابلیت استفاده فسفر برای گیاه افزایش می‌یابد و به تدریج فسفر در محلول خاک آزاد می‌شود (Barahimi و همکاران، ۲۰۰۹). El-Sayed و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی کاربرد اسید هیومیک و منابع مختلف فسفر بر جذب عناصر غذایی تریچه گزارش کردند که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپربیوسفات و سطح ۰/۱ درصد اسید هیومیک بیشترین مقدار جذب فسفر را داشت.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح اسید هیومیک، سطوح فسفر و روش‌های کاربرد آن‌ها بر وزن خشک و فسفر برگ و ساقه

ساقه فسفر	فسفر برگ	وزن خشک		سطوح فسفر ppm	سطوح اسید هیومیک گرم بر کیلوگرم	روش مصرف
		ساقه	برگ			
(درصد)		(گرم در گلدان)				
۰/۱۳t	۰/۱۶r	۴/۰۳l	۱/۳۹o	۰	۰	
۰/۱۶q	۰/۱۹p	۵/۶۸i	۱/۸۲n-k	۵۰		
۰/۱۸m	۰/۲۰l	۵/۶۵jz	۱/۸۵n-k	۱۰۰		
۰/۱۸n	۰/۱۹o	۶/۱۵i-h	۱/۷۵n-m	۰	۰/۵	
۰/۲۰k	۰/۲۳h	۷/۲۶f-e	۲/۰۴l-k	۵۰		مصرف خاکی
۰/۲۳g	۰/۲۵e	۷/۵۳d	۲/۲۱g-i	۱۰۰		
۰/۲۱j	۰/۲۱j	۷/۳۹de	۲/۲۱g-i	۰	۱	
۰/۲۷e	۰/۲۶d	۸/۹۴bc	۲/۶۰c-e	۵۰		
۰/۲۹b	۰/۲۶d	۱۰/۲۵a	۲/۸۸cb	۱۰۰		
<hr/>						
۰/۱۴s	۰/۱۸q	۴/۱۷l	۱/۵۵no	۰	۰	
۰/۱۷o	۰/۲۰n	۵/۶۶i	۱/۸۴n-k	۵۰		
۰/۱۹l	۰/۲۲i	۶/۵۷f-h	۱/۹۳l-k	۱۰۰		
۰/۱۸m	۰/۲۰on	۵/۸۳i	۲/۱۳g-k	۰	۰/۵	
۰/۲۱i	۰/۲۴f	۷/۰۳f-e	۲/۳۲g-f	۵۰		مصرف همراه با آب آبیاری
۰/۲۴f	۰/۲۷b	۷/۵۲d	۲/۷۴c-e	۱۰۰		
۰/۲۱h	۰/۲۱k	۶/۶۳f-h	۲/۴۴g-e	۰	۱	
۰/۳۰a	۰/۲۹a	۹/۲۸b	۲/۸۹c-b	۵۰		
۰/۳۰a	۰/۳۰a	۱۰/۹۴a	۳/۲۳a	۱۰۰		
<hr/>						
۰/۱۴r	۰/۱۸q	۴/۳۶lk	۱/۶۳n-o	۰	۰	
۰/۱۶p	۰/۲۰n	۴/۹۱jk	۱/۸۴n-k	۵۰		
۰/۱۸nm	۰/۲۲i	۵/۸۱l	۱/۸۷n-k	۱۰۰		
۰/۱۹l	۰/۲۰m	۶/۱۱i-h	۱/۶۳n-o	۰	۰/۵	
۰/۲۱i	۰/۲۴g	۶/۷۶f-e	۱/۹۵l-k	۵۰		فسفر پوشش‌دار با اسید هیومیک
۰/۲۲h	۰/۲۷c	۷/۲۹f-e	۲/۴۳g-e	۱۰۰		
۰/۲۱j	۰/۲۲i	۵/۹۵i-h	۲/۱۸g-i	۰	۱	
۰/۲۷d	۰/۲۶d	۷/۵۲d	۲/۷۸cd	۵۰		
۰/۲۹c	۰/۲۷b	۸/۴۸c	۳/۱۸ab	۱۰۰		

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.



نتیجه گیری

به طور کلی کاربرد اسید هیومیک می تواند باعث افزایش پارامترهای رشد رویشی و فراهمی فسفر در گیاه کلزا شود. بر اساس نتایج به دست آمده، اثر غلظت های مختلف فسفر، اسید هیومیک و روش های کاربرد آن و اثرات متقابل آن ها، مقدار وزن خشک و فسفر برگ و ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند. نتایج اثرات متقابل سه جانبه سطوح اسید هیومیک و روش های کاربرد آن در حضور تیمارهای فسفر نشان داد که بیشترین مقادیر در وزن خشک برگ و ساقه و همچنین بیشترین غلظت فسفر برگ و ساقه از تیمار کودی ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر و سطح ۱ گرم بر کیلوگرم مصرف همراه با آب آبیاری اسید هیومیک به دست آمد. قابلیت جذب فسفر، تابع عوامل بسیاری است. در خاک های آهکی به علت وجود کلسیم با فعالیت زیاد با اضافه شدن کودهای فسفر، فسفات های کلسیم تشکیل می شود که با گذشت زمان نیز به فرم های نامحلول تبدیل می گردد. در دسترس بودن فسفات برای جذب گیاه یک موضوع مهم کشاورزی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک با خاک آهکی است. فسفر یک ماده غذایی ضروری گیاهی بوده و سطح پایین فسفات می تواند تولید را محدود کند. مواد هیومیک در تعامل با فسفر در خاک، می تواند باعث کاهش تثبیت فسفر و افزایش فسفر در دسترس گیاهان شود.

منابع

- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۲ (۹۸۲)، ۱۲۸-۱۲۸.
- طالبی، پ.، جبارزاده، ز.، رسولی صدقیانی، م. ۱۳۹۷. تأثیر نحوه کاربرد و غلظت های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ. به زراعی کشاورزی، ۱۸ (۴)، ۸۰۴-۷۸۹.
- Barahimi, N., Afyuni, M., Karami, M. and Rezaee Nejad, Y. 2009. Cumulative and residual effects of organic amendments on nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in soil and wheat. *Journal of Water and Soil Science-Isfahan University of Technology*, 12 (46), 803-812.
- Boehme, M., Schevtschenko, J. and Pinker, I. 2005. Iron supply of cucumbers in substrate culture with humate. *Acta Horticulturae*, 697: 329.
- El-Sayed, S.A.A., Hellal, F.A. and KAS, M. 2014. Effect of Humic acid and phosphate sources on nutrient composition and yield of Radish grown in calcareous soil. *European International Journal of Science and Technology*, ISSN, 2304-9693.
- Fargami, A.A., Nabavi Kalat, S.M. 2013. The role of humic acid and phosphorus on the quality and quantity of spring wheat (*Calendula officinalis* L.). *Ecophysiology of Crop Plants (Agriculture Sciences)*, 28 (4), 443-452.
- Hu, H.Q., He, J.Z., Li, X.Y. and Liu, F. 2001. Effect of several organic acids on phosphate adsorption by variable charge soils of central China. *Environment International*, 26 (5-6), 353-358.
- Karami, M., Afyuni, M., Nejad, Y.R. and Gofarmanesh, A.K. 2009. Cumulative and Residual Effects of Sewage Sludge on Zinc and Copper Concentration in Soil and Wheat. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12 (46), 639-654.
- Matos G.D. and Arrunda A.Z. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39 (1), 81-88.
- Mehra, P., Pandey, B.K. and Giri, J. 2015. Genome-wide DNA polymorphisms in low Phosphate tolerant and sensitive rice genotypes. *Scientific Reports*, 17 (5), 13090.
- Mohamedy, R.S.R. and Ahmed, M.A. 2009. Effect of biofertilizers and humic acid on control of pry root rot disease and improvement yield quality of Mandrin. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5: 127-137.
- Mohammadipour, E., Golchin, A., Mohammadi, J., Negahdar, N. and Zarchini, M. 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Annals of Biological Research*, 3 (11), 5095-5098.
- Whalen, J.K. and Chang, C. 2002. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (7-8), 1011-1026.
- Zhang, Z., Liao, H. and Lucas, W.J. 2014. Molecular mechanisms underlying phosphate sensing, signaling, and adaptation in plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, 56, 192- 220.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of simultaneous using of humic acid and phosphorus fertilizer on phosphorus adsorption by Canola in a calcareous soils

Jahandideh^{*1}, A., Barani Motlagh, M²., Dordipour, E³., Ghorbani Nasrabadi, R⁴., Nazari, T.⁵

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Gorgan, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Gorgan, Iran

³ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Gorgan, Iran

⁴ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Gorgan, Iran

⁵ Phd. Student, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil, University of Gorgan, Iran

Abstract

In this study, the effects of humic acid and phosphorus and their application method was investigated on Leaf and Stem dry weight and phosphorus concentration in canola (Hyola 50) in a calcareous soil. For this purpose a pot experiment was conducted as factorial based on completely randomized design with three replications. The treatments included phosphorous fertilizer in three levels (0, 50 and 100 mg/kg), humic acid in three levels (0, 0.5 and 1 gr/kg soil) and phosphorous and humic acid application methods. The interactions of humic acid and phosphorus and their application methods were significant on all measured traits at 1% level. The results of the triple effects of humic acid levels and its application in the presence of phosphorus treatments showed that the highest amount of leaf and stem dry weight were obtained 3.23 and 10.94 g / pot. Also the highest phosphorus concentration of leaf and stem were obtained 0.3% in 100 mg / Kg of phosphorus and 1 g / kg of water plus humic acid fertigation.

Keywords: Dry Weight, Phosphorus Concentration, Vegetative Parameter.

* Corresponding author, Email: jahandidehami@gmail.com

تأثیر آبیاری با پساب و کاربرد اصلاح کننده در خاک بر غلظت منگنز، آهن و روی در بذر گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella Sativa. L*)بهاره پیران^{۱*}، قاسم رحیمی^۲^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

کشت گیاهان دارویی به وسیله پساب تصفیه شده صنعتی برای تولید اسانس‌های روغنی مناسب است، به دلیل اینکه حرارت اعمال شده در طول استخراج روغن (اسانس)، باکتری‌های پاتوژن انسانی نشأت گرفته از پساب‌ها را از بین می‌برد و نگرانی حاصل از بهداشتی بودن فرآورده‌ها را کاهش می‌دهد. در این راستا پژوهش اثر دو فاکتور گچ و پساب تصفیه شده صنعتی بر گیاه دارویی سیاه‌دانه بررسی گردید، که به ترتیب فاکتور گچ با چهار سطح و فاکتور پساب صنعتی در پنج سطح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه باغ گیاهان دارویی بوعلی سینا انجام شد. مشخص شد غلظت عناصر آهن، روی و منگنز در تیمار T3WW75 به ترتیب (۲۱۸/۸۴، ۷۱/۷۱، ۳۴/۵ میلی گرم بر کیلو گرم) نسبت به تیمار شاهد غلظت بیشتری در بذر خشک سیاه‌دانه داشت. با مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در بذر سیاه‌دانه با حدود استاندارد فلزات سنگین در گیاه مشخص شد، غلظت کلیه فلزات سنگین در ماده خشک بذر در حد مجاز بود.

کلمات کلیدی: پساب، تصفیه صنعتی، اصلاح کننده، گچ، آلودگی، عناصر سنگین، بذر

مقدمه

امکان آبیاری زمین‌های کشاورزی با پساب تصفیه شده در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه خشک که مشکلات کمبود آب دارند وجود دارد. کاربرد فاضلاب صنعتی و شهری به عنوان یک منبع ارز شمند برای کشاورزی به دلیل قابل دسترس بودن آن‌ها و نیز حل مشکل دفع پساب امکان پذیر می‌باشد. آلاینده‌های شیمیایی در گیاهان دارویی را می‌توان به فلزات سنگین سمی و غیر فلزات طبقه‌بندی کرد که در آن آلودگی فلزات سنگین از نگرانی‌های عمده است. میزان تجمع فلزات سنگین در گیاهان بستگی به گونه‌های گیاهی دارد. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که سبزی‌های برگ‌دار مانند اسفناج، نعناع و گشنیز تمایل بیشتری به تجمع فلزات سنگین در بخش‌های خوراکی خود نسبت به سبزی‌های غیر برگی مانند ریشه‌ای (هویج، سیر)، غلات (گندم و ذرت) و صیفی‌جات (گوجه‌فرنگی) دارند (Khan و همکاران، ۲۰۱۳). علاوه بر این، غلظت فلزات سنگین در بخش‌های مختلف این گیاهان نیز متفاوت خواهد بود. معمولاً گیاهان، فلزات را در ریشه نسبت به برگ، میوه و دانه بیشتر تجمع می‌دهند. در نتیجه، ریشه به‌عنوان یک مانع در برابر انتقال فلزات سنگین عمل می‌کنند. به‌طور کلی، غلظت فلزات سنگین در قسمت‌های مختلف گیاهان به این ترتیب ریشه < ساقه < برگ < میوه‌ها < دانه مشاهده می‌شود (Keser، ۲۰۱۳). در سال‌های گذشته به کاربرد لجن و آبیاری با آب شور برای کشت گیاهان دارویی توجه شده است، ولی ارزیابی خطرات احتمالی استفاده از پساب تصفیه شده صنعتی برای کشت گیاهان دارویی (سیاه‌دانه) انجام نشده و بیشتر پژوهش‌ها روی آبیاری با پساب شهری بوده است. بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر اصلاح کننده گچ بر خصوصیات خاک، اجزاء عملکرد و محتوای عنصری گیاه سیاه‌دانه در خاک آبیاری شده با پساب صنعتی بود.

۱- مواد و روش‌ها

۲- آماده سازی گلدان‌ها و بستر کشت

این پژوهش با دو فاکتور و تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح گچ و پنج سطح غلظت پساب تصفیه شده صنعتی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه باغ گیاهان دارویی بوعلی سینا همدان انجام شد. خاک مورد استفاده برای انجام این پژوهش دارای بافت لومی با درصد سدیم تبادلی ۳۵ بود و از زمین‌های پشت گلخانه پردیس دانشگاه بوعلی سینا و از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تأمین شد. برای انجام این پژوهش پساب تصفیه شده از شهرک صنعتی بهاران همدان تأمین گردید.

سطوح گچ شامل:

* ایمیل نویسنده مسئول: baharehpiran@yahoo.com

T1: بدون اضافه کردن گچ

غلظت‌های مختلف پساب شامل:

WW0: استفاده از آب شهری بدون مخلوط کردن با پساب

T2: ۳/۴۸ گرم گچ در کیلوگرم برای کاهش ESP از ۳۵ به مقدار ۱۵ و معادل ۹/۷۲۹ کیلوگرم در هکتار

WW25: مخلوط ۲۵ درصد پساب + ۷۵ درصد آب شهری

T3: ۴/۳۴ گرم گچ در کیلوگرم برای کاهش ESP از ۳۵ به مقدار 10 و معادل ۱۲/۱۶۱ کیلوگرم در هکتار

WW50: مخلوط ۵۰ درصد پساب + ۵۰ درصد آب شهری

WW75: مخلوط ۷۵ درصد پساب + ۲۵ درصد آب شهری

T4: ۵/۲۱ گرم گچ در کیلوگرم برای کاهش ESP از ۳۵ به مقدار ۵ و معادل ۱۴/۵۹۳ کیلوگرم در هکتار

WW100: ۱۰۰ درصد پساب بدون مخلوط کردن با آب

شهری

۳- نیاز گچی (GR)

تعیین میزان مورد نیاز گچی از بر اساس رابطه (۱) (Oster، ۱۹۸۰) بدست آمد؛

$$GR \text{ (cmolc/kg)} = 1.25 * CEC * (ESP_i - ESP_f) * 10^{-4} \quad (1)$$

بدین منظور گلدان‌هایی با ظرفیت ۲ کیلوگرم و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر تهیه گردید. تعداد ۲۰ عدد بذر در هر گلدان کشت و طی مرحله ۴ برگی، شمار بوته‌ها به ۴ عدد تنک شدند. به منظور جلوگیری از اثرات احتمالی شوری پساب بر جوانه‌زنی گلدان‌ها تا مرحله ۴ برگی شدن با آب معمولی آبیاری شدند و پس از آن هر سه روز یکبار (بر اساس محاسبه ظرفیت نگهداری رطوبت) با حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر گلدان‌ها آبیاری شدند.



نتایج و بحث

غلظت فلزات سنگین در بذر سیاه‌دانه تیمار شده

نتایج نشان داد، غلظت عناصر سنگین در بذر سیاه‌دانه تحت تأثیر اثرات ساده و دوگانه کاربرد پساب و سطوح گچ قرار گرفت (جدول ۱). در بررسی غلظت عناصر سنگین در بذر سیاه‌دانه با دستگاه جذب اتمی اثری از تجمع عناصر کادمیوم، نیکل و سرب مشاهده نشد. در این ارتباط گزارش شده عناصر ریز مغذی چون آهن، مس و روی نقش مهمی در بسیاری از آنزیم‌ها ایفا می‌کند (Marchner، ۱۹۹۵). به طور مثال آهن تعدادی از آنزیم‌ها را فعال ساخته و نقش مهمی در سنتز RNA دارد. آهن در فعال ساختن حامل‌های الکترون هر دو فتوسنتز (I) و (II) موثر است. در اثر کمبود آهن به علت کاهش فرودکسین و در نتیجه کاهش احیاء نیتريت، نیترات در گیاه تجمع می‌یابد (ملکوتی، ۱۳۸۴).

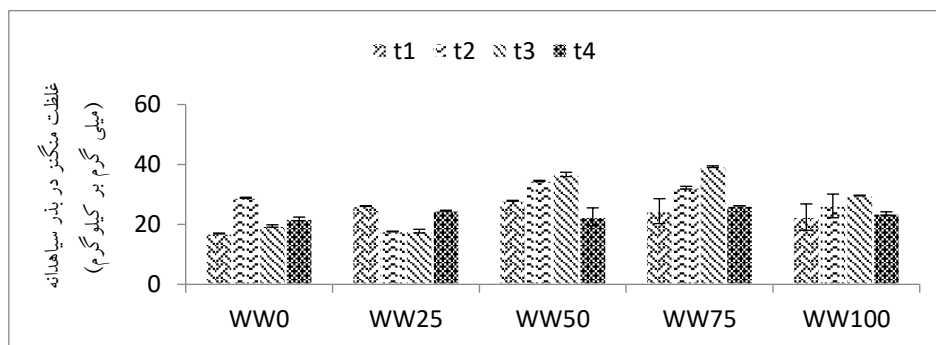
جدول ۱- آنالیز آماری غلظت فلزات سنگین در بذر سیاهدانه

منابع خطا	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		منگنز	آهن	روی
گچ	۳	۱۰۵/۲**	۰/۱۱*	۸۱۲/۹**
پساب	۴	۲۳۴/۲**	۰/۳۸**	۱۲۴۷/۶**
گچ*پساب	۱۲	۸۰/۸**	۰/۱۶**	۴۱۴**
خطا	۴۰	۹/۵	۰/۰۳	۴۷/۱۴

* معنی داری در سطح ۵ درصد، ** معنی داری در سطح ۱ درصد، ns غیر معنی دار

منگنز

همان گونه که از شکل (۱) مشاهده می شود، غلظت منگنز در بذر سیاهدانه غلظتی بین ۱۶/۹۶ تا ۳۴/۵ میلی گرم بر کیلوگرم داشت که در حدود غلظت مجاز فلزات سنگین در محصولات بود (جدول ۳). تمامی تیمارها غلظتی بالاتر از تیمار شاهد داشتند. بیشترین میزان این عنصر در بذرها در تیمار (T3WW75) مشاهده شد (۳۴/۵ میلی گرم بر کیلوگرم). Abdelrahman و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند، آبیاری ذرت با پساب تصفیه شده، غلظت منگنز بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشت که با نتایج پژوهش حاضر همسو بود. همچنین Viator (۲۰۰۲) نشان داد، با افزایش سطح گچ غلظت منگنز در بافت گندم افزایش یافت. Bibai و همکاران (۲۰۱۱) و همچنین Wang و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند، اگر فلزی در بذر بیشتر است به دلیل توانایی خاص گونه گیاه در جذب فلزات از خاک است.



شکل ۱- غلظت منگنز در بذر سیاهدانه در تیمارهای مورد مطالعه

علامت Error Bar نشان دهنده انحراف معیار است.

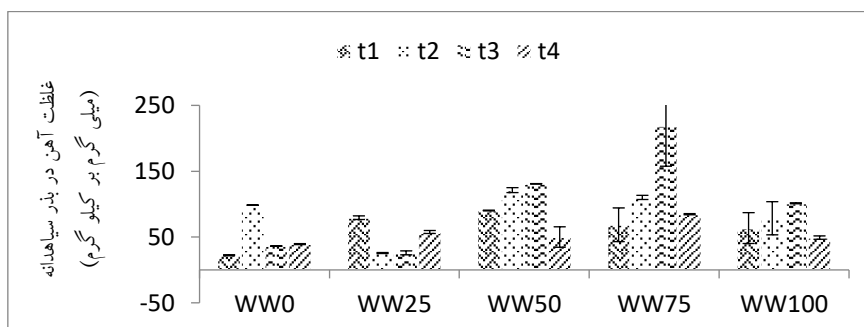
جدول ۲- حدود غلظت مجاز فلزات سنگین (میلی گرم بر کیلوگرم) در گیاه (WHO، ۱۹۹۲، Kabata-Pendias، ۱۹۹۰ Alloway) و (۲۰۰۷، WHO)

حدود مجاز غلظت فلزات سنگین در محصولات		عناصر
غلظت بحرانی	سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰۰)	
۳۰۰-۵	۶۰	روی

منگنز	۴۰۰-۱۰۰	-
آهن	-	۴۵۰
سرب	۴۰۰-۱۰۰	-
کادمیوم	۸-۳	-

آهن

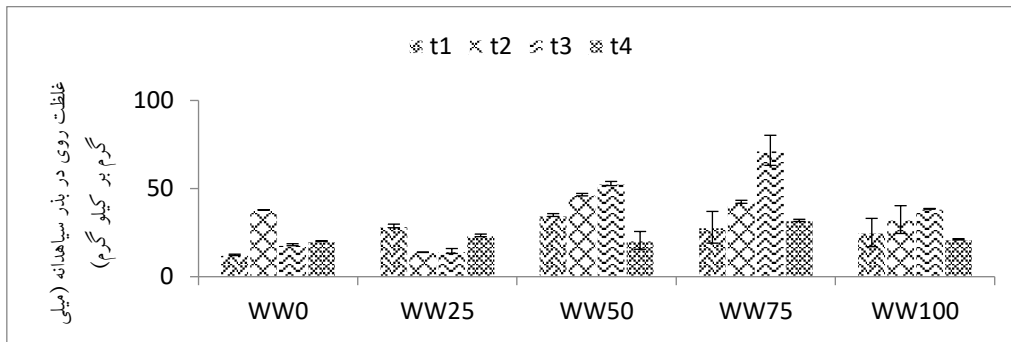
آنالیز آماری حاصل از نتایج نشان داد، غلظت آهن موجود در بذر سیاه‌دانه در هیچ یک از تیمارها از حد استاندارد فراتر نرفت. همان‌طور که شکل (۳) نشان می‌دهد کاربرد پساب و گچ تأثیر معنی داری بر غلظت آهن در بذر سیاه‌دانه داشت، بطوریکه غلظت آهن در تمام تیمارها از غلظت آهن موجود در بذر شاهد بالاتر بود. کمترین و بیشترین غلظت آهن مشاهده شده در تیمار شاهد و تیمار (T3WW75) مشاهده گردید (به ترتیب ۲۲/۲۹ و ۲۱۸/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم). Abdelrahman و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کرد، آبیاری ذرت با پساب تصفیه شده دارای غلظت آهن بالاتری نسبت به تیمار شاهد بود که با نتایج این پژوهش همسو است.



شکل ۳- غلظت آهن در بذر سیاه‌دانه در تیمارهای مورد مطالعه
علامت Error Bar نشان دهنده انحراف معیار است.

۴۱

نتایج این پژوهش نشان داد، غلظت روی در بذر سیاه‌دانه تحت تأثیر کاربرد پساب و گچ قرار گرفت (شکل ۴). غلظت روی در بذر سیاه‌دانه محدوده ای بین ۱۲/۳۸ تا ۷۱/۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم داشت با این حال در محدود استاندارد غلظت روی در گیاه بود (جدول ۲). بیشترین غلظت مشاهده شده مربوط به تیمار (T3WW75) و کمترین در تیمار شاهد بود. Viator و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند، با افزایش سطح گچ، غلظت روی در بافت گندم افزایش یافت. عبدالرحمان و همکاران (۲۰۱۶) اذعان داشتند، آبیاری با پساب در ذرت منجر به افزایش معنی دار غلظت روی نسبت به شاهد شد، که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. Oguntade و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند، کاربرد پساب نساجی اثر منفی بر خصوصیات شیمیایی خاک گذاشته و سبب افزایش فلزات سنگینی چون روی در گیاه می‌گردد.



شکل ۴- غلظت روی در بذر سیاهدانه در تیمارهای مورد مطالعه علامت Error Bar نشان دهنده انحراف معیار است.

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد غلظت فلزات سنگین تجمع یافته در بذر خشک گیاه دارویی سیاه دانه تحت تاثیر اثر ساده و دوگانه کاربرد پساب و سطوح گچ قرار گرفت. به طوریکه غلظت فلزات سنگین در تمام تیمارها نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. روند تغییرات غلظت فلزات سنگین در بذر سیاهدانه به ترتیب منگنز >روی >آهن مشاهده شد. این پژوهش ضمن ارزیابی خطرات احتمالی استفاده از پساب تصفیه شده صنعتی به منظور کشت گیاه دارویی سیاه دانه نشان داد تجمع این عناصر سنگین در بذر در محدوده مجاز غلظت فلزات سنگین در گیاه بود و از سوی دیگر میزان تجمع فلزات سنگین در گیاهان بستگی به گونه گیاهی و در بخش های مختلف گیاه متفاوت خواهد بود.

منبع

- ملکوتی، م، و تهرانی، م، ۱۳۸۴. نقش ریز مغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- Abegunrin, T., Awe, G., Idowu, D., & Adejumbi, M. 2016. Impact of wastewater irrigation on soil physico-chemical properties, growth and water use pattern of two indigenous vegetables in southwest Nigeria. *Catena*, 139, 167-178.
- Avci, H., & Deveci, T. 2013. Assessment of trace element concentrations in soil and plants from cropland irrigated with wastewater. *Ecotoxicology and environmental safety*, 98, 283-291.
- Kabatta, A. and H. Pendias. 2001. Trace elements in soils and plants. 3rd Ed. CRC Press, Boca Raton, FL. 512p.
- Keser, G. 2013. Effects of irrigation with wastewater on the physiological properties and heavy metal content in *Lepidium sativum* L. and *Eruca sativa* (Mill.). *Environmental monitoring and assessment*, 185(7), 6209-6217.
- Khan, K., Lu, Y., Khan, H., Ishtiaq, M., Khan, S., Waqas, M., . . . Wang, T. 2013. Heavy metals in agricultural soils and crops and their health risks in Swat District, northern Pakistan. *Food and chemical toxicology*, 58, 449-458.
- Li, Q., Chen, Y., Fu, H., Cui, Z., Shi, L., Wang, L., & Liu, Z. 2012. Health risk of heavy metals in food crops grown on reclaimed tidal flat soil in the Pearl River Estuary, China. *Journal of hazardous materials*, 227, 148-154.
- Oguntade, O. A., Adetunji, M. T., & Azeez, J. O. 2015. Uptake of manganese, iron, copper, zinc and chromium by *Amaranthus cruentus* L. irrigated with untreated dye industrial effluent in low land field. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(4), 2875-2881.
- Oster, J., & Frenkel, H. (1980). The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. *Soil Science Society of America Journal*, 44(1), 41-45.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

Effect of Irrigation with Wastewater and Applied Amendment in Soil on the Concentration of Manganese, Iron, Zinc in *Nigella Sativa*

Piran^{*1}, B., Rahimi^{*2}, G.

¹ M. Sc. graduated, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract:

The cultivation of medicinal plants would work for industrial essential oil production, because of the fact that heat applied through the extraction of necessary oils leads to the reduction of pathogen bacteria produced from wastewater and decreases the concern for any hygiene of the merchandise. In this respect, the result of gypsum and wastewater factors over the herb have been investigated. Based on aspect of gypsum with four amounts and wastewater remedy element in five amounts, a factorial test was performed in a totally randomized design within the greenhouse in the Botanical Yard of Bu Ali Sina. It had been determined that this fact which the concentration of Iron, Zinc and Manganese in T3WW75 remedy (188.84, 71.71 and 34.55 12.68 mg/kg), respectively, was basically higher in seed compared to the control. By comparing the average concentration of heavy metals in black cumin seed with the standard limits of heavy metals inside the plant, the amount of heavy metals in dried seed was permitted.

Keywords: Wastewater, Industrial treatment, Amendments, Gypsum, Pollution, Heavy metals, Seed

* Corresponding author, Email: baharehpiran@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر مقادیر و منابع مختلف سیلیسیم بر توسعه ریشه و جذب فسفر

سمیه صابریان رنجبر^{۱*}، بابک متشرع زاده^۲، فرهاد مشیری^۳، حسینعلی علیخانی^۴

^۱ دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

^۳ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

^۴ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

چکیده

افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها با تغذیه بهینه سیلیسیم می‌تواند منجر به افزایش سطح کل جذب‌کننده عناصر شود. از این رو پژوهشی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف سیلیکات پتاسیم و نانوذرات سیلیس بر خصوصیات ریشه از جمله وزن، حجم، طول و مساحت آن در ارتباط با سهولت جذب فسفر در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران انجام گرفت. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل، با دو فاکتور شامل سیلیسیم در شش سطح (شاهد، سیلیکات پتاسیم با سطح کاربرد ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و نانوذرات سیلیس با سطح کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و هفت رقم گندم (گنبد، شیرودی، شیراز، مهدوی، مرودشت، بهار و پاری) در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد سیلیسیم موجب تحریک رشد شد به طوری که افزودن سطوح بهینه سیلیکات پتاسیم و نانوذرات سیلیس توانست زیست توده ریشه را به ترتیب ۶/۱۷٪ و ۲۱/۰ درصد افزایش دهد. همچنین بهبود سایر ویژگی‌های ظاهری ریشه با کاربرد سیلیسیم مشاهده شد. نتایج همچنان بیان‌گر افزایش فراهمی و جذب فسفر توسط ریشه گیاه در حضور سیلیسیم بود. کاربرد سطوح مناسب سیلیسیم توانست غلظت فسفر ریشه را تا حدود ۴۵ درصد افزایش دهد.

کلمات کلیدی: زیست‌توده ریشه، سیلیکات پتاسیم، نانوذرات سیلیس، عناصر غذایی

مقدمه

ریشه‌ها اندام مهمی در جذب آب و عناصر غذایی می‌باشند از این رو زیست‌توده آنها حاصل بسیاری از عوامل اکولوژیکی و کشاورزی بوده و بازتابی از حاصلخیزی خاک زیرین آنها می‌باشد (Gao et al., 2004). جذب عناصر غذایی با خصوصیات ریشه از جمله سطح و طول آن مرتبط بوده لذا گسترش ریشه در عمق و سطح می‌تواند با فراهم نمودن مکان‌های بیشتر برای جذب یون‌های قابل‌انتشار، رشد و نمو گیاه را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار دهد. (Barber, 1984). با استناد به نتایج برخی تحقیقات، تغذیه بهینه سیلیسیم با افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌تواند منجر به افزایش سطح کل جذب‌کننده عناصر شود (Sun et al., 2005) چنان‌که بیان شد اثر محرک سیلیسیم بر رشد ریشه ممکن است به دلیل افزایش کشیدگی ریشه در اثر افزایش اتساع دیواره سلولی در منطقه رشد باشد (Hattori et al., 2003). اگرچه برخی دیگر چنین اظهار داشتند که کاربرد سیلیسیم موجب تحریک رشد ریشه نشده‌است و افزایش کارایی و جذب آب را دلیل افزایش جذب عناصر غذایی دانستند (Sonobe et al., 2010). با این حال می‌توان دلیل افزایش جذب آب ضمن کاربرد سیلیسیم را نیز بهبود هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها (Hattori et al., 2008) و یا فعالیت ریشه (Chen et al., 2011) دانست.

سیلیسیم باعث افزایش تحرک فسفر در خاک می‌شود، چنان‌که اثر مفید سیلیسیم در شرایط کمبود فسفر در بسیاری از گیاهان مثل برنج و جو گزارش شده است (Marschner, 1995). با توجه به رقابت آنیون‌های معمول در جذب سطحی، سیلیسیم می‌تواند سبب آزاد سازی فسفات شود و بدین ترتیب تحرک و قابلیت استفاده فسفر برای گیاهان افزایش می‌یابد. طی پژوهشی که تحت شرایط کمبود فسفر صورت گرفت در گیاهان تیمار شده با سیلیسیم افزایش رشد مشاهده شد. لذا اضافه کردن سیلیسیم به محلول غذایی می‌تواند با تغییر و تعدیل در فعالیت ریشه (Ma and Takahashi, 1990) موجب افزایش جذب فسفر شود (Wang et al., 2001). با این حال تحقیقات بیشتری جهت تعیین چگونگی اثر سیلیسیم بر خصوصیات آناتومیک ریشه و همچنین تنظیم جذب فسفر مورد نیاز است تا بتوان رشد بهبود یافته گیاه توسط سیلیسیم را بهتر درک نماییم.



مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر، به صورت فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار به منظور بررسی اثر منابع مختلف سیلیسیم بر جذب و انباشت سیلیسیم توسط هفت رقم گندم ایرانی در شرایط گلخانه ای اجراء گردید. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل هفت رقم گندم (گنبد، شیرودی، شیراز، مهدوی، مرودشت، بهار و پاریسی) و شش سطح سیلیسیم (شاهد، سیلیکات پتاسیم با سطح کاربرد ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک و نانوسیلیس با سطح کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) بود.

خاک مورد نیاز برای کشت گلخانه‌ای از مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج نمونه برداری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر مشخص گردیده است. تیمارهای سیلیسیم هشت هفته قبل از کاشت جهت گذراندن چند دوره خشک و مرطوب شدن به گلدان‌ها اعمال شد و تفاوت پتاسیم اضافه شده از طریق سیلیکات پتاسیم محاسبه و توسط سولفات پتاسیم تعدیل گردید. بذر ارقام گندم از موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال کرج تهیه گردید. برداشت گیاه پس از گذشت ۸ هفته از جوانه زنی، در پایان دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی انجام شد. ریشه گیاهان با دقت از گلدان خارج و به وسیله شستشو با آب به آرامی از خاک جدا و سپس با آب مقطر شسته شدند و جهت اندازه گیری وزن خشک ریشه در پاکت کاغذی قرار داده شد و سپس در آون تهویه دار با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک و جهت انجام تجزیه شیمیایی آسیاب گردید. حجم ریشه از روی جابه جا شدن آب پس از غوطه ور ساختن ریشه‌ها در آب توسط یک استوانه مدرج بر حسب میلی متر محاسبه گردید، طول ریشه و سطح ریشه نیز به صورت تجربی و از روش اتکینسون و با استفاده از رابطه زیر برآورد گردید (علیزاده، ۱۳۷۸).

$$\text{رابطه (۱)} \quad 0.89 \times \text{خشک وزن} = \text{ریشه طول}$$

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{سطح ریشه} = \sqrt{(\text{ریشه طول} \times \text{ریشه حجم} \times \pi)}$$

تجزیه شیمیایی گیاه به روش اکسیداسیون خشک با استفاده از کوره الکتریکی و سپس هضم در اسیدکلریدریک انجام شد. غلظت فسفر در عصاره حاصل نیز به روش آمونیوم مولیبدات وانادات بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتری مدل Shimadzu UV- 3100 در طول موج ۴۳۰ نانومتر تعیین گردید (Rayan et al., 2001).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تمامی صفات مورد بررسی در جدول (۱) نشان داده شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که هر سه اثر کاربرد سیلیسیم در سطوح و منابع مختلف، رقم گندم و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک، طول، حجم و سطح ریشه و همچنین غلظت فسفر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح سیلیسیم و ارقام گندم بر صفات مورد بررسی در ریشه

منابع دگرگونی	درجه آزادی	وزن خشک	طول	حجم	سطح	غلظت فسفر
سیلیسیم سطوح	۵	۰/۱۱۳**	۰/۰۹**	۲۰/۱**	۳/۰۳**	۰/۰۱۱**
رقم گندم	۶	۰/۸۰۴**	۰/۶۴۴**	۴۶/۵**	۱۶/۷**	۰/۰۲۷**
رقم گندم × سطوح سیلیسیم	۳۰	۰/۱۴۰**	۰/۱۱**	۷/۱**	۲/۵**	۰/۰۰۲**
خطا	۸۴	۰/۰۳۵	۰/۰۳	۲/۰۴	۰/۵۲	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات	-	۲۰/۸	۲۰/۸	۲۳/۷	۱۸/۷	۹/۹۰

** معنی دار در سطح ۱ درصد، * معنی دار در سطح ۵ درصد، ns غیر معنی دار

جدول ۲- اثر منبع تأمین سیلیسیم بر صفات مورد بررسی در ریشه

شاهد	سیلیکات پتاسیم (۲۰۰ ppm)	سیلیکات پتاسیم (۴۰۰ ppm)	سیلیکات پتاسیم (۱۰۰۰ ppm)	نانو سیلیس (۵۰ ppm)	نانو سیلیس (۱۰۰ ppm)
وزن خشک (گرم)	۰/۸۱ ^B	۰/۸۴ ^B	۰/۹۸ ^A	۰/۸۶ ^{AB}	۰/۹۸ ^A
طول (متر)	۰/۷۳ ^B	۰/۷۵ ^B	۰/۸۸ ^A	۰/۷۷ ^{AB}	۰/۸۷ ^A
حجم (سانتی متر مکعب)	۵/۲۴ ^{CD}	۴/۸۱ ^D	۶/۲۱ ^B	۶/۲۱ ^B	۷/۶۵ ^A
سطح (سانتی متر مربع)	۴/۱۷ ^{BC}	۳/۷۶ ^C	۵/۵۲ ^{AB}	۶/۱۳ ^A	۶/۰۷ ^A
غلظت فسفر (درصد)	۰/۱۳ ^E	۰/۱۳ ^E	۰/۱۹ ^A	۰/۱۷ ^B	۰/۱۶ ^C

حروف انگلیسی در جدول نشان دهنده اثر سیلیسیم در سطح ۵ درصد می باشند.

نتایج مقایسه اثر کاربرد سیلیکات پتاسیم و نانوذرات سیلیس بر میانگین مربوط به وزن خشک، طول، حجم و سطح ریشه و همچنین غلظت فسفر ریشه در جدول (۲) آورده شده است. با توجه به نتایج موجود در این جدول، بالاترین سطوح سیلیکات پتاسیم و نانوذره سیلیس باعث توسعه ریشه از طریق افزایش میانگین مربوط به وزن خشک، طول، حجم و سطح ریشه گردید، چنان که کاربرد سطح ۱۰۰۰ میلی گرم سیلیسیم در کیلوگرم خاک از منبع سیلیکات پتاسیم توانست میانگین مربوط به وزن خشک، طول، حجم و سطح ریشه به ترتیب به میزان ۶/۱۷، ۵/۴۷، ۱۸/۵ و ۴۷/۰ درصد نسبت به گیاهانی که سیلیسیم دریافت نکرده بودند افزایش دهد. همچنین میزان افزایش به ترتیب ۲۱/۰، ۱۹/۲، ۱۶/۴ و ۴۵/۵ درصدی صفات فوق در صورت افزودن نانوذرات سیلیس در سطح ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک مشاهده شد. بررسی نتایج به دست آمده از این پژوهش همچنان اثر چشم گیر کاربرد نانوذرات را در برابر سیلیکات پتاسیم متذکر می شود که کارایی بالای این ذرات را می توان مرتبط با اثر بی نظیر آنها مانند نفوذ سریع تر و راحت تر به درون غشای سلولی دانست. مرفولوژی و معماری ریشه عامل مهمی در جذب کارآمد عناصر غذایی و همچنین آماده سازی گیاهان به شرایط کمبود آب و مواد غذایی در خاک می باشد. محققین تغییرات مرفولوژی ریشه را مرتبط با افزایش حجم خاک در دسترس ریشه یا افزایش سطوح جذب کننده، افزایش ترشحات ریشه ای و همچنین افزایش وزن یا طول ریشه دانسته و آنرا باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود شرایط تغذیه ای گیاه عنوان کردند (Ma and Yamaji, 2006; Mann, 2006). اگرچه اثر سیلیسیم بر رشد ریشه همچنان مورد بحث است و اثرات متفاوتی از کاربرد سیلیسیم بر رشد ریشه مشاهده شده است، با این حال گزارشات مبنی بر اثر مثبت تغذیه سیلیسیم بر توسعه ریشه ارائه شده است (Zhu et al., 2004; Mali and Aery, 2009; Dehghanipoodeh et al., 2016).

روند تغییرات غلظت فسفر در ریشه نیز با افزایش سطح کاربرد سیلیسیم تا ۱۰۰۰ میلی گرم سیلیسیم در کیلوگرم خاک از منبع سیلیکات پتاسیم نسبت به سطوح پایین تر و عدم کاربرد آن نشان دهنده افزایش به میزان ۴۷/۰ درصد بود. گزارش ایستگاه تحقیقاتی رتامستد در مورد روابط بین کاربرد سیلیسیم و جذب فسفر نشان داد که افزودن سیلیسیم عملکرد را در گلدان هایی که فسفر دریافت نکرده بودند افزایش داد، این مسئله نشان داد که سیلیسیم ممکن است فراهمی فسفر را افزایش دهد (Rothamsted, 2013) و علت احتمالی آنرا افزایش فعالیت های ریشه تحریک شده با سیلیسیم در اثر افزایش فعالیت دهیدروژناز ریشه و همچنین رقابت بین آمیون فسفات و سیلیکات در محل های جذب و تبادل عنوان کردند. Eneji و همکاران (۲۰۰۸) نیز با توجه به همبستگی منطقی بین سیلیسیم و جذب فسفر پیشنهاد نمودند که سیلیسیم علت افزایش غلظت فسفر محلول در خاک می -



باشد. بنا بر نتایج حاصل از این پژوهش نشان داده شد که اگرچه کاربرد نانوذرات سیلیس نسبت به گیاهانی که سیلیسیم دریافت نکرده بودند توانست غلظت فسفر ریشه را به میزان حدود ۲۷ درصد افزایش دهد با این حال کارایی این نانوذره در سهولت جذب فسفر توسط ریشه کمتر از سیلیکات پتاسیم بود. به نظر می‌رسد که نانو ذرات سیلیس به دلیل اندازه بسیار کوچک خود و همچنین به دلیل نیروی هم‌آوری زیاد، در سلول‌های آندودرمی ریشه‌ها رسوب کرده که این امر باعث مسدود شدن و تشکیل موانع آپوپلاستی در برابر حرکت شعاعی فسفر در عرض ریشه‌ها می‌شود. بنابراین رسوب نانوذرات سیلیس در سلول‌های آندودرمی ریشه‌ها و یا کاهش تعرق ناشی از سیلیسیم می‌تواند از عوامل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان باشند (Ma, 2004).

نتیجه‌گیری

توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و چگونگی وضعیت عناصر غذایی خاک در بررسی راهبردهای موثر بر توسعه و بهبود حاصلخیزی خاک و تعیین اثر آنها در محیط زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر مبنای نتایج این پژوهش، تأثیر مثبت کاربرد سیلیسیم بر خصوصیات مرفولوژیک و تولید زیست توده ریشه نشان داده شد. این نتایج بیانگر افزایش معنی‌دار این صفات در شرایط بهره‌گیری از نانوذرات سیلیس نسبت به سیلیکات پتاسیم بود. با توجه به این نتایج همچنین شاهد افزایش ۴۷/۰ درصدی غلظت فسفر ریشه در گیاهان تیمار شده با بالاترین سطح سیلیکات پتاسیم بودیم، اگرچه نانوذرات سیلیس نیز باعث افزایش غلظت فسفر در ریشه شدند اما در برابر سیلیکات پتاسیم از موفقیت کمتری برخوردار بودند. از آنجا که فسفر کم‌تحرک‌ترین و غیرقابل‌جذب‌ترین عنصر غذایی در خاک می‌باشد و با عنایت به نقش دو عامل مهم سطح ریشه و تغییرات حاصل از فعالیت ریشه‌ها بر قابلیت دسترسی عناصر غذایی، آگاهی از تغییرات فراهمی فسفر در محیط رشد ریشه می‌تواند به درک رفتار سیلیسیم در خاک و اثر آن بر سهولت جذب فسفر کمک کند.

منابع

علیزاده، ا. ۱۳۸۵. رابطه آب و خاک و گیاه. آستان قدس رضوی، دانشگاه امام رضا (ع)، ۴۸۴ صفحه.

- Barber, S.A. 1984. Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. Wiley-Interscience, New York.
- Chen, W., Yao, XQ., Cai, KZ. and Chen, J. 2011. Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. *Biological Trace Element Research*. 142, 67–76.
- Dehghanipoodeh, S., Ghobadi, C., Baninasab, B., Gheysari, M. and Bidabadi, S.S. 2016. Effects of potassium silicate and nanosilica on quantitative and qualitative characteristics of a commercial strawberry (*fragaria × ananassa* cv. 'camarosa'). *Journal of Plant Nutrition*. 39(4), 502-507.
- Eneji, A.E., Inanaga, S., Muranaka, S., Li, J., Hattori, T., An, P. and Tsuji, W. 2008. Growth and nutrient use in four grasses under drought stress as mediated by silicon fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*. 31, 355–365.
- Gao, X., Zou, C., Wang, L. and Zhang, F. 2004. Silicon improves water use efficiency in maize plants. *Journal of Plant Nutrition*. 27 (8), 1457–1470.
- Hattori, T., Inanaga, S., Tanimoto, E., Lux, A., Luxova, M. and Sugimoto, Y. 2003. Silicon-induced changes in viscoelastic properties of sorghum root cell walls. *Plant and Cell Physiology*. 44, 743–9.
- Hattori, T., Sonobe, K., Inanaga, S., An, P. and Morita, S. 2008. Effects of silicon on photosynthesis of young cucumber seedlings under osmotic stress. *Journal of Plant Nutrition*. 31, 1046–1058.
- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*. 50, 11–18.
- Ma, J.F. and Yamaji, N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*. 11, 392–397.
- Ma, J.F. And Takahashi, E. 1990. Effect of silicon on the growth and phosphorus uptake of rice. *Plant and Soil*. 126, 115–119.
- Mali, M. and Aery, N. 2009. Effect of silicon on growth, biochemical constituents, and mineral nutrition of cowpea. *Communications in soil science and plant analysis*. 40(7-8), 1041-1052.
- Mann, S. 2006. Report on Nanotechnology and Construction. Institute of Nanotechnology European Nanotechnology Gateway. available online at: <http://www.nanoforum.org>.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: Academic Press.
- Rayan, J., Estefan, G. and Rashid, A. 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. Second edition. Available from ICARDA, Aleppo, Syria. X+172.



- Rothamsted Research. 2013. Rothamsted research's classical experiment "Hoos barley—started in 1852". <http://www.rothamsted.ac.uk/Content-Section=Resources&Page=ClassicalExperiments.html>. accessed 19 September 2013.
- Sonobe, K., Hattori, T., An, P., Tsuji, W., Eneji, A.E., Kobayashi, S., Kawamura, Y., Tanaka, K., Inanaga, S. 2010. Effect of silicon application on sorghum root responses to water stress. *Journal of Plant Nutrition*. 34(1), 71-82.
- Sun, C. W., Y. C. Liang and V. Romheld. 2005. Effects of foliar- and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in cucumisativus. *J. Plant Pathol.* 54: 678-685.
- Wang, G., Dobermann, A., Witt, C., Sun, Q., Fu, R. 2001. Performance of site-specific nutrient management for irrigated rice in southeast China. *Agronomy Journal*. 93(4), 869-878.
- Zhu, ZJ., Wei, GQ., Li, J., Qian, QQ. and Yu, JP. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*. 167, 527–33.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of different amounts and sources of silicon on root development and phosphorus uptake

Saberian Ranjbar ^{*1}, S., Motesharezadeh ², B., Moshiri, F.³ Alikhani, H.A.⁴

¹ PhD graduated, Soil Science Department University of Tehran

² Associate Prof., Soil Science Department University of Tehran

³ Assistant prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Extension and Education Organization

⁴ Professor, Soil Science Department University of Tehran

Abstract

Increasing the growth and development of volumetric and weighing roots by optimally feeding silicon can lead to an increase in total uptake levels of the elements. Therefore, a research was conducted to investigate the effect of different levels of potassium silicate and silica nanoparticles on root characteristics including weight, volume, length and area in relation to the facility of phosphorus uptake in the research greenhouse of the Department of Soil Science Engineering, University of Tehran. This study was conducted in a completely randomized design with a factorial arrangement with two factors including silicon in six levels (control, potassium silicate with application levels of 200, 400 and 1000 mg/kg soil and silica nanoparticles with application levels of 50 and 100 mg/kg soil), and seven wheat cultivars (Gonbad, Shirodi, Shiraz, Mahdavi, Marvdasht, Bahar and Parsi) were carried out in three replications. The results showed that the application of silicon stimulated growth, so that the addition of optimal levels of potassium silicate and silica nanoparticles could increase the biomass of root 6.17% and 21.0%, respectively. Also, other anatomical properties of the root were observed with the use of silicon. The results also showed that the amount of phosphorus was increased and uptake by the plant root in the presence of silicon, as the application of appropriate levels of silicon could increase the root phosphorus concentration by about 45%.

Keywords: Root Biomass, Potassium Silicate, Silica Nanoparticles, Nutrient Element

* Corresponding author, Email: saberian@ut.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

کارایی جذب و مصرف سیلیسیم ارقام مختلف گندم در یک خاک آهکی

سمیه صابریان رنجبر^{۱*}، بابک متشع زاده^۲، فرهاد مشیری^۳، حسینعلی علیخانی^۴

^۱ دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

^۳ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

^۴ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح و منابع مختلف سیلیسیم بر شاخص‌های کارایی جذب و مصرف سیلیسیم در هفت رقم گندم در یک خاک آهکی اجرا گردید. تیمارها شامل سیلیسیم در شش سطح (شاهد، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم سیلیسیم از منبع سیلیکات پتاسیم بر کیلوگرم خاک و ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک از منبع نانوذره سیلیس) و هفت رقم گندم (گنبد، شیرودی، شیراز، مهدوی، مرودشت، بهار و پارس) در سه تکرار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد سیلیسیم در سطوح و منابع مختلف، رقم گندم و اثر متقابل آن‌ها بر صفات وزن خشک اندام‌هوایی، سیلیسیم جذب‌شده در اندام‌هوایی و شاخص‌های کارایی جذب و مصرف سیلیسیم معنی‌دار (در سطح ۰/۱) بود. هم‌چنین نتایج همبستگی بین صفات نشان‌دهنده وجود رابطه معنی‌دار اما منفی، کارایی جذب و مصرف سیلیسیم با غلظت سیلیسیم در اندام‌هوایی (۰/۶۰- و ۰/۹۶-) و مقدار سیلیسیم جذب‌شده در اندام‌هوایی (۰/۷۶- و ۰/۵۸-) بود. با توجه به نقش سیلیسیم در افزایش تولید و کیفیت محصول، کاربرد آن به همراه کاشت ارقام گندم با کارایی جذب بالاتر، می‌تواند به بهبود رشد گندم کمک کند.

کلمات کلیدی: کارایی مصرف، کارایی جذب، سیلیکات پتاسیم، نانوذرات سیلیس، گندم

مقدمه

در سال‌های اخیر در راستای اهداف کشاورزی پایدار و حفظ اکوسیستم‌های کشاورزی، استفاده از پتانسیل ژنتیکی گیاهان در افزایش رشد و جذب عناصر غذایی، یکی از راهکارهای مهم جایگزین استفاده از کود است که صرفه اقتصادی داشته و در جهت حفظ سلامت محیط‌زیست توصیه می‌شود (Batten, 1992). توانایی ژنوتیپ‌های مختلف گیاهی در جذب و مصرف عناصر غذایی توسط دانشمندان بسیاری مورد توجه قرار گرفته‌است که تفاوت کارایی آن‌ها در استفاده از عناصر غذایی به‌خاطر جذب به‌وسیله ریشه‌ها یا مصرف توسط گیاه و یا هر دو متأثر می‌شود که اهمیت نسبی این استراتژی‌ها بسته به نوع عنصر و نوع گونه گیاهی می‌تواند متفاوت باشد (Marshner, 1995). کارایی به‌صورت نسبت خروجی (عملکرد اقتصادی) به ورودی (کودها) برای یک فرآیند یا سیستم پیچیده عنوان شده‌است، که طبق آن کارایی مصرف عنصر را می‌توان با انتخاب مدیریت مناسب زراعی بهبود بخشید. کارایی مصرف عنصر در کل رابطه مثبت معنی‌داری با عملکرد گیاهان زراعی دارد و این بدان معنی است که بهبود کارایی مصرف عنصر در گیاهان زراعی می‌تواند عملکرد را بهبود بخشد (Fageria and Baligar, 2005).

امروزه سیلیسیم به‌عنوان یک عنصر عملکردی برای تعدادی از گیاهان به خصوص گرامینه‌ها در نظر گرفته شده است (Hodson et al, 2005) چنان‌که دلایلی مبنی بر شبه ضروری بودن آن به‌علت مشاهده کاهش عملکرد گیاهان دچار کمبود در ارتباط با رشد، توسعه و تولیدمثل در آن‌ها وجود دارد (Hassanuzzaman et al., 2013). براساس تعریف جدید Bloom و Epstein (۲۰۰۵) در خصوص تعیین ضرورت عناصر غذایی، با مشاهده



کاهش رشد رویشی و تولید دانه برای تعدادی از گیاهان بدون تغذیه سیلیسیمی و ظهور نشانه‌های کمبود در گیاه، پیشنهاد شد که سیلیسیم باید عنصری ضروری برای این گیاهان در نظر گرفته شود (Singh et al., 2005).

فراهمی سیلیسیم در خاک بسته به بافت متفاوت می‌باشد، به طوری که خاک‌های با مقدار رس کم، احتمالاً دارای کمبود سیلیسیم می‌باشند (Ma, 2004). در خاک‌های با بافت سبک، سیلیسیم قابل جذب از محلول خاک شسته شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. به علاوه مقدار برداشت سیلیسیم از خاک توسط گیاه معمولاً زیاد است، برای مثال گیاه گندم با هر بار کشت در فصل رویشی حدود ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم سیلیسیم در هر هکتار از خاک برداشت می‌کند (Barker and Pilbeam, 2007). با توجه به کاهش سطوح سیلیسیم قابل دسترس گیاه طی کشت‌های مکرر، کاربرد کود سیلیسیم تکمیلی برای حداکثر تولید نیاز است (Datnoff et al., 2001). نرخ کاربرد کودهای سیلیسیمی به مقدار سیلیسیم قابل جذب در کود و سطح آن در خاک بستگی دارد. مقادیر متفاوتی برای حد بحرانی غلظت سیلیسیم در خاک و گیاه گزارش شده است. به عنوان مثال حد بحرانی سیلیسیم قابل جذب گیاه از ۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک برای عصاره‌گیری با آب مقطر تا ۲۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک برای عصاره‌گیری با اسیدسولفوریک ۰/۰۰۵ مولار ذکر شده است (Narayanaswamy and Prakash, 2009). همچنین از دیدگاه فیزیولوژیکی، سطوح بحرانی عنصر غذایی در برگ حداقل مقدار غلظت عنصر غذایی در سلول را نشان می‌دهد که امکان حفظ کارکردهای متابولیکی را در مقادیر نامحدود رشد فراهم می‌سازد (Riga and Anza, 2003).

از آنجا که سیلیسیم می‌تواند در گیاهان تیره گندم باعث افزایش تولید و کیفیت محصول شود، به عنوان یک عنصر ضروری شناخته شده است (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۶). با توجه به روند رو به رشد جمعیت کشور و این که گندم تأمین کننده اصلی انرژی و پروتئین جمعیتی است که در آینده به جمعیت فعلی کشور اضافه خواهد شد، بنابراین لزوم برنامه‌ریزی همه جانبه به منظور ارتقای کمی و کیفی تولید گندم ضرورتی اجتناب ناپذیر است. بنابراین پژوهش حاضر به منظور دستیابی به درک تفاوت کاربرد منابع و سطوح مختلف تأمین کننده سیلیسیم (سیلیکات پتاسیم، نانوذره سیلیس) بر شاخص‌های کارایی گندم در جذب و مصرف سیلیسیم انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار به منظور بررسی اثر سطوح و منابع مختلف سیلیسیم بر شاخص‌های کارایی جذب و مصرف سیلیسیم هفت رقم گندم ایرانی در شرایط گلخانه ای اجراء گردید. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل هفت رقم گندم (گنبد، شیرودی، شیراز، مهدوی، مرودشت، بهار و پاریس) و شش سطح سیلیسیم (شاهد، سیلیکات پتاسیم با سطح کاربرد ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و نانوسیلیس با سطح کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود.

خاک مورد نیاز برای کشت گلخانه‌ای از مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج نمونه برداری شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر به روش‌های متداول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. تیمارهای سیلیسیم هشت هفته قبل از کاشت جهت گذراندن چند دوره خشک و مرطوب شدن به گلدان‌ها اعمال شد و تفاوت پتاسیم اضافه شده از طریق سیلیکات پتاسیم محاسبه و توسط سولفات پتاسیم تعدیل گردید. با توجه به نتایج آزمون خاک کمبود عناصر غذایی تأمین و به حد بهینه آن رسید. بذر ارقام گندم از موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال کرج تهیه و ضدعفونی گردید سپس تعداد ۱۰ بذر در گلدان‌های پلاستیکی سه کیلویی کاشته و پس از یک هفته تعداد جوانه‌ها به ۶ عدد در هر گلدان کاهش یافت. آبیاری گلدان‌ها در طول دوره داشت به صورت وزنی و در حدود ۷۰ درصد رطوبت مزرعه بوسیله آب مقطر انجام گردید. برداشت گیاه پس از گذشت ۸ هفته از جوانه‌زنی، در پایان دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی انجام شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌هوایی (SDW)، گیاه پس از شسته شدن با آب مقطر در آون تهویه‌دار با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و جهت انجام تجزیه شیمیایی آسیاب گردید.



سیلیسیم قابل استخراج از خاک با اسیداستیک ۰/۵ مولار (Narayanaswamy and Prakash, 2009) عصاره‌گیری و اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری غلظت سیلیسیم در اندام‌هوایی از روش رنگ‌سنجی آمینومولیدات آبی استفاده شد، به این صورت که پس از تهیه عصاره نمونه مورد نظر طبق روش Elliot و Snyder (۱۹۹۱) غلظت سیلیسیم در آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۵۰ نانومتر تعیین شد. کل سیلیسیم جذب شده در اندام‌هوایی (TSS) از حاصل ضرب غلظت سیلیسیم اندام‌هوایی در وزن خشک اندام‌هوایی محاسبه گردید. شاخص‌های کارایی جذب سیلیسیم (SACE) و مصرف سیلیسیم (SUTE) نیز با استفاده از کل سیلیسیم جذب شده و ماده خشک تولیدی در شرایط عدم کاربرد سیلیسیم (-Si) و شرایط کاربرد سیلیسیم (در سطوح و از منابع مختلف) (+Si) و از روابط زیر به دست آمد.

$$SACE = [TSS(-Si)/TSS(+Si)] \quad \text{رابطه (۱):}$$

$$SUTE = [SDW/TSS] \quad \text{رابطه (۲):}$$

تجزیه و تحلیل آماری نتایج داده‌ها در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹/۴ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۱) ارائه شده است. بر این اساس خاک مذکور با بافت سبک و با سیلیسیم کمتر از حد بحرانی (۵۴ میلی‌گرم سیلیسیم قابل استخراج با اسیداستیک ۰/۵ مولار در هر کیلوگرم خاک) دارای شرایط مناسب برای طراحی آزمایش مذکور بوده و محدودیت خاصی برای کشت گندم ندارد (Narayanaswamy and Prakash, 2009).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

Zn	Mn	Cu	Fe	Si	P	K	CEC	EC	pH	بافت خاک
قابل استخراج با DTPA				قابل جذب						
mg kg ⁻¹							Cmol ⁺ kg ⁻¹	dS m ⁻¹		
۰/۶	۷/۶	۱/۰۲	۳/۱۲	۲۰/۱۶	۱۸/۲	۸۹/۲	۱۵/۰۶	۲/۳۱	۸/۵	لوم شنی

نتایج تجزیه واریانس مربوط به تمامی صفات مورد بررسی در جدول (۲) نشان داده شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که هر سه اثر کاربرد سیلیسیم در سطوح و منابع مختلف، رقم گندم و اثر متقابل آن‌ها بر وزن خشک اندام‌هوایی، سیلیسیم جذب شده در اندام‌هوایی و شاخص‌های کارایی جذب و مصرف سیلیسیم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح سیلیسیم و ارقام گندم بر صفات مورد بررسی

میانگین مربع‌ها		منابع دگرگونی
DF	وزن خشک اندام‌هوایی سیلیسیم جذب شده در اندام‌هوایی کارایی جذب سیلیسیم کارایی مصرف سیلیسیم	

۰/۰۵۳**	۱۰۳۹۱/۷**	۲۳۷/۴**	۱/۴۷۳**	۵	سطوح سیلیسیم
۰/۰۰۶**	۴۹۹۷/۱**	۴۹/۹۴**	۱/۶۰۳**	۶	رقم گندم
۰/۰۰۳**	۶۷۳/۱**	۱۱/۷۱**	۰/۲۵۹**	۳۰	رقم گندم × سطوح سیلیسیم
۰/۰۰۰۲	۲۰۹/۳	۲/۷	۰/۰۹۲	۸۴	خطا
۷/۴۳	۱۷/۹۵	۱۴/۰۲	۱۳/۵		ضریب تغییرات

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

مقادیر میانگین شاخص‌های کارایی جذب و مصرف سیلیسیم ارقام گندم در سطوح مختلف سیلیسیم در جدول (۳) و دامنه تغییرات این شاخص‌ها به ترتیب از ۳۵/۱۰ تا ۱۴۴/۷۲ و از ۰/۱۳ تا ۰/۳۵ گزارش شده است. این نتایج بیانگر افزایش مقدار کارایی مصرف سیلیسیم در برابر کاهش مقادیر کارایی جذب آن می‌باشد، چنان‌که ارقام پارس، مرودشت و مهدوی با بالاترین میانگین کارایی مصرف سیلیسیم دارای کمترین مقادیر کارایی جذب سیلیسیم بودند. نتایج این مطالعه نشان دهنده اختلاف ژنوتیپی بین ارقام مختلف گندم از نظر کارایی جذب و مصرف سیلیسیم می‌باشد. کارایی مصرف را می‌توان به عنوان حداکثر عملکرد اقتصادی تولید شده در هر واحد از عنصر به کاررفته یا جذب شده توسط گیاه تعریف نمود. شاخص کارایی مصرف سیلیسیم (SUTE)، در ارتباط با کارایی درونی استفاده از سیلیسیم می‌باشد، کارایی زیاد در مصرف درونی عنصر وابسته به افزایش ظرفیت جذب عنصر توسط ریشه به منظور تأمین میزان رشد زیاد در غلظت‌های کم عنصر در بافت‌های گیاهی است (Cakmak et al., 1998).

همچنین با بررسی نتایج میانگین‌های کارایی مصرف و جذب سیلیسیم در بین سطوح و منابع مختلف سیلیسیم می‌توان دریافت با افزایش سطح کاربرد سیلیسیم در برابر عدم کاربرد آن، شاخص‌های فوق کاهش می‌یابند. بدین ترتیب کمترین مقدار کارایی جذب و مصرف سیلیسیم در بین سطوح سیلیکات پتاسیم متعلق به سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم سیلیکات پتاسیم در کیلوگرم خاک (به ترتیب ۶۶/۳۰ و ۰/۲۰) و در بین سطوح نانوذره سیلیس متعلق به سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نانوسیلیس در کیلوگرم خاک (به ترتیب ۵۸/۰۱ و ۰/۱۵) می‌باشد و هم‌چنان قابل مشاهده است که کاربرد نانوذره سیلیس به دلیل کارایی بالای نانوذرات در جذب توسط گیاه در برابر سیلیکات پتاسیم مقادیر کمتری از کارایی مصرف و جذب سیلیسیم را نشان می‌دهند (جدول-۳). نتایج موجود در جدول (۴) نیز با بیان رابطه معنی‌دار اما منفی، کارایی جذب و مصرف سیلیسیم با غلظت سیلیسیم در اندام‌هوایی (۰/۶۰- و ۰/۹۶-) و مقدار کل سیلیسیم جذب‌شده در اندام‌هوایی (۰/۷۶- و ۰/۵۸-) نشان می‌دهد که به‌طور متوسط کارایی جذب و مصرف عنصر در مقادیر کمتر عنصر بالاتر بوده و در مقادیر بالاتر عنصر کاهش یافته‌اند. این بدان معنی است که گیاه در شرایط مصرف مازاد قادر به جذب عنصر نبوده است که دلیل احتمالی آن اشباع شدن سازوکارهای جذبی آن می‌باشد (Fageria et al., 2003).

جدول ۳- مقایسه اثرات ساده و متقابل ارقام گندم و سطوح سیلیسیم بر شاخص‌های کارایی جذب (SACE) و مصرف (SUTE) سیلیسیم

ارقام گندم	سیلیکات پتاسیم ۲۰۰	سیلیکات پتاسیم ۴۰۰	سیلیکات پتاسیم ۱۰۰۰	نانو سیلیس ۵۰	نانو سیلیس ۱۰۰	میانگین
گنبد	۰/۳۴ ^a	۰/۲۷ ^c	۰/۲۱ ^{f-j}	۰/۱۳ ^{op}	۰/۱۵ ^{nop}	۰/۲۲ ^A
شیرودی	۰/۳۵ ^a	۰/۲۰ ^{g-k}	۰/۲۴ ^{def}	۰/۱۳ ^p	۰/۱۶ ^{m-p}	۰/۲۳ ^A
شیراز	۰/۲۰ ^{h-k}	۰/۲۳ ^{efg}	۰/۱۸ ^{klm}	۰/۱۳ ^{op}	۰/۱۶ ^{m-p}	۰/۱۸ ^D
مهدوی	۰/۲۳ ^{fgh}	۰/۲۲ ^{f-i}	۰/۲۰ ^{i-k}	۰/۱۴ ^{nop}	۰/۱۶ ^{l-p}	۰/۱۹ ^{CD}
مرودشت	۰/۲۴ ^{def}	۰/۲۲ ^{f-i}	۰/۲۰ ^{g-k}	۰/۱۴ ^{nop}	۰/۱۶ ^{m-p}	۰/۲۰ ^C
بهار	۰/۲۵ ^{cde}	۰/۲۳ ^{e-i}	۰/۱۹ ^{j-k}	۰/۱۵ ^{nop}	۰/۱۷ ^{lmn}	۰/۲۱ ^B
پارسی	۰/۲۱ ^{f-k}	۰/۲۳ ^{f-i}	۰/۲۰ ^{h-k}	۰/۱۵ ^{nop}	۰/۱۶ ^{l-o}	۰/۱۹ ^{CD}
میانگین	۰/۲۵ ^A	۰/۲۲ ^B	۰/۲۰ ^C	۰/۱۳ ^E	۰/۱۵ ^D	-



حروف بزرگ و کوچک انگلیسی در جدول به ترتیب نشان دهنده ی اثرات اصلی و متقابل در سطح ۵ درصد می باشند و حداقل یک حرف مشابه نشان - دهنده عدم تفاوت معنی دار بین تیمارها است.

جدول ۴- جدول همبستگی صفات مورد بررسی

کارایی مصرف سیلیسیم	کارایی جذب سیلیسیم	سیلیسیم جذب شده اندام هوایی	غلظت سیلیسیم اندام هوایی
۱	۱	۱	۱
		۰/۷۵**	۰/۷۵**
	۱	-۰/۷۶**	-۰/۶۰**
		۰/۵۸**	-۰/۹۶**

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

نتیجه گیری

کاربرد سیلیسیم در سطوح و منابع مختلف با اثر بر تولید زیست توده و انباشت سیلیسیم در اندام هوایی ارقام مختلف گندم می تواند بر شاخص های کارایی آن موثر باشد، چنان که مشاهده شد توانایی گیاه در جذب سیلیسیم توسط ریشه و مصرف آن درون گیاه با افزایش فراهمی سیلیسیم کاهش یافت. از آن جا که جذب عناصر غذایی توسط گیاهان زراعی در مقدار و نسبت کافی برای تولید عملکرد بالاتر از اهمیت زیادی برخوردار است. بررسی عنصر کارایی گیاه به علت افزایش جذب عنصر غذایی از خاک و یا افزایش مصرف عنصر غذایی توسط گیاه توجه ویژه ای را می طلبد. هر چند این مهم در مورد سیلیسیم به طور مفصل مورد مطالعه قرار نگرفته است، با این وجود به نظر می رسد که کارایی مصرف و جذب سیلیسیم در بافتها و سلول های گیاهی عامل مهمی در سیلیسیم کارایی غلات به شمار رود. نظر به اثر کاربرد سیلیسیم بر روابط کارایی جذب و مصرف سیلیسیم در ارقام گندم مورد بررسی می توان چنین اظهار داشت که با انتخاب و شناسایی ارقام سیلیسیم کارای گیاهان مختلف، ژن های دخیل و مسئول در سیلیسیم کارایی را شناسایی کرده و از طریق اصلاح نباتات و مهندسی ژنتیک ارقامی با قدرت تولیدی زیاد را برای کشت در خاک های مبتلا به کمبود سیلیسیم به ویژه در خاک های آهکی معرفی کرد. در همین راستا انتخاب و اصلاح ارقام سیلیسیم کارای گندم می تواند به عنوان یک راه کار موفق و نوید بخش برای حفظ تولید در سیستم های کشاورزی کم نهاده و دوست دار محیط زیست استفاده گردد و بدین ترتیب می توان کیفیت و کمیت گندم و در راستای آن سلامتی افراد جامعه را افزایش داد.

منابع

خوش گفتارمنش، ا. ح. و عرب زادگان، ح. (۱۳۸۶). ارزیابی وضعیت تغذیه ای گیاه و مدیریت بهینه کودی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ اول، ۱۶۸ صفحه.

Barker, A. V. and Pilbeam, D. J. 2006. Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis.

Cakmak, I., Torun, B., Erenoglu, B., Öztürk, L., Marschner, H., Kalayci, M., Ekiz, H. and Yilmaz, A. 1998. Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. *Euphytica*. 100(1), 349-357.

Datnoff, L.E., Snyder, G.H. and Korndorfer, G.H. 2001. Silicon in Agriculture. *Studies in Plant Science*. Amsterdam, Elsevier.

Elliot, C.L., and Snyder, G.H. 1991. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 39, 1118-1119.

Epstein, E., Bloom, A. 2005. Inorganic components of plants. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*, 2nd edn. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts. 44-45.

Fageria, N. and Baligar V. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in agronomy*. 88, 97-185.

Fageria, N., Slaton, N. and Baligar, V. 2003. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *Advances in Agronomy*. 80, 63-152.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Fujita, M. 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages, *Ecophysiology and responses of plants under salt stress*. Springer, pp. 25-87.

Hodson, M., White, P., Mead, A., Broadley, M. 2005. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. *Annals of botany*. 96(6), 1027-1046.



- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*. 50, 11–18.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. London: Academic Press.
- Narayanaswamy, C. and Prakash, N. 2009. Calibration and categorization of plant available silicon in rice soils of south India. *Journal of plant nutrition*. 32(8), 1237-1254.
- Riga, P., Anza, M. 2003. Effect of magnesium deficiency on pepper growth parameters: Implications for determination of magnesium- critical value. *Journal of plant nutrition*. 26(8), 1581-1593.
- Singh, B., Natesan, S.K.A., Singh, B., Usha, K. 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*. 36-44.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Silicon Acquisition and Utilization Efficiency of Different Wheat Cultivars in a Calcareous Soil

Saberian Ranjbar ^{*1}, S., Motesharezadeh ², B., Moshiri, F.³ Alikhani, H.A.⁴

¹ PhD graduated, Soil Science Department University of Tehran

² Associate Prof., Soil Science Department University of Tehran

³ Assistant prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Extension and Education Organization

⁴ Professor, Soil Science Department University of Tehran

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of different levels and sources of silicon on the efficiency of acquisition and utilization of silicon in seven wheat cultivars in a calcareous soil. The treatments included silicon in six levels (control, 200, 400 and 1000 mg of silicon from potassium silicate source per kg of soil and 50 and 100 mg/kg soil from the source of silica nanoparticles) and seven wheat cultivars (Gonbad, Shirodi, Shiraz, Mahdavi, Marvdasht, Bahar and Parsi) were performed in three replications in the form of a factorial design. The results showed that the application of silicon in different levels and sources, wheat cultivars and their interaction on the traits of dry shoot weight, silicon uptake in the shoot and significant effects of Silicon Acquisition and Utilization Efficiency (at 1% level). Also, the results of correlation between traits indicated a significant but negative correlation between silicon acquisition and utilization efficiency with the concentration of silicon in the shoot (-0.6 and -0.96) and the amount of silicon uptake in the shoot (-0.76 and -0.58). Regarding the role of silicon in increasing production and product quality, its application, along with planting wheat cultivars with higher uptake efficiency, can help improve wheat growth.

Keywords: Acquisition Efficiency, Utilization Efficiency, Potassium Silicate, Silica Nanoparticles, Wheat

* Corresponding author, Email: saberian@ut.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارتباط پتاسیم قابل جذب با برخی خصوصیات خاک و لندفرم در اراضی آهکی استان اصفهان

مجتبی فتحی^۱، مهدی طهرانی^۲

^۱ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
^۲ موسسه تحقیقات خاک و آب ایران،

چکیده

عوامل مؤثر بر پتاسیم قابل جذب خاک در مناطق مختلف جهان بررسی شده است. می‌توان گفت، تنوع شرایط خاک و لندفرم در گسترش جغرافیایی و میزان پتاسیم قابل جذب تاثیرگذار است. در این مطالعه نمونه‌برداری خاک در استان اصفهان از ۲۵۰۰ نقطه به صورت شبکه‌ای به فاصله دو کیلومتر و تا عمق ۶۰ سانتیمتر انجام و میزان پتاسیم قابل جذب و ویژگیهای خاک اندازه‌گیری شد. سپس وضعیت لندفرمها در محدوده مطالعاتی بررسی گردید. نتایج نشان داد فراهمی پتاسیم خاک در این مناطق تحت تاثیر عوامل خاک و توپوگرافی قرار گرفته است. در غالب خاکها فقر عنصر پتاسیم مشاهده نگردید و ۵۵ درصد اراضی مورد بررسی پتاسیم قابل جذب بیش از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات عنصر پتاسیم بین ۱۰ تا ۹۸۰ و میانگین آن ۲۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. بیشترین درصد اراضی مواجه با کمبود پتاسیم در شهرستان آران و بیدگل در ناحیه گرم و خشک شمالی محدوده مطالعاتی و کمترین میان در سمیرم و چادگان در مناطق نیمه مرطوب جنوب و غرب محدوده مطالعاتی مشاهده گردید. بنا بر این کمبود پتاسیم با توجه به وضعیت خاکها در محدوده مطالعاتی دور از انتظار نبوده و به ویژه برای کشت گیاهان حساس باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین بسته به نوع لندفرم برآورد میزان عنصر پتاسیم قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک به روش رگرسیون گام به گام ممکن می‌باشد.

کلمات کلیدی: خاکهای آهکی، فراهمی پتاسیم، اقلیم، توپوگرافی، استان اصفهان

مقدمه

برای اینکه تولید کشاورزی اقتصادی باشد بایستی خاکها حاصلخیز باشند، در این ارتباط، میزان پتاسیم قابل جذب خاک حایز اهمیت فراوان است. پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پرمصرف برای گیاهان بوده و مقدار جذب آن توسط گیاه از هر عنصر غذایی دیگری به غیر از نیتروژن بیش تر است و در بعضی از گیاهان حتی از جذب نیتروژن نیز بیش تر می باشد (ملکوئی و همکاران، ۲۰۰۳). با وجود نقش غیرقابل انکار پتاسیم در گیاهان زراعی و انسان، کمبود این عنصر در اراضی کشاورزی به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. میزان پتاسیم قابل جذب خاک تحت تاثیر عوامل مختلف قرار دارد. عوامل مؤثر بر شکلهای مختلف پتاسیم خاک شامل محلول، تبدالی، غیرتبدالی و ساختمانی اثر می‌گذارند. از جمله این عوامل می‌توان به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، توزیع اندازه ذرات، قابلیت هدایت الکتریکی، کربنات کلسیم معادل و ظرفیت تبادل کاتیونی، نوع کانی ها، اشاره کرد (نجفی قیری و همکاران، ۲۰۱۱). بخش شن خاک دارای پتاسیم چندانی نیست و کانی های پتاسیم دار عمدتاً در بخش رس قرار دارند. ذرات رس مهم ترین منبع عرضه پتاسیم در خاک هستند (Sparks و همکاران، ۱۹۸۵). علت غنی بودن خاک های رسی به واسطه دارا بودن خاصیت تبدالی و تثبیت بیش تر کانی های رسی می باشد (Zehtabian و همکاران، ۲۰۰۵). کانی های رسی حاوی پتاسیم شامل ایلیت یا میکای آبدار، ورمیکولیت، کلریت و کانیه‌های مخلوط می باشند (Malakouti و همکاران، ۱۹۹۱). تعادل موجود بین چهار شکل پتاسیم ممکن است تحت تأثیر تکامل خاک و عوامل محیطی مانند رژیم های رطوبتی و حرارتی خاک قرار گیرد. طهرانی و همکاران با بررسی تغییرات مکانی پتاسیم قابل استفاده در اراضی تحت کشت استان مازندران نشان دادند که تغییرات مکانی این عنصر تحت کنترل هم زمان عوامل ذاتی مانند مواد مادری و بافت و عوامل مدیریتی مانند کاربری زراعی و مصرف کود قرار دارد (طهرانی و همکاران، ۲۰۱۱). اوستان و همکاران تفاوت درغلظت اشکال مختلف پتاسیم در خاک های غرقاب و غیرغرقاب را به عواملی مانند درجه هواپدگی خاک، مدیریت و سابقه کاربرد کود پتاسیم نسبت دادند. ایشان در مطالعه بر روی ۵۲ خاک شالیزاری شمال ایران نشان دادند که پتاسیم قابل استخراج با اسات آمونیوم و پتاسیم غیرقابل تبادل خاک های شالیزاری کاهش معنی داری نسبت به خاک های غیرشالیزاری مشابه داشته اند (اوستان و همکاران، ۱۹۹۵). این پژوهش با هدف ارتباط پتاسیم قابل جذب با برخی خصوصیات خاک و لندفرم در اراضی آهکی استان اصفهان صورت پذیرفت.



مواد و روش‌ها

استان اصفهان با مساحت ۱۰۵۹۳۷ کیلومتر مربع در محدوده ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی در مرکز فلات ایران قرار دارد. میانگین بارش استان برابر با ۱۳۰ میلی‌متر در سال و به طور عمده در پاییز و زمستان (از آبان تا فروردین) می‌باشد. از نظر دما استان اصفهان دارای تابستان‌های گرم با میانگین ۳۰ درجه سانتیگراد در مردادماه تا ۳ درجه سانتیگراد در دی ماه و میانگین سالیانه تبخیر ۱۵۰۰ میلی‌متر است (محمدی، ۱۳۷۳). جدول ۱ برخی ویژگی‌های خاک مناطق مورد مطالعه را در ارتباط با فیزیوگرافی اراضی نشان می‌دهد (موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۷۸). انواع فیزیوگرافی در منطقه مورد مطالعه شامل اراضی کوهستانی (۱)، تپه‌ها (۲)، فلات‌ها و تراس‌ها قدیمی (۳)، دشت‌های دامنه‌ای (۴)، دشت آبرفتی (۵)، دشت سیلابی (۷) و اراضی واریزه‌ای (۸) می‌باشد که از نظر ویژگی‌های خاک تفاوت قابل توجه دارند.

جدول ۱- ویژگی‌های کلی منابع اراضی در منطقه مطالعه

فیزیوگرافی	واحد	مساحت*	بافت خاک	عمق خاک**	رده‌بندی خاک
اراضی کوهستانی	1.1	726	-	بسیار کم عمق	Lithosols
	1.3	842	متوسط	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
	2.2	510	متوسط-سبک	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
فلات‌ها یا تراس‌ها	3.1	455	متوسط - سنگین	کم عمق	Haplic calcisols
ی بالایی	3.2	1182	سبک - متوسط	-	Haplic Calcisols
	3.3	138	-	بسیار کم عمق-کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.4	767	-	کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.8	89	سنگین	-	Haplic Calcisols
دشت‌های آبرفتی	4.1	168	سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
دامنه‌ای	4.2	115	سنگین-بسیار سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
دشت‌های سیلابی	7.1	258	متوسط - سنگین	عمیق	Solonchaks
	7.2	366	سنگین	عمیق	Solonchaks
واریزه‌های بادبزی	8.1	488	سبک - متوسط	-	Calcaric Regosols
شکل سنگریزه‌دار	8.2	658	متوسط - سنگین	-	Haplic Calcisols

*مساحت بر حسب هزار هکتار

در اراضی مورد مطالعه نمونه‌برداری تا عمق ۶۰ سانتیمتر به صورت مرکب انجام و در مجموع ۲۵۰۰ نمونه خاک به صورت شبکه با فواصل دو کیلومتری برداشت گردید و میزان پتاسیم قابل جذب، توزیع اندازه ذرات خاک، کربن آلی، و درصد کربنات کلسیم معادل (CaCO₃) به روش استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (اسپارکز و همکاران، ۱۹۹۶). طبقه‌بندی اقلیم در استان اصفهان به روش سلیمانینف (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۰) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای Arc-GIS, Excel, SPSS انجام گرفت.



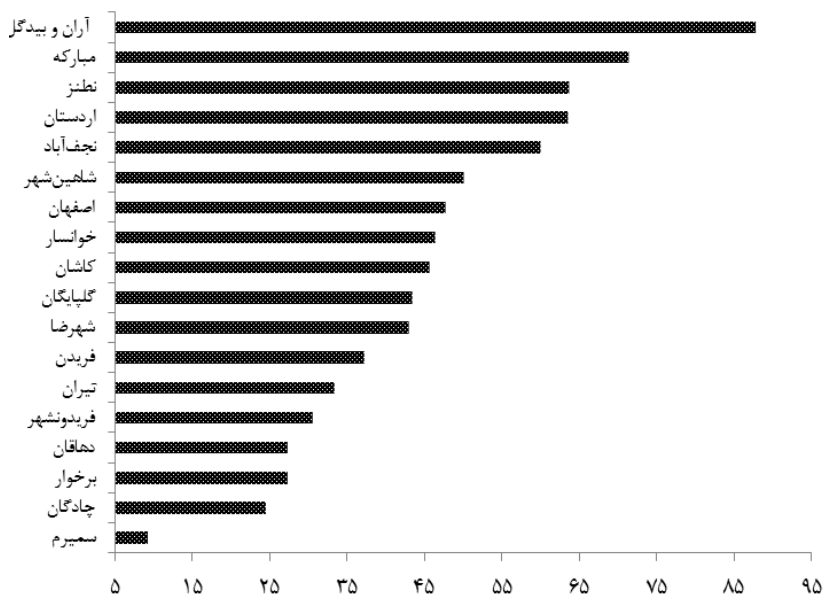
نتایج و بحث

توصیف آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۲ خلاصه شده است. در ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. به طور کلی خاک‌ها بر روی مواد مادری آهکی تکامل پیدا کرده و بیش از ۷۰ درصد نمونه‌ها آهک بالاتر از ۱۵ درصد دارد. مقدار ماده آلی در نمونه‌ها ناچیز و در ۹۳ درصد خاک‌ها کمتر از دو درصد بود.

جدول (۲) آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

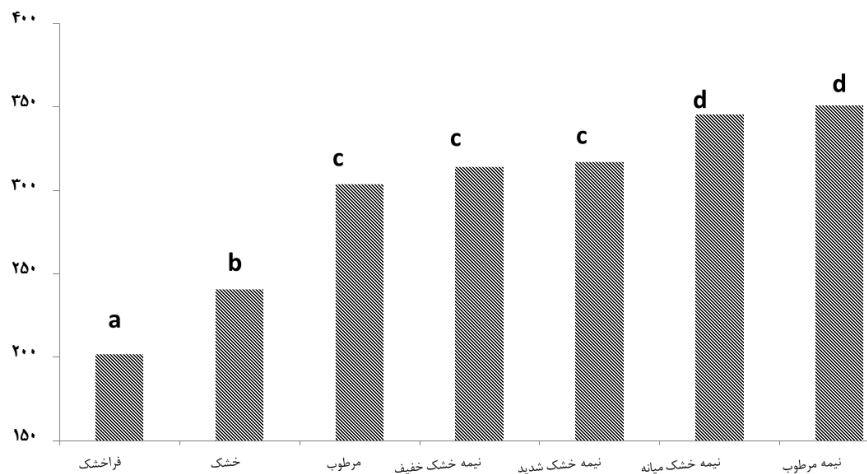
میانگین	حداکثر	حداقل	میان	انحراف معیار	ضریب تغییرات	کشیدگی	چولگی	
(درصد)								
۲۹۴/۴۲	۹۷۹/۶۲	۹/۸۷	۲۸۱/۱۲	۱۶۱/۹۸	۵۵/۰۱	۱/۷۱	۰/۸۷	پتاسیم (mg/kg)
۰/۸۹	۲/۹۰	۰	۰/۷۶	۰/۶۲	۶۸/۹۸	۰/۷۳	۱/۰۳	کربن آلی (درصد)
۲۰/۲۹	۶۰/۸۷	۰/۲۴	۱۹	۱۲/۹۵	۶۳/۸۰	۰/۰۳	۰/۶۱	مواد خنثی شونده (درصد)
۲۵/۰	۵۲	۰	۲۶	۱۱/۷۰	۴۵/۱۲	۰/۸۷	۰	رس (درصد)
۳۲/۰	۶۶	۰	۳۴	۱۱/۶۴	۳۵/۶۹	۰/۳۸	۰	سیلت (درصد)
۳۹	۹۰	۰	۳۷	۱۹/۷۵	۵۰/۰۹	۰/۵۵	۰/۴۰	شن (درصد)

از نظر بافت خاک بیشتر مناطق دارای رس زیاد و ۵۰ درصد نمونه‌ها دارای بافت لوم رسی و سنگین‌تر بود. میانگین میزان پتاسیم قابل جذب خاک‌ها ۲۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و تغییرات آن از حداقل ۱۰ تا ۹۸۰ بوده است. میزان پتاسیم قابل جذب خاک‌ها در ۷۰ درصد نمونه‌ها بیش از ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. حداقل ضریب تغییرات در منطقه ۳۶ درصد در مورد سیلت و ضریب تغییرات پتاسیم ۵۵ درصد می‌باشد. تغییرپذیری زیاد پتاسیم قابل تأمل بوده و به صورت محتمل توسط عوامل متفاوت با دیگر ویژگی‌های خاک تغییرپذیری زیاد از خود نشان می‌دهد. ضریب تغییرات کوچکتر از ۰/۱ نشان دهنده تغییرپذیری کم، ضریب تغییرات بین ۰/۹ تا ۰/۱ بیان‌کننده تغییرپذیری متوسط و ضریب تغییرات بزرگتر از ۰/۹ زیاد است. ضریب تغییرات می‌تواند نشان دهنده تغییرپذیری پارامتر مورد مطالعه باشد. ضریب تغییرات پتاسیم قابل جذب در خاک‌های مورد مطالعه بیانگر تغییرات زیاد و پراکندگی بالای پتاسیم قابل جذب است. این تنوع بالا می‌تواند در نتیجه غیریکنواختی عوامل مؤثر بر قابلیت جذب این عنصر مانند ظرفیت تبادل کاتیونی توزیع اندازه ذرات و عوامل محیطی ایجاد شده باشد. شکل ۱ درصد اراضی دچار کمبود پتاسیم در شهرستان‌های استان اصفهان را نشان می‌دهد. بیشترین درصد اراضی مواجه با کمبود پتاسیم در شهرستان آران و بیدگل در ناحیه گرم و خشک شمالی محدوده مطالعاتی و کمترین میان در سمیرم و چادگان در مناطق نیمه مرطوب جنوب و غرب محدوده مطالعاتی مشاهده گردید. بنا بر این کمبود پتاسیم با توجه به وضعیت خاک‌ها در محدوده مطالعاتی دور از انتظار نبوده و به ویژه برای کشت گیاهان حساس باید مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۱ - درصد اراضی دچار کمبود پتاسیم در شهرستان‌های استان اصفهان

شکل ۲ وضعیت پتاسیم قابل جذب در اقلیم‌های مختلف محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد. میزان پتاسیم قابل جذب خاک، در اقلیم خشک و فراخشک کمترین میزان را داشته است که احتمالاً مربوط به تکامل کم تر، کانی‌شناسی و بافت خاکها در این نواحی می‌باشد.



شکل ۲- وضعیت پتاسیم قابل جذب در اقلیم‌های مختلف محدوده مطالعاتی

اقلیم از دو جزء عمده رطوبت و حرارت تشکیل شده است. باران هر منطقه رطوبت خاک را برای واکنش‌های شیمیایی و آب شویی املاح تأمین کرده و دما نیز سرعت واکنش‌ها را کنترل می‌کند (بای بوردی، ۱۹۹۳). اقلیم، همچنین پتانسیل فعالیت بیولوژیکی خاک را تعیین می‌نماید. در اقلیم نیمه مرطوب، میانگین پتاسیم قابل جذب ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده و بیشترین مقدار را داشته است. میانگین پتاسیم قابل جذب در اقلیم مرطوب ۳۰۴ و در اقلیم فراخشک برابر با ۲۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم است. به نظر می‌رسد اقلیم و میزان بارندگی از طریق اثر بر میزان مواد آلی و رس و همچنین مقدار آبشویی و فرسایش خاک سطحی تاثیر قابل توجهی بر میزان عناصر خاک دارد. می‌توان گفت قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف در برخی



خاک‌ها مستقل از مواد مادری تا حد قابل توجهی تحت کنترل هوادیدگی و سرعت تجزیه متاثر از اقلیم و شرایط محیطی می‌باشد (Alexander و همکاران، ۱۹۹۳). همچنین ارتباط ویژگی‌های خاک و میزان قابل جذب پتاسیم نیز در منطقه مطالعه شده قابل توجه بوده است. ارتباط میزان رس خاک ($R^2=0/39$)، کربن آلی ($R^2=0/21$) و شن ($R^2=0/37$) و با میزان قابل جذب پتاسیم در محدوده مطالعاتی معنی‌دار می‌باشد. پتاسیم کل با درصد شن همبستگی منفی و با درصد رس همبستگی مثبت دارد. بنابراین می‌توان گفت که بخش شن خاک دارای پتاسیم چندانی نیست و کانی‌های پتاسیم‌دار عمدتاً در بخش رس قرار دارند. ذرات رس مهم‌ترین منبع عرضه پتاسیم در خاک هستند (Sparks و همکاران، ۱۹۸۵). علت غنی بودن خاک‌های رسی به واسطه دارا بودن خاصیت تبدیلی و تثبیت بیش‌تر کانی‌های رسی می‌باشد (Zehtabian و همکاران، ۲۰۰۵). کانی‌های رسی حاوی پتاسیم شامل ایلیت یا میکای آبدار، ورمیکولیت، کلریت و کانیهای مخلوط می‌باشند (Malakouti و همکاران، ۱۹۹۱). نتایج رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد در مناطق مورد بررسی بسته به نوع فیزیوگرافی برآورد میزان پتاسیم قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک ممکن می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- روابط رگرسیون چند متغیره خطی فسفر قابل جذب و ویژگی‌های خاک فیزیوگرافی

R^2	رابطه رگرسیون	واحد	فیزیوگرافی
***	$K=157+86OC-0.94TNV+2.82Clay$	۱.۱	کوهستانی
**	$K=757+102OC-0.8TNV-5.4Clay-5.1Silt$	۱.۳	
***	$K=838+39OC+0.15TNV-9Silt-8Sand$	۲.۲	تپه‌ای
**	$K=139-28.8OC+0.075TNV+3.9Clay+2Silt$	۳.۱	فلات‌ها
***	$K=208+12.5OC+0.14TNV+5.4Clay-0.8Silt-1.1Sand$	۳.۲	
**	$K=875-67OC-3.8TNV-48Silt-7.2Sand$	۳.۴	
***	$K=150+8.8OC+0.37TNV+4.8Clay-0.75Sand$	۴.۱	دشت دامنه‌ای
***	$K=480+14.5OC-0.84TNV-Silt-4.4Sand$	۴.۲	
**	$K=672-205OC-4.9TNV-0.183Silt-2Sand$	۵.۱	دشت آبرفتی
***	$K=464-58OC+1.1TNV+8.1Clay-4Silt-5Sand$	۸.۲	واریزه‌ای

*** معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

روابط رگرسیون در واحدهای مختلف فیزیوگرافی قادر به توجیه ۲۱ تا ۶۰ درصد از تغییرات پتاسیم قابل جذب بوده است. روابط رگرسیون در اغلب مناطق مطالعه شده معنی‌دار بوده و قادر به توجیه بخش قابل توجهی از تغییرات شده است. بنا بر این به نظر می‌رسد در مناطق مورد بررسی فراهمی پتاسیم بر اساس فیزیوگرافی اراضی و ویژگیهای دیگر خاک بصورت کلی قابل برآورد می‌باشد. اما روابط به دست آمده قادر به توجیه کامل تغییرات پتاسیم قابل جذب خاک نمی‌باشد. این امر می‌تواند به دلیل مدیریت متفاوت خاک در مناطق مورد مطالعه باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد توپوگرافی و اقلیم نقش قابل توجهی در تغییرات پتاسیم قابل جذب خاک در منطقه مطالعاتی دارد. همچنین بسته به نوع لندفروم برآورد میزان عنصر پتاسیم قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک به روش رگرسیون گام به گام ممکن می‌باشد. بنا بر این استفاده از این روابط به مدیریت بهینه این عنصر غذایی کمک می‌کند.

منابع

- بای‌وردی م، ۱۳۷۸. خاک، پیدایش و رده‌بندی. چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران.
- Alexander E, Mallory J, Colwell. 1993. Soil-elevation relationships on a volcanic plateau in the southern Cascade Range, northern California, USA. *Catena* 20:113-128



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



- Malakouti, M.J., and Homae, M. 2003. Soil fertility in arid and semiarid regions "Problems and Solutions". 2nd edition. Tarbiat Modarres University Press, 600p. (In Persian)
- Malakouti, M.J., and Riazi Hamedani, S.A. 1991. Soil fertility and fertilizers. 3rd edition. Tehran University Press, 800p.
- Najafi-Ghiri, M., Abtahi A. and Jaberian F. 2011. Factors affecting potassium release in calcareous soils of southern Iran. *Soil Research*, 49(6): 529-537.
- Oustan, S. 1995. Assessment of potassium Depletion from paddy soils in northern Iran, M.Sc. Thesis Soil science, Faculty of Agriculture, Tehran University.
- Sparks, D.L., and Huang, P.M. 1985. Physical chemistry of soil potassium, P 201-276. In: Munson, R.D. (ed.), Potassium in Agriculture. Soil Sci. Soc. Am, Madison, USA.
- Tehrani, M.M., Khoramizadeh, F., and Davatgar, N. 2011. Spatial variability of available potassium in arable soils in Mazandaran. 12th Iranian soil science congress. Tabriz, Iran.
- Zehtabian, Gh., Amiri, B., and Souri, M. 2005. The comparison of soil nutrients among agricultural lands and rangelands with emphasis on N, P and K (Case study: Khodabande, Zanjan). *Pajouhesh & Sazandegi*. 68: 9-19.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Potassium Availability in Relation to Selected Soil Properties and landscape Position in Calcareous Soils of Esfahan Province

Mojtaba Fathi^{*1}, Mehdi Tehrani²

¹ Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, Isfahan, Iran ², Soil and Water Research Institute

Abstract

Assessment of factors influencing the availability of potassium is a serious problem in calcareous soils of Iran but information about availability and factors affecting K distribution in soils are limited. The present research was conducted to find relationships between K availability and some major soil and landform factors in Esfahan province and to predict the availability of K from auxiliary data. Soil samples (0–60 cm) were collected from 2500 grid points with 2000m distance of Esfahan province and examined for available potassium, particle size distribution, calcium carbonate and organic carbon. The results indicate that K distribution, and availability in calcareous soils of Esfahan province is a serious problem and a critical concern for plant production. A highly significant coefficient of correlation was found between available potassium and the organic matter and clay content of soils. The regression analysis shows that available potassium can regress on soil factors with a significant correlation in major part of studied area. The availability of available potassium may be predicted to some extent using these factors. It could be important to consider this for sustainable management of soils in Esfahan province and other similar areas.

Keywords: Calcareous Soils; K Availability; Climate; Topography; Esfahan province

* Corresponding author, Email: mjtb.fathi@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر بیوچار بر رشد و پارامترهای مرفولوژیک گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis L.*)آناهیتا تیموری^{۱*}، علی‌اشرف امیری نژاد^۲، مختار قبادی^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی^۳ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

چکیده

یک ایده جدید برای افزایش سطح ماده آلی و ذخیره طولانی مدت کربن در خاک، استفاده از بیوچار است. بیوچار حاصل پیرولیز ترکیبات آلی و از جمله بقایای گیاهی در شرایط بدون اکسیژن است. در این تحقیق، اثر بیوچار کلزا در سه سطح مختلف (صفر، ۱ و ۳ درصد وزنی) بر رشد و پارامترهای مرفولوژیک گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis L.*) بررسی گردید. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه رازی انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد بیوچار سبب بهبود پارامترهای رشدی گیاه شد، به نحوی که متوسط ارتفاع گیاه از ۱۵/۶۳ به ۲۶/۳۱ سانتی‌متر، وزن خشک اندام هوایی گیاه از ۳/۳ به ۷/۱۴ گرم، وزن خشک ریشه از ۳/۳۲ به ۴/۰۳ گرم، سطح برگ از ۳۵/۱ به ۲۶۸/۶ سانتی‌مترمربع و تعداد شاخه جانبی از ۳/۲۵ به ۶/۳۳ افزایش یافت. بطور کلی، بر اساس نتایج تحقیق می‌توان گفت که کاربرد بیوچار در خاک، یک روش و استراتژی ساده، ارزان و مناسب برای بهبود رشد گیاهان دارویی است.

کلمات کلیدی: پارامترهای مرفولوژیک گیاه، رشد، گیاهان دارویی

مقدمه

افزایش جمعیت همراه با تغییرات شدید اقلیمی، ممکن است منجر به بی‌ثباتی در امنیت غذایی گردد. امنیت غذایی به معنای دسترسی همه مردم به غذای کافی و سالم در هر زمان است. این امر، مستلزم افزایش عملکرد پایدار در محصولات کشاورزی و کاهش ضایعات تولیدی با اصلاح الگوی کشت می‌باشد (Barret, 2002). به عبارت دیگر، برای دستیابی به سیستم‌های زراعی پایدار، سلامت خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که گیاهان عناصر غذایی مورد نیاز خود را از مواد معدنی موجود در خاک به دست می‌آورند، یکی از راه‌های تقویت خاک، استفاده از کودهای شیمیایی است که در طی چند دهه گذشته با صنعتی شدن کشاورزی رواج بیشتری یافت. اگرچه این کودها عملکرد گیاهان زراعی را به میزان دو تا سه برابر افزایش می‌دهند اما به دلیل کاهش کیفیت خاک، استفاده از آنها در بعضی از کشورها به تدریج کاهش یافته است (Windowati, 2012). بنابراین، در شرایط حاضر، برای افزایش حاصلخیزی خاک، استفاده از کودهای آلی مرسوم شده است (Aslam و همکاران ۲۰۱۴). یک ایده جدید برای افزایش سطح ماده آلی خاک و ذخیره طولانی مدت کربن در خاک، استفاده از بیوچار است. بیوچار یا ذغال زیستی، حاصل پیرولیز (گرماکافت) ترکیبات آلی و از جمله بقایای گیاهی مزارع کشاورزی در شرایط بدون اکسیژن مولکولی است (Azeem و همکاران ۲۰۱۶). یک ویژگی خاص این کود، تجزیه‌ی کندتر آن در مقایسه با سایر کودهای آلی است. به عبارت دیگر، کربن بیوچار بسیار مقاوم به تجزیه بوده و می‌تواند برای قرن‌های متمادی در خاک باقی بماند. بیوچار قابلیت بالایی برای بهبود تولیدات کشاورزی داشته و به عبارتی، توانایی بالایی در جذب و نگهداری عناصر غذایی مانند فسفر و نیتروژن و جلوگیری از آبشویی آنها داشته و لذا از این طریق باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Berek و همکاران ۲۰۱۱). به دلیل نقش بیوچار در پایداری اکوسیستم‌ها، آزمایش‌های گسترده‌ای در سال‌های اخیر در ارتباط با تاثیر بیوچار بر رشد گیاهان و حاصلخیزی خاک انجام شده، ولی اغلب این مطالعات بر روی گیاهان زراعی بوده است. به عبارتی، تحقیقات علمی در رابطه با تاثیر بیوچار بر گیاهان دارویی بسیار نادر است. مریم گلی یک گیاه دارویی با نام علمی *Salvia officinalis L.* از گیاهان تیره نعنائیان است (Tenore, 2011). گیاهی چندساله و بوته‌ای که در ایران نیز کشت می‌شود. از ترکیبات این گیاه می‌توان به اسانس (توجون، بورتول و سینئول)، تانن و اسید فنولیک اشاره کرد. مریم گلی در طب سنتی، برای رفع ضعف مفرط با منشأ عصبی، ضعف اعصاب، خستگی عمومی، سرگیجه‌های عصبی، تهوع و استفراغ استفاده می‌شود (مظفریان، ۱۳۸۲).. تحقیقات سازمان بهداشت

* ایمیل نویسنده مسئول: anahita.tamori@gmail.com



جهانی نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد جمعیت جهان، به ویژه در کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه، از گیاهان دارویی به منظور رفع نیازهای درمانی خود بهره می‌گیرند (Choudhary and Sekhon, 2011). با توجه به اهمیت غذایی و دارویی گیاه مریم گلی و ضرورت کشت آن در کشور، هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تاثیرات بیوچار بر رشد و ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی مریم گلی بوده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی انجام گردید. تیمار آزمایشی شامل بیوچار کلزا در سه سطح (صفر، ۱ و ۳ درصد وزنی) بود. نمونه‌ی خاک گلدان‌ها از لایه‌ی سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری) اراضی ماهیدشت تهیه گردید. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده

بافت خاک	سیلت درصد	رس درصد	شن درصد	کربنات کلسیم درصد	کربن آلی درصد	EC dS/m	pH
رسی-سیلتی	۴۲/۶	۴۱	۱۶/۴	۲۶/۵	۱/۱	۰/۵	۷/۷

برای انجام طرح از گلدان‌های ده کیلوگرمی استفاده گردید. نمونه‌های خاک، بعد از افزودن بیوچار به مقدار لازم، در داخل گلدان‌ها ریخته شد. از بین نشاءهای کاشته شده، سه نشاء سالم را در داخل هر گلدان باقی گذاشته و عملیات آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه بطور منظم صورت گرفت. در پایان رشد (حدود دو ماه پس از سبز شدن)، پارامترهای رشدی شامل ارتفاع بوته (با استفاده از خط کش)، قطر ساقه (با استفاده از کولیس دیجیتالی)، سطح برگ (با استفاده از کاغذ شطرنجی)، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن خشک اندام هوایی و ریشه (خشک شده در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت) و حجم ریشه هر گلدان (از طریق جابه جا شدن آب در یک استوانه مدرج) تعیین گردید (امیری نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

مطابق نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مختلف بیوچار بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک مریم گلی از قبیل ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک گیاه، وزن خشک ریشه، وزن تر ریشه و حجم ریشه در سطح یک درصد و بر میزان سطح برگ و تعداد شاخه جانبی در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است (جدول ۲).

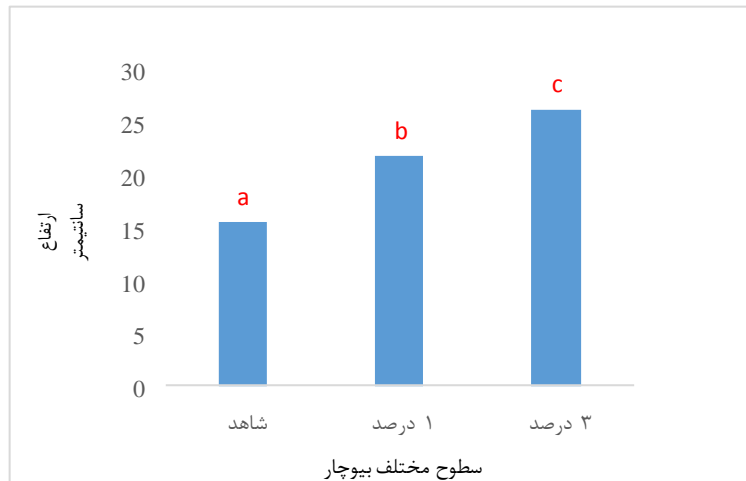
جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف بیوچار بر ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه مریم گلی

منابع تغییرات	درج ه	سطح برگ	ارتفاع گیاه	تعداد شاخه جانبی	وزن خشک گیاه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه	ارتفاع ریشه	قطر ساقه
بیوچار	۲	۴۱۸۷۰*	۸۶/۴**	۷/۵۶*	۱۲/۱۱**	۱۶/۱**	۳۲۴/۳**	۲۷/۳ ^{NS}	۱/۱ ^{NS}
خطا	۶	۷۹۱/۳*	۲/۱**	۱/۴۱*	۰/۲۶**	۰/۱۵**	۳۷/۸**	۳۰/۸ ^{NS}	۰/۲۴ ^{NS}

***، ** و * : بیانگر معنی‌دار شدن در سطح یک، پنج درصد و غیرمعنی‌دار ^{NS}

تأثیرات بیوپچار بر ارتفاع گیاه

سطوح مختلف بیوپچار بطور معنی‌داری موجب افزایش ارتفاع و رشد طولی گیاه مریم گلی در سطح یک درصد گردید، به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه به میزان ۲۶/۳ سانتی‌متر در تیمار سه درصد وزنی بیوپچار به دست آمد (شکل ۱). بیوپچار به دلیل تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی و باروری خاک و یا نقش تغذیه‌ای در گیاهان می‌تواند منجر به افزایش رشد کلی گیاه و نیز طول و ارتفاع گیاهان شوند (Van Zwieten و همکاران، ۲۰۱۰).

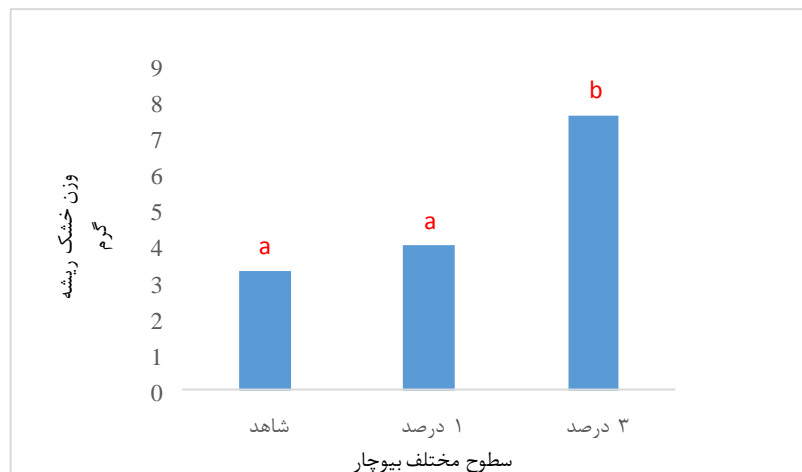


شکل ۱. اثرات بیوپچار کلزا در افزایش ارتفاع گیاه مریم گلی در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی

تأثیرات بیوپچار بر وزن خشک و حجم ریشه گیاه

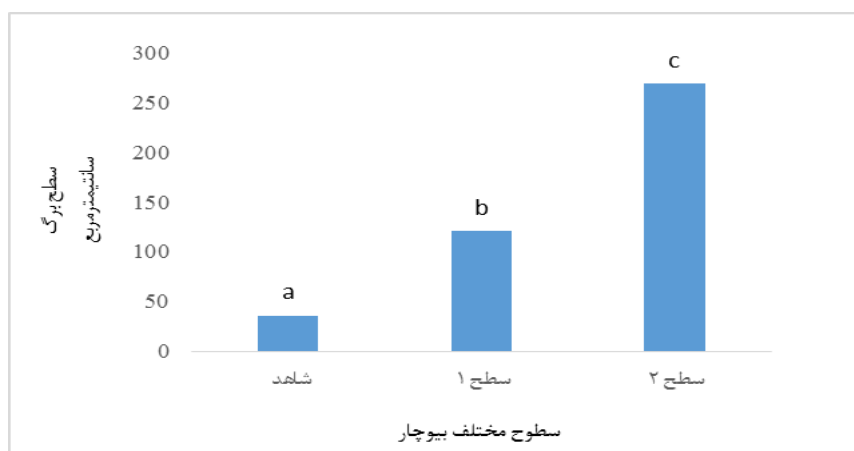
با افزودن بیوپچار کلزا به خاک اولیه، وزن خشک ریشه مریم گلی به طور معنی‌داری در سطح یک درصد افزایش یافته، به طوری که بیشترین وزن خشک گیاه به میزان ۷/۶۴ گرم در تیمار سه درصد وزنی بیوپچار به دست آمد (شکل ۱). مشابه این نتیجه، در خصوص اثر مثبت کاربرد بیوپچار در افزایش وزن خشک و تر ریشه گندم، ماش و شبدر گزارش‌هایی انجام شده است (Solaiman و همکاران ۲۰۱۲). از طرف دیگر، کاربرد بیوپچار، موجب افزایش معنی‌دار حجم ریشه گیاه مریم گلی نسبت به شاهد گردید. نتایج تحقیق مهدی‌زاده و همکاران ۲۰۱۸ نیز بیانگر آن است که بیوپچار علاوه بر بر وزن خشک ریشه، به طور معنی‌داری از نظر آماری (در سطح یک درصد)، بر حجم ریشه مرزه تابستانه موثر بوده و این افزایش می‌تواند به دلیل تأثیرات مثبت بیوپچار بر حاصلخیزی خاک و یا کیفیت فیزیکی آن باشد.

شکل ۲. اثرات بیوپچار کلزا در افزایش وزن خشک ریشه گیاه مریم گلی در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی

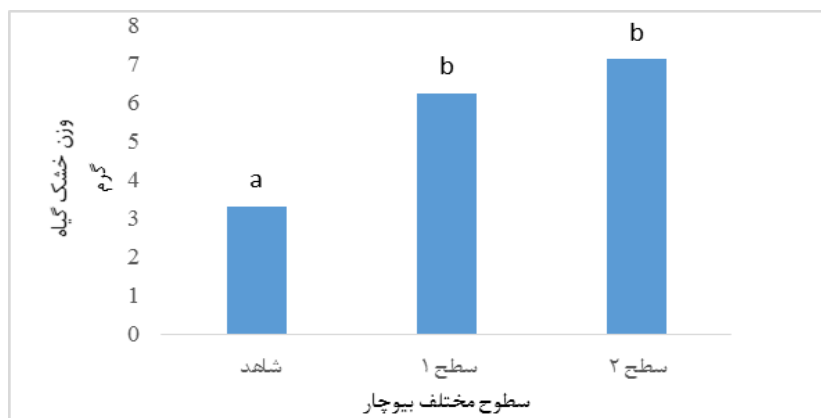


تأثیرات بیوچار بر سطح برگ، وزن خشک بخش هوایی و تعداد شاخه جانبی مریم گلی

کاربرد بیوچار کلزا باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ گیاه مریم گلی از نظر آماری در سطح یک درصد گردیده، به طوری که سطح برگ گیاه از ۳۵/۱ در تیمار شاهد به ۲۶۸/۶ سانتی‌مترمربع در تیمار سه درصد وزنی بیوچار افزایش یافت (شکل ۳). همچنین، افزودن بیوچار به خاک موجب افزایش وزن خشک بخش هوایی گیاه در مقایسه با شاهد گردید که این افزایش در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (شکل ۴). همین‌طور، بیوچار به‌طور معنی‌دار منجر به افزایش تعداد شاخه جانبی مریم گلی در سطح پنج درصد گردیده، به نحوی که میانگین تعداد شاخه جانبی از ۳/۲۵ در تیمار شاهد به ۶/۳۳ در تیمار سه درصد افزایش یافت. بطور کلی، با کاربرد بیوچار در بستر کاشت گیاهان، سرعت ظهور گیاهچه بیشتر شده و این موضوع منجر به افزایش سطح برگ و نهایتاً افزایش وزن تر و خشک بخش هوایی و تعداد شاخه جانبی گیاه می‌شود (قنبری و خواجویی نژاد ۱۳۹۷). همچنین، استفاده از کودهای آلی مانند بیوچار باعث افزایش جذب ازت توسط گیاهان شده و با افزایش مقدار ازت در گیاه، رشد کلی گیاه و از جمله سطح برگ و وزن خشک بخش هوایی افزایش می‌یابد (Shirzadi و همکاران ۲۰۱۴).



شکل ۳. اثرات بیوچار کلزا در افزایش سطح برگ گیاه مریم گلی در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی



شکل ۴. اثرات بیوچار کلزا در افزایش وزن خشک گیاه مریم گلی در سه سطح شاهد، ۱ و ۳ درصد وزنی



نتیجه گیری

بطور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که کاربرد بیوچار حاصل از بقایای گیاهی کلزا اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های رشدی گیاه مریم گلی داشته‌است. به عنوان مثال، بیوچار کاربردی سبب افزایش وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه، وزن تر و خشک ریشه، حجم ریشه، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی و سطح برگ گیاه گردید. بنابراین، توصیه می‌شود که با تبدیل بقایای محصولات زراعی و از جمله کلزا به بیوچار، ضمن افزایش کیفیت فیزیکی و حاصلخیزی خاک، رشد عمومی گیاهان دارویی را افزایش داد.

منابع

- امیری نژاد، ع. ا.، بهرامی، م. و قبادی، م. ۱۳۹۷. اثرات متقابل تنش قلیائیت، سالیسیلیکاسید و نوع خاک بر پارامترهای رشد گیاه ماش (*Vigna radiata Wilczek*). تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۹ (۵): ۱۰۹۳-۱۰۸۳.
- قنبری، ج.، خواجویی نژاد، غ. ۱۳۹۷. اثر کاربرد کمپوست و ترکیب کمپوست و بیوچار بر جرم مخصوص ظاهری خاک بستر کاشت و میزان ظهور و رشد اولیه گیاهچه اکوتیپ‌های زعفران. نشریه زراعت و فناوری زعفران، ۲۸ (۱): ۳۳-۱۷.
- مهدی زاده، ش.، مقدم، م.، لکزیان، ا. ۱۳۹۶. اثر بیوچار بر ویژگی‌های رشدی مرزه تابستانه (*Satureja hortensis L*) تحت تنش شوری. کنفرانس بین المللی علوم کشاورزی، مشهد، ایران.
- Aslam, Z., Khalid, M., and Aon, M. 2014. Impact of biochar on soil physical properties. *Scholarly Journal of Agricultural Science* 4 (5): 280-284.
- Azeem, M., Hayat, R., Hussain, Q., Ahmed, M., Imran, M., and Crowley, D. 2016. Effect of biochar amendment on soil microbial biomass, abundance, and enzyme activity in the mash bean field. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 8: 1-13.
- Barret, B.C., 2002, Food Security and Food Assistance Program. New York: Department of Agricultural, Resource, and Managerial Economics, 351 Warren Hall, Cornell University, Ithaca NY. Chapter 40, pp.3-7.
- Berek, A.K., Hue, N. and Ahmad, A., 2011. Beneficial use of biochar to correct soil acidity. *The Food Provider*: 1-3.
- Choudhary, N., and Singh Sekhon, B. 2011. An overview of advances in the standardization of herbal drugs. *Journal of Pharmacy Education Research* 2 (2): 55-70.
- Shirzadi, F., Ardakani, M.R., and Asadi Rahmani., H. 2014. Effect of biofertilizers on quantitative characterization of basil (*Ocimum basilicum L.*). *Journal of Agroecology* 6(3): 542-551.
- Tenore, G. C., Ciampaglia, R., Arnold, N A., Piozzi, F., Napolitano, F., Rigano, D., and Senatore, F. 2011. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oil of *Salvia lanigera* from Cyprus. *Food and Chemical Toxicology*, 49(1): 238-243.
- Cowie, A. 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of paper mill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil*, 27: 235-246.
- Widowati, W. H. 2012. The effect of biochar on the growth and N fertilizer requirement of Maize (*Zea mays*) in green house experiment. *Journal of Agricultural Science* 4 (5): 256-262.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of biochar on growth and morphological parameters in herb Sage (*Salvia officinalis* L.)

Taimouri^{*1}, A., Amirinejad², A.A., Ghobadi, M.³

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

³ Associate Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

Abstract

A new idea to increase the amount of organic matter and the long-term storage of carbon in the soil is to use biochar. Biochar is the result of pyrolysis of organic compounds, including plant residuals in non-oxygen conditions. In this research, the effects of rapeseeds biochar at three different levels (0, 1 and 3 wt. %) on growth and morphological parameters of sage (*Salvia officinalis* L.) investigated. The experiment was conducted as a completely randomized design with three replications in the greenhouse of Razi University. The results showed that application of biochar improved the growth parameters, so that the average plant height from 63 to 31 cm, the dry weight of the shoot from 3 to 14 g, root dry weight from 3 to 4 g, leaf area from 35 to 68 cm² and the number of lateral branches increased from 2 to 3. In general, according to the results of the research, it can be said that the use of biodegradable soil is a simple, inexpensive, and suitable strategy for improving the growth of medicinal plants.

Keywords: Plant morphological parameters, growth, herb

* Corresponding author, Email: anahita.tamori@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر دیاتومیت و پودر پیاز زعفران بر میزان فراهمی نیتروژن خاک

مهدی شهابی رکنی^{۱*}، محمدحسن سیاری زهان^۲

^۱ دانش آموخته کارشناسی گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

^۲ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

چکیده

عدم کفایت عناصر غذایی خاک در بسیاری از نواحی مشاهده می‌گردد که می‌تواند وضعیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تضعیف کند. این مشکل به منظور تامین نیازهای رشد محصولات، به مساله‌ای در سطح جهانی تبدیل شده است که تولید غذا و سلامتی بشر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاربرد کودهای آلی و جاذب‌های طبیعی برای اصلاح این معضل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان، دیاتومیت از جمله جاذب‌های معدنی کم‌هزینه است که با توجه به خصوصیات منحصر به فرد آن، در صنایع مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعه انکوباسیون با هدف بررسی نقش دیاتومیت و پودر پیاز زعفران بر میزان نیتروژن خاک بر مبنای طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح دیاتومیت (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک) و چهار سطح پودر پیاز زعفران (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک) بود. نتایج این بررسی نشان داد که افزودن دیاتومیت تا حدی موجب افزایش معنی‌دار مقدار نیتروژن خاک گردیده اما با افزودن پودر پیاز زعفران این افزایش به مقدار بیشتری در مقایسه با تیمار شاهد صورت پذیرفت؛ در بالاترین سطح کاربرد همزمان پودر پیاز زعفران و دیاتومیت مقدار نیتروژن خاک نسبت به تیمار شاهد ۱۸۷/۳ درصد افزایش پیدا کرد.

کلمات کلیدی: حاصلخیزی خاک، کورم زعفران، مدیریت عناصر غذایی، کشاورزی پایدار

مقدمه

کمبود و ضعف عناصر غذایی در خاک‌های کشاورزی به منظور تامین نیازهای رشد محصولات، به مساله‌ای در سطح جهانی تبدیل شده است که هم تولید غذا و هم سلامتی بشر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. معضل پیش رو با توجه به این مهم که کشاورزی دنیا با مساله‌ی کاشت و تولید کافی محصولات سالم برای بیش از ۷ میلیارد نفر مواجه است، و این عدد در سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر خواهد رسید (سازمان ملل، ۲۰۱۳) از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود و در صورتی که عناصر غذایی ضروری مورد نیاز گیاهان دچار کمبود، به مقدار کافی تامین نشود، منجر به افزایش کمبود محصولات خواهد شد. تولید محصول مناسب نیازمند این است که خاک شامل مقادیر کافی عناصر غذایی کلیدی باشد؛ عدم کفایت عناصر غذایی خاک اخیراً در بسیاری از نواحی به دلیل استفاده از سیستم‌های کشت متوالی، فرسایش، کاهش استفاده از مواد آلی (مانند کود دامی) و جایگزین شدنشان با کودهای شیمیایی مشاهده می‌گردد که می‌تواند وضعیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تضعیف کند (Fageria, ۲۰۰۷). کودهای شیمیایی تولیدشده معمولاً به سرعت حل شده و دارای واکنش پذیری سریع هستند. این کودها دارای سطوح بالایی از عناصر غذایی گیاه همراه با اندکی ناخالصی بوده، علائم کمبود را به صورت مقطعی برطرف نموده و معمولاً به سرعت در آب حل می‌گردند (Siegel و همکاران، ۱۹۶۲).

دیاتومه‌ها جلبک‌های تک‌سلولی بسیار کوچکی متعلق به خانواده جلبک‌های دریایی باسیلاریوفیس (طلایی- قهوه‌ای) هستند، که داخل پوسته سخت زندگی می‌کنند و به مقدار زیادی در آب‌های شور وجود دارند. تمرکز بسیار زیاد دیاتومه‌ها در آب‌های ساحلی به عنوان یک آلاینده آب عمل می‌کند و در بعضی موارد باعث تولید اسید دامیک می‌شود که اسیدی سمی است و بر سیستم عصبی جانوران اثر سوء داشته و می‌تواند باعث مرگ آنها نیز بشود (Ivanov و Belyakov, ۲۰۰۸)، زمانی که این گیاهان می‌میرند پوسته آن‌ها ته‌نشین می‌شود و با گذشت زمان مقدار زیادی از این پوسته‌ها تجمع

* ایمیل نویسنده مسئول: mhdishahabi21@gmail.com



می‌بندد و شکل نهایی این مواد خاک‌های دیاتومه و یا سنگ‌هایی با وزن بسیار کم است که دیاتومیت نامیده می‌شوند. اندازه ذرات دیاتومیت غالباً بین ۵۳ تا ۱۳۳ میکرومتر است. ترکیبات دیاتومیت شامل سیلیکا و ناخالصی‌های متفاوتی از قبیل کانی‌ها و مواد شیمیایی مشخص به‌ویژه آهن به عنوان اصلی‌ترین ناخالصی می‌شود (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۰). قسمت اعظم ترکیب دیاتومیت از سیلیس تشکیل شده است. دانه‌بندی دیاتومیت بسیار ضعیف بوده که این خاصیت باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری آن تا ۴ برابر می‌شود. دیاتومیت از نظر شیمیایی خنثی بوده و میل ترکیبی با اکثر مایعات و محلول‌ها ندارد. پس از سیلیس؛ آلومینیوم و آهن بیشترین سهم را در ترکیب شیمیایی دیاتومیت دارند. وجود آلومینیوم و آهن به دلیل حضور آن‌ها در ترکیب اسکلت دیاتومه‌ها و هم در ترکیب تعدادی از ناخالصی‌های همراه است (Flower, ۲۰۱۳). از کاربردهای دیاتومیت می‌توان به ترکیبات سرچوب کبریت، ترکیبات الکترودهای جوشکاری، باتری‌سازی، پایدارکننده مواد منفجره، ماده افزودنی به گل حفاری، باروری دانه‌ها، به عنوان ساینده در دندانسازی، ماده‌ی ضد قالب‌گیری، کپسول‌های نیترات آمونیوم، پایدارکننده ظروف استیلن، جاذب، تصفیه فاضلاب، غذای حیوانات و همچنین تولید کود اشاره نمود. مواد معدنی مختلفی ممکن است به عنوان رقیق کننده و پرکننده در کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. مواد پرکننده باید از نظر شیمیایی خنثی بوده و از سائیدگی کمی برخوردار باشند و درعین حال وزن مخصوص مناسبی نیز داشته باشند. پر استفاده‌ترین مواد معدنی که به عنوان پرکننده و یا حمل کننده در ساخت کودهای شیمیایی کاربرد دارند عبارتند از: دیاتومیت، خاک فولر، کائولن، تالک، ژیپس، آهک، پرلیت، پیروفیلیت و سپولیت. در میان این مواد معدنی، دیاتومیت از نظر شیمیایی خنثی‌ترین ماده معدنی است. رایج‌ترین کاربرد دیاتومیت در کشاورزی استفاده از آن در ساخت کودهای نیترات آمونیوم و اوره است. این مواد در آب محلول بوده و اگر حتی مقدار کمی آب هم وجود داشته باشد این مواد حالت چسبندگی پیدا می‌کنند (Flower, ۲۰۱۳).

زعفران گیاهی چندساله، نیمه گرمسیری و سرمادوست است؛ کشت این گیاه عمدتاً در منطقه غرب آسیا نظیر مناطق کم‌باران ایران که دارای زمستان سرد و تابستانی گرم هستند گسترش دارد. زعفران متعلق به خانواده زنبقیان، گیاهی علفی، چندساله، بدون ساقه هوایی و کورم‌دار است. ویژگی‌های خاص این محصول از جمله امکان بهره‌برداری چندساله در یک نوبت کاشت، نیاز به آب کم (آبیاری آن در زمان‌های غیر بحرانی نیاز آبی سایر گیاهان) و نیز بازار فروش داخلی و خارجی مناسب، آن‌را به عنوان انتخاب نخست کشاورزان استان خراسان مطرح کرده است. به منظور نیل به حداکثر عملکرد کشت زعفران و نیز افزایش طول دوره تولید، علاوه بر شرایط آب‌وهوایی و خاک مناسب، نیازمند مدیریت صحیح عملیات مزرعه است؛ در این ارتباط فراهمی عناصر غذایی از جمله مؤثرترین راهکارهای بهبود عملکرد این گیاه محسوب می‌شود (Koocheki و همکاران، 2011a,b). تامین عناصر غذایی از منابع آلی مانند کودهای دامی، شیمیایی مانند کود اختصاصی دلفارد و نیز کودهای زیستی، می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، منجر به بهبود کیفیت زعفران شود؛ در این ارتباط نتایج تحقیق امیری (Amiri, ۲۰۰۸) حاکی از نقش موثر مصرف کود دامی در بهبود عملکرد زعفران بود.

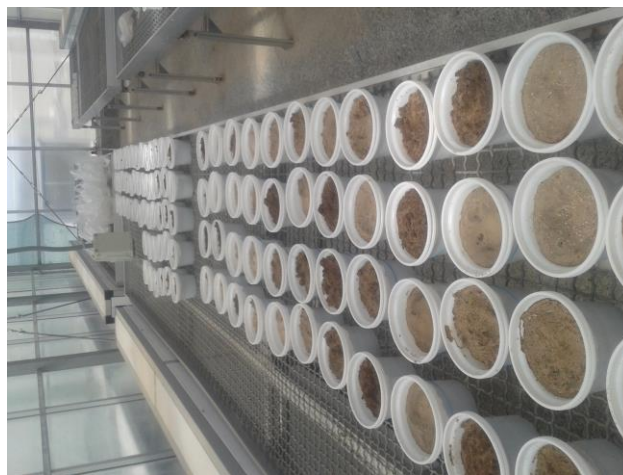
با در نظر گرفتن طول دوره تولید زعفران در ایران که تا هشت سال گزارش شده است (Naderi Darbaghshani و همکاران، ۲۰۰۹)، طی تحقیقات میدانی مشاهده شد که کشاورزان پس از ۶ تا ۸ سال از کشت این گیاه به سبب کاهش عملکرد آن کورم زعفران را از زمین خارج نموده، پیاز والد را جهت تغذیه دام و یا کودآلی استفاده و پیازهای جوان تولید شده را به فروش رسانده و یا در زمینی دیگر کشت می‌نمایند. بنابراین پژوهش حاضر با بررسی اثرات سطوح مختلف دیاتومیت و پودر پیاز زعفران بر میزان نیتروژن خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر بر مبنای طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۹۵-۱۳۹۴ به اجرا درآمد.

خاک مورد استفاده از محدوده دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری جمع آوری و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی متری بافت آن به روش هیدرومتری، pH گل اشباع با استفاده از pH سنج، ماده آلی به روش والکلی-بلک و میزان نیتروژن کل با دستگاه کج‌لدال (Kjeltec 8100)، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع با EC سنج و رطوبت ظرفیت مزرعه نیز اندازه گیری شد.

تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح دیاتومیت (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک) و چهار سطح پودر پیاز زعفران (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک) بود. پس از پودر کردن دیاتومیت و پیاز زعفران، واحدهای آزمایشی در اوزان مشخص با یک کیلوگرم خاک مخلوط و به مدت ۶ ماه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با حفظ رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری گردید و سپس مورد آزمایش قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS، مقایسه میانگین‌ها با آزمون tukey در سطح یک درصد انجام گردید و برای رسم نمودار از برنامه Excel استفاده شد.



شکل ۱. نمایی از نگهداری نمونه‌ها در رطوبت ظرفیت مزرعه

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای ماده آلی کم (کمتر از ۱ درصد) با بافت لومی شنی بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	pH	رطوبت ظرفیت مزرعه (%)	ECe (dS/m)	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)
لوم شنی	۷/۹۴	۱۶	۰/۹۲	۰/۳	۰/۰۲۵

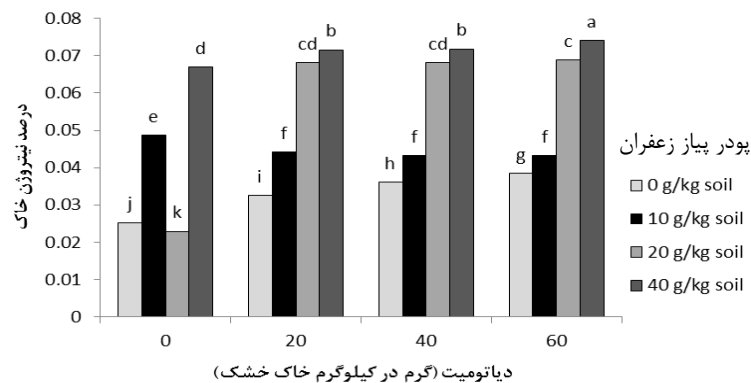
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کاربرد دیاتومیت و پودر پیاز زعفران به تنهایی و هم‌زمان اثر معنی‌داری بر درصد نیتروژن خاک داشت ($P < 0.01$) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش مقدار دیاتومیت و پودر پیاز زعفران، درصد نیتروژن خاک در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (شکل ۲). به طوری که بیشترین درصد نیتروژن خاک (۰/۰۷۲۴٪) خاک در تیمار سطح ۴۰ کیلوگرم پودر پیاز زعفران و ۶۰ کیلوگرم دیاتومیت در کیلوگرم خاک و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (۰/۰۲۵۲٪) به دست آمد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر درصد نیتروژن خاک

F	میانگین مربعات	منبع تغییرات
۳۴۴۳/۲ **	۰/۰۰۳۲	زعفران
۶۵۰/۵۴۵ **	۰/۰۰۶	دیاتومیت
۳۹۲/۵۲ **	۰/۰۰۴	اثر متقابل
	۹.۲۷۹۰۱E-07	خطای آزمایشی
	؟؟	ضریب تغییرات (۴/۲۱)

** : معنی دار در سطح یک درصد.

شکل (۲) اثر سطوح مختلف دیاتومیت و پودر پیاز زعفران بر درصد نیتروژن خاک را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل افزودن دیاتومیت تا حدی موجب افزایش مقدار نیتروژن خاک شد اما با افزودن پودر پیاز زعفران این افزایش به مقدار بیشتری در مقایسه با تیمار شاهد صورت پذیرفت؛ به طوری که در بالاترین سطح کاربرد همزمان پودر پیاز زعفران و دیاتومیت (۴۰ گرم در کیلوگرم خاک پودر پیاز زعفران و ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک دیاتومیت)، مقدار نیتروژن خاک نسبت به تیمار شاهد ۱۸۷/۳ درصد افزایش داشت و این افزایش در اثر کاربرد بالاترین سطح پودر پیاز زعفران (۴۰ گرم در کیلوگرم خاک) به تنهایی به میزان ۱۶۱/۱ درصد و در اثر کاربرد بالاترین سطح دیاتومیت (۶۰ گرم در کیلوگرم خاک) به تنهایی به میزان ۵۵/۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بود. Dessalew و همکاران (۲۰۱۷) و Haynes و همکاران (۱۹۹۸) نیز در مطالعات خود به اثر مثبت دیاتومیت و افزودن ماده آلی بر مقدار نیتروژن و حاصلخیزی خاک و در نتیجه آن افزایش بهره‌وری گیاه اشاره نمودند.



شکل ۲- اثر سطوح مختلف دیاتومیت و پودر پیاز زعفران بر درصد نیتروژن خاک پس از ۶ ماه انکوباسیون. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری ($P < 0.01$) است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد هم‌زمان دیاتومیت و پودر پیاز زعفران باعث افزایش مقدار نیتروژن خاک می‌گردد اگرچه افزودن دیاتومیت به تنهایی نقش چندانی در این افزایش نشان نداد. با وجود مطالعات محدود در کاربرد دیاتومیت در کشاورزی، به منظور روشن شدن مکانیزم آن در خاک و آشکار شدن اثرات این گونه جاذب‌ها بر خاک و رشد گیاه تحقیقات گسترده‌ای نظیر بررسی تاثیر دیاتومیت و انواع اصلاح شده آن بر گونه‌بندی فلزات و عناصر خاک حتی در زمان‌های بیشتر، مطالعات سینتیک و ایزوترم‌های جذب بر روی انواع دیاتومیت و مقایسه آن با سایر جاذب‌های معدنی پیشنهاد می‌گردد.



منابع:

- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۱۳۹۰. دیاتومیت. پایگاه داده‌های علوم زمین، www.ngdir.com.
- Amiri, M. E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 4, 274–279.
- Dessalew, G., Beyene, A., Nebiyu, A., & Ruelle, M. L. 2017. Use of industrial diatomite wastes from beer production to improve soil fertility and cereal yields. *Journal of Cleaner Production.* 157, 22–29.
- Fageria, N. K. 2007. Yield, Nutrient Uptake, and Soil Chemical Properties as Influenced by Liming and Boron Application in Common Bean in a No-Tillage System. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 38, 1637–1653.
- Flower, R.J. 2013. DIATOM METHODS | Diatomites: Their Formation, Distribution, and Uses. in: Editor-in-Chief: Scott, A.E. (Ed.). *Encyclopedia of Quaternary Science (Second Edition)*. Elsevier, Amsterdam, pp. 501-506.
- Haynes, R.J., and Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient cycling in agroecosystems* 51(2), 123-137.
- Ivanov, S.É., Belyakov, A.V. 2008. Diatomite and its applications. *Glass Ceram.* 65, 48-51.
- Koochaki, A L, Tabrizi, M., Jahani A., Mohammad Abadi, A. 2011a. An evaluation of the effect of saffron (*Crocus sativus* L.) corm planting rate and pattern on the crop's performance. *Iran. J. Hortic. Sci.* 42, 379–391.
- Koocheki, A., M. Jahani, L., Tabrizi and A. A. Mohammad Abadi. 2011b. Investigation on the Effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Water Soil.* 25, 196–206.
- Naderi Darbaghshahi, M. R., S. M. Khajebashi, S. A. Banitaba and S. M. Dehdashti. 2009. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. *Seed Plant J.* 24, 643–657.
- Siegel, M. R., Meline, R. S., and Kelso, T. M. 1962. Fertilizer Technology, High-Analysis Fertilizers from Phosphoric Acid and Conventional Ammoniating Materials. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 10(5), 350–361.
- World population projected to reach 9.6 billion by 2050 | UN DESA | United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2013). Retrieved November 4, 2018, from <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html>



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of diatomite and saffron corm powder on soil nitrogen content

Shahabi Rokni^{*1}, M., Sayyari Zahan², M. H.

¹ B. Sc. Graduated, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

Abstract

The inadequacy of soil nutrient elements that can affect the physical, chemical and biological properties of the soil is observed in many areas. This problem has become a global issue to meet the needs of crop growth that affects human food production and health. The application of organic fertilizers and natural adsorbents is critical to correcting this problem. Meanwhile, diatomite is a low-cost inorganic adsorbent that is used in various industries, due to its unique properties. An incubation experiment was conducted to investigate the role of diatomite and saffron onion powder on soil nitrogen content in a factorial arrangement based on a completely randomized design with three replications. The treatments included four levels of diatomite (0, 20, 40 and 60 g/kg soil) and four levels of saffron onion powder (0, 10, 20 and 40 g/kg soil). The results of this study showed that the addition of diatomite significantly increased soil nitrogen content compared to control treatment, but with addition of saffron onion powder, this increase was more. At the highest level of application of saffron onion powder and diatomite, soil nitrogen content increased by 187.3% compared to control treatment.

Keywords: Soil Fertility, Saffron Corm, Nutrient Element Management, Sustainable Agriculture

* Corresponding author, Email: mahdishahabi21@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر سالیسیلیک‌اسید بر رشد و ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.)خدیجه فیضی^{۱*}، علی اشرف امیری نژاد^۲، مختار قبادی^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی^۳ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

چکیده

سالیسیلیک‌اسید با تاثیر بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک، بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف موثر است. در پژوهش حاضر، اثر سالیسیلیک‌اسید بر رشد و ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) بررسی گردید. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی و با ۳ تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. تیمار آزمایشی شامل ۳ سطح سالیسیلیک‌اسید (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر) بود که به شکل محلول‌پاشی اعمال گردید. بر طبق نتایج، اثر سالیسیلیک‌اسید بر بیشتر ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ریحان معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین مقدار افزایش رشد در ارتفاع گیاه (به‌طور میانگین ۴۰/۱۳ سانتی‌متر بر گلدان)، سطح برگ (۴۰۷/۹۶ سانتی‌متر مربع) و وزن تر اندام هوایی (۷۸/۹ گرم) در تیمار ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر سالیسیلیک‌اسید و کمترین مقادیر ارتفاع گیاه (۲۷/۶۶)، سطح برگ (۲۵۷/۶۵) و وزن تر اندام هوایی (۴۴/۷ گرم) در تیمار شاهد مشاهده گردید. البته، سالیسیلیک‌اسید بر بعضی پارامترهای رشد از قبیل وزن تر و خشک ریشه تاثیر معنی‌داری نداشت. به طور کلی، این پژوهش نشان داد که استفاده از محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید، روشی مناسب و اقتصادی برای بهبود رشد گیاهان دارویی است.

کلمات کلیدی: ارتفاع گیاه، سطح برگ، فیتوهورمون‌ها

مقدمه

یکی از عوارض جانبی داروهای شیمیایی و تمایل به استفاده از محصولات طبیعی به منظور حفظ سلامت، باعث افزایش توجه به تولید گیاهان دارویی شده است (Azarnivand و همکاران ۲۰۱۰). ریحان یک گیاه دارویی از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) با نام علمی *Ocimum basilicum* L. است. گیاهی یک ساله و علفی با تنوع زیاد و ترکیبات ثانویه و مخصوصاً اسانس است (Telci و همکاران ۲۰۰۶). اسانس ریحان به عنوان ادویه در شیرینی پزی، سالاد، بستنی و نیز در کارخانه‌های عطرسازی و تهیه خمیر دندان کاربرد دارد (Labra و همکاران ۲۰۰۴). ریحان به عنوان یک گیاه دارویی در درمان بیماری‌هایی چون سردرد، سرفه، اسهال، ناراحتی‌های کلیوی و مداوای طحال مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hsani و همکاران ۲۰۰۳). به منظور بهبود رشد کمی و کیفی گیاهان دارویی، امروزه از انواع تنظیم‌کننده‌های گیاهی استفاده می‌شود. یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد سالیسیلیک‌اسید است. سالیسیلیک‌اسید یا ارتو هیدروکسی بنزوئیک‌اسید جزء فیتوهورمون‌ها بوده و به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود. این ترکیب فنولی، نقش محوری در فرایندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد، فتوسنتز و جوانه‌زنی ایفا می‌کند (Akhkha و همکاران ۲۰۱۱). همچنین، سالیسیلیک‌اسید بر فعالیت‌های اکسیداتیو، تنفس، جذب، انتقال یون‌ها و فعالیت برخی آنزیم‌ها دارای نقش کلیدی است. سالیسیلیک‌اسید با تاثیر بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه، بر رشد و عملکرد گیاهان موثر است. میزان این تاثیر بستگی به نوع و گونه گیاهی دارد. به عبارت دیگر، این تاثیرات ممکن است در بعضی موارد تحریک‌کننده، در مواردی تسریع‌کننده و در بعضی دیگر متوقف‌کننده باشد (Khan و همکاران ۲۰۰۳). این اسید در برخی از شرایط ممکن است از طریق فرآیندهای مختلف مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی همچون خشکی، گرما و فلزات سنگین افزایش دهد (Raskin و همکاران ۱۹۹۷). با توجه به مطالب مذکور، هدف اصلی از انجام این تحقیق بررسی تاثیر سالیسیلیک‌اسید بر ویژگی‌های رشد گیاه ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط گلخانه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۷ در گلخانه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی انجام گرفت. تیمار سالیسیلیک‌اسید در ۳ سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر اعمال گردید. نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری زمین‌های کشاورزی منطقه

* ایمیل نویسنده مسئول: feyzi.khadige@gmail.com

ماهیدشت استان کرمانشاه برداشت شد. این منطقه در غرب ایران با عرض ۳۴ درجه و ۹ دقیقه و ۴۲ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۲۹ دقیقه و ۱ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه و دو ثانیه تا ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه و ۳۲ ثانیه شرقی قرار دارد. برای انجام طرح از گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی استفاده گردید. نمونه‌های خاک بعد از هوا خشک کردن در داخل گلدان‌ها ریخته شد. همچنین، برای سهولت زهکشی و تهویه بهتر، مقداری پرلیت به خاک گلدان‌ها اضافه شد. در کف هر گلدان نیز ۷۰۰ گرم پوک معدنی ریخته شد. در هر گلدان ۱۵ عدد بذر ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) به صورت دایره‌ای کاشته شد. به منظور حفظ رطوبت و جلوگیری از خشک شدن بستر بذرها، عملیات آبیاری در هفته اول به صورت روزانه و در ادامه متناسب با نیاز آبی گیاه، آبیاری به صورت ۲ یا ۳ بار در هفته صورت گرفت. پس از جوانه‌زنی و ظهور برگ‌های حقیقی، ۵ گیاه در هر گلدان را باقی گذاشته و بقیه تنک شد. در طول مدت آزمایش (از زمان کاشت تا برداشت) وجین علف‌های هرز انجام گردید. در ابتدای آزمایش، به خاک هر گلدان ۲۰۰ گرم کود گوسفندی اضافه تا شرایط برای رشد گیاه بهتر مهیا شود. پس از استقرار کامل گیاهان و در مرحله ۶-۸ برگ، تیمار سالیسیلیک اسید اجرا گردید. اجرای این تیمار در ساعات غروب آفتاب (برای جلوگیری از تبخیر محلول) و به صورت محلول‌پاشی برگ‌ها تا خیس شدن کامل سطح برگ‌ها انجام گرفت. این عملیات با فاصله هر ۱۰ روز یک بار تکرار شد و تا شروع گلدهی گیاه ادامه یافت. توضیح اینکه در تیمار شاهد محلول‌پاشی با آب مقطر انجام شد. نمونه‌های خاک بعد از آماده‌سازی و عبور از الک ۲ میلی‌متری، مورد تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم قرار گرفت. بافت خاک و درصد فراوانی نسبی ذرات به روش هیدرومتر (Jee and Baider, 1997)، pH خاک در نسبت ۱:۲/۵ به وسیله pH سنج (Pich و همکاران ۱۹۹۲)، کربنات‌کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک (Jakson, 1958)، کربن آلی به روش واکلی- بلک (Walky and Blak, 1934)، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره نسبت ۱:۲/۵ آب به خاک به وسیله هدایت‌سنج (Pich, 1992) و جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه اندازه‌گیری گردید. در پایان رشد رویشی گیاه (نه هفته پس از سبز شدن)، برخی پارامترهای رشدی شامل ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش)، قطر ساقه (با استفاده از کولیس دیجیتالی)، سطح برگ با استفاده از کاغذ شطرنجی، تعداد گل و شاخه‌های جانبی، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه (خشک شده در آن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت) و حجم ریشه هر گلدان (از طریق جابه جا شدن آب در یک استوانه مدرج) تعیین گردید. همچنین، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-14 انجام شد.



شکل ۱. نمایی از تیمارهای مورد آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی

نتایج و بحث

مطابق جدول نتایج تجزیه‌های ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول ۱)، ملاحظه می‌شود که بافت خاک مورد مطالعه نسبتاً سنگین بوده و ظرفیت نگهداشت رطوبت بالایی دارد. همین‌طور، خاک دارای آهک نسبتاً زیاد و میزان کربن آلی کمتر از ۱ درصد داشته و مشکلی از نظر شوری و قلییابیت ندارد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	EC (dS/m)	pH	کربنات کلسیم معادل (درصد)	کربن آلی (درصد)	تخلخل (درصد)	CEC (Cmol/kg)
رسی سیلتی	۱۶/۴	۴۲/۶	۴۱	۰/۵	۷/۷	۲۶/۵	۰/۳۹	۵۷	۱۱/۵۸

اثر سالیسیلیک اسید بر ارتفاع بوته گیاه ریحان

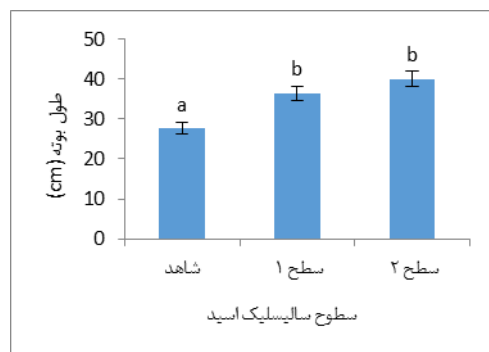
جدول ۲ ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ریحان تحت تیمار سالیسیلیک اسید را نشان می‌دهد. مطابق نتایج، اثر سالیسیلیک اسید بر ارتفاع بوته از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۲. تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ریحان تحت تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	سطح برگ	ساقه جانبی	تعداد گل	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	حجم تغییرات
سالیسیلیک اسید	۶	۱۲۳**	۰/۸۹**	۱۷۳۵**	۵/۳۳**	۴/۱۱*	۹۵۹/۶۴**	۱۹/۹۶*	۲۰۵/۸ ^{NS}	۱/۴ ^{NS}	۰/۳۳ ^{NS}
خطا	۲	۳/۶۱	۰/۰۲۲	۱۶۹/۵۴	۰/۵۵۶	۰/۲۲۲	۸/۳۰	۰/۹۵۶	۸۲	۰/۲۱	۳/۵۵

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

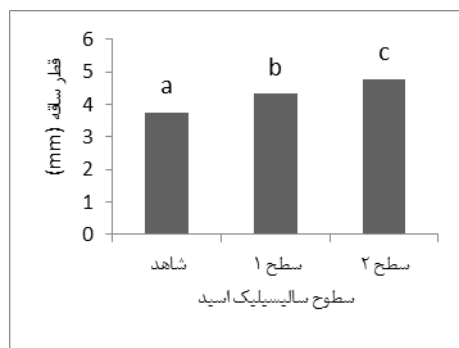
شکل ۱ نیز اثر ساده تیمار سالیسیلیک اسید بر ارتفاع گیاه در گیاه ریحان را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که با افزایش مقدار سالیسیلیک اسید ارتفاع گیاه افزایش یافته و این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌دار با شاهد است. سالیسیلیک اسید از طریق تقسیم سلولی که با کمک تنظیم‌کننده‌ها و از جمله اکسین انجام می‌شود، در افزایش ارتفاع گیاه موثر است. گزارش‌هایی از اثر سالیسیلیک اسید بر افزایش طول بوته در برخی از گیاهان مانند، سویا، لوبیا چشم بلبلی و نخود فرنگی ارائه شده است (Majd و همکاران ۲۰۰۶). Gutiérrez-Coronado و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش داده‌اند که کاربرد سالیسیلیک اسید در گیاه بابونه بطور معنی‌داری رشد ساقه و ارتفاع گیاه را افزایش داده است.



شکل ۱. اثر سالیسیلیک اسید بر ارتفاع گیاه ریحان

اثر سالیسیلیک اسید بر قطر ساقه ریحان

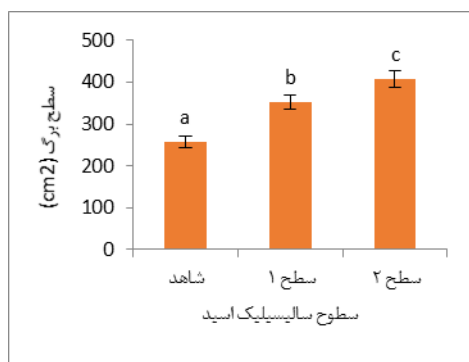
بر طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر سالیسیلیک اسید بر قطر ساقه ریحان از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. مطابق شکل ۲، با افزایش سالیسیلیک اسید، قطر ساقه افزایش یافته که این افزایش در هر سه سطح کاربردی از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بر طبق گزارش بیات و همکاران (۱۳۹۲)، محلول پاشی با سالیسیلیک اسید علاوه بر افزایش ارتفاع، موجب افزایش قطر ساقه گل اطلسی شده است.



شکل ۲. اثر سالیسیلیک اسید بر قطر ساقه گیاه ریحان

اثر سالیسیلیک اسید بر سطح برگ ریحان

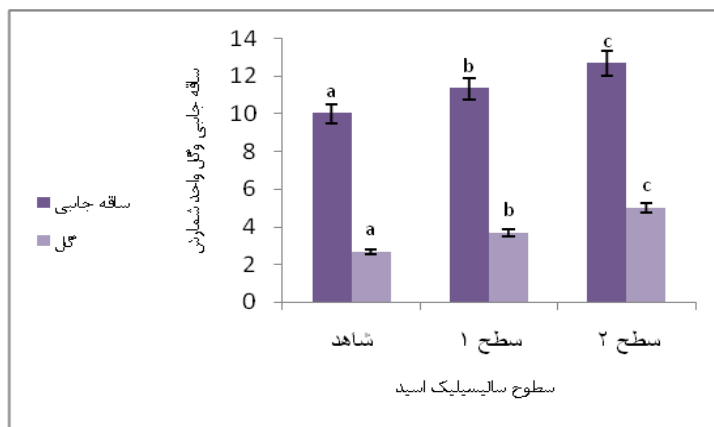
بر طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر سالیسیلیک اسید بر قطر ساقه ریحان از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی دار بوده و مطابق شکل ۳، با افزایش سالیسیلیک اسید، سطح برگ افزایش یافت. آروین و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کرده اند که سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی داری سطح برگ گیاه سیر شده است. با توجه به اینکه سالیسیلیک اسید تقسیم سلولی درون مریستمی را افزایش می دهد، از این طریق موجب افزایش سطح برگ گیاه می گردد.



شکل ۳. اثر سالیسیلیک اسید بر سطح برگ گیاه ریحان

اثر سالیسیلیک اسید بر تعداد ساقه جانبی و تعداد گل ریحان

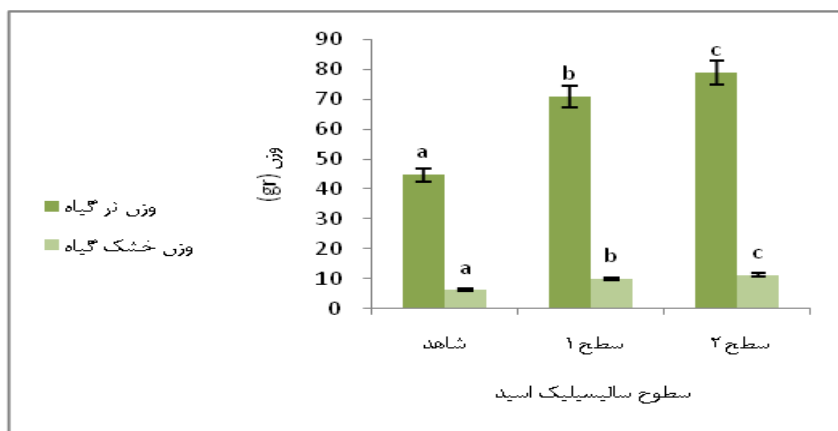
مطابق نتایج تجزیه واریانس، اثر سالیسیلیک اسید بر تعداد ساقه جانبی و تعداد گل به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده است. مطابق شکل ۴ با افزایش مقدار سالیسیلیک اسید، تعداد ساقه جانبی در هر سه سطح کاربردی در سطح یک درصد و تعداد گل (در هر سه سطح کاربردی) در سطح پنج درصد معنی دار بود. مشابه این نتیجه، در باقلا و سویا (Krishna و همکاران ۲۰۰۴) گزارش شده است. Martinmax و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کرده اند که اسپری برگی سالیسیلیک اسید در گیاه بنفشه آفریقایی باعث افزایش تعداد گل شده است.



شکل ۴. اثر سالیسیلیک اسید بر ساقه جانبی و گل در گیاه ریحان

اثر سالیسیلیک اسید بر وزن تر و خشک ریحان

با افزایش سالیسیلیک اسید، وزن تر و خشک گیاه افزایش یافت که این افزایش (در هر سه سطح کاربردی) در خصوص وزن تر در سطح ۱ درصد و در مورد وزن خشک در سطح ۵ درصد معنی دار بود (شکل ۵). این نتایج، با یافته‌های Metwally و همکاران (۲۰۰۳) در رابطه با افزایش وزن تر و خشک جو از طریق محلول پاشی با سالیسیلیک اسید مطابقت دارد.



شکل ۵. اثر سالیسیلیک اسید بر وزن تر و خشک در گیاه ریحان

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که محلول پاشی با سالیسیلیک اسید (به ویژه در سطح ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر)، باعث افزایش ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه ریحان نظیر طول بوته، قطر ساقه، سطح برگ، شاخه جانبی، تعداد گل و وزن تر و خشک اندام هوایی می‌گردد. با توجه به اینکه ترکیبات فنولیک نظیر سالیسیلیک اسید موجب تسهیل در جذب عناصر غذایی می‌شوند، بنابراین می‌توانند نقش مثبتی در افزایش رشد و عملکرد گیاهان داشته‌باشد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه در این آزمایش، غلظت ۲۰۰ میکروگرم بر لیتر سالیسیلیک اسید بر اکثر صفات رشدی گیاه ریحان اثر معنی‌داری داشت، بنابراین توصیه می‌شود در مرحله شش تا هشت برگی گیاه، از غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر سالیسیلیک اسید جهت بهبود رشد گیاهان دارویی استفاده گردد.



منابع

- آروین، م. ج.، بید مشکی، ا.، کرامت، ب. و مقصودی، ک. ۱۳۹۰. نقش سالیسیلیک اسید در کاهش اثرات تنش خشکی از طریق تاثیر بر پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاه سیر. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان: ص ۹۴۳-۹۴۲.
- بیات، ح.، نعمتی، س. ح.، تهرانی فر، ع.، وحدتی، ن. و سلاح ورزی، ی. ۱۳۹۱. تاثیر سالیسیلیک اسید بر رشد و ویژگی های زینتی اطلسی ایرانی تحت شرایط تنش شوری. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه، ۱۱ (۳)، ۵۱-۴۳.
- Akhkha, A., T.Boutra and A. Alhejely. 2011. The rates of photosynthesis, chlorophyll content, dark respiration, proline and abscisic acid (ABA) in wheat (*Triticum durum*) under water deficit conditions. International Journal of Agricultural Biology 13: 215-221.
- Azarnivand, H., Arabani, M. G., Sefidkon, F. and Tavili, A. 2010. The effect of ecological characteristics on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4), 556-571.
- Gutiérrez-Coronado, M. A., Trejo-López, C. and Larqué-Saavedea, A. 1998. Effects of Salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry 36: 563-565.
- Hasani, A., OmidBaigi, R. and Heydari Sharif Abad, H. 2003. Effects of different Soil moisture content on growth, yield and accumulation of adaptive metabolites in basil. Journal of Water and Soil Science, 17(2), 25-31.
- Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D. L. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology, 160(5), 485-492.
- Krishna, S., Surinder, K., Thind, S.K. and Gurpreet, K. 2004. Interactive effects of phenolics and light intensity on vegetative parameters and yield in soybean (*Glycine max* L.). Environmental Ecology, 22: 390-394.
- Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M. and Sala, F. 2004. Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum* cultivars. Plant Science, 167(4), 725-731.
- Majd, A., Chalabian, F., Maddah, S., Falahian, F. and Sabaghpour, S. 2006. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. Journal of Biology, 19 (3), 314-324.
- Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K. J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology, 132(1), 272-281.
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Biology, 43(1), 439-463.
- Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G. and Avci, B. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematics and Ecology, 34(6), 489-497.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of salicylic acid on growth and morphological characteristics of green basil herb (*Ocimum basilicum* L.)

Fyezi^{*1}, K., Amirinejad², A.A., Ghobadi, M.³

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi-, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

³ Associate Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture University of Razi, Iran

Abstract

Salicylic acid, by affecting many physiological and morphological processes, affects the growth and yield of various plants. In this study the effects of salicylic acid on the morphological characteristics of green basil herb (*Ocimum basilicum* L.) was investigated. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in the greenhouse. The experimental treatment consisted of three levels of salicylic acid (0, 100 and 200 µg/liter), which were sprayed on the plants. According to the results, the effect of salicylic acid on most of the morphological characteristics of basil plant was significant, so that the highest amount of growth in plant height (13 cm), leaf area (407.96 cm²) and fresh air mass (78.9 g) were obtained in treatment with 200 µg / l salicylic acid and lowest values in height Plant (27.66 cm), leaf area (257.6 cm²) and fresh weight (48.7 g) was observed in control treatment. Increasing application area, plant height, stem diameter, root volume, fresh and dry weight of shoot and root increased, so that the highest growth rate in fresh air weight (72.9 g), fresh weight of root (36.1 g), root dry weight (2.6 g) and root volume (47.3 cm³) in treatments were 3% and the lowest fresh weight (44.7 g), root fresh weight (11.6 g), root dry weight (0.83 g) and root volume (21 cm³) were observed in control treatment. Of course, salicylic acid had no significant effect on some growth parameters such as fresh and dry weight of root. In general, this study showed that the use of salicylic acid spraying is a convenient and economical way to improve the growth of medicinal plants. is no

Keywords: Leaf area, phytohormone, plant height,

* Corresponding author, Email: feyzi.khadige@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارتباط فسفر قابل جذب با برخی خصوصیات خاک و لندفرم در اراضی آهکی استان اصفهان

مجتبی فتحی^{۱*}، مهدی طهرانی^۲

^۱ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران،

^۲ موسسه تحقیقات خاک و آب،

چکیده

کمبود فسفر از مناطق مختلف جهان گزارش شده و چالشی اساسی در تغذیه گیاه به شمار می‌رود. به رغم عمومیت کمبود این عنصر، تنوع شرایط خاک و لندفرم در گسترش جغرافیایی و شدت کمبود تاثیرگذار است. در این مطالعه نمونه‌برداری خاک در استان اصفهان از ۲۵۰۰ نقطه به صورت شبکه‌ای به فاصله دو کیلومتر و تا عمق ۶۰ سانتیمتر انجام و میزان فسفر قابل جذب و ویژگیهای خاک اندازه‌گیری شد. سپس وضعیت لندفرمها در محدوده مطالعاتی بررسی گردید. نتایج نشان داد فراهمی فسفر خاک در این مناطق تحت تاثیر عوامل خاک و توپوگرافی قرار گرفته است. در غالب خاکها فقر عنصر فسفر مشاهده و ۴۸ درصد اراضی مورد بررسی فسفر قابل جذب کمتر از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات فسفر بین ۱ تا ۵۳ و میانگین آن ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین بسته به نوع لندفرم برآورد میزان عنصر فسفر قابل جذب به کمک ویژگیهای خاک به روش رگرسیون گام به گام ممکن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: خاک، فراهمی فسفر، توپوگرافی، اقلیم

مقدمه

جهت تامین غذای کافی برای جمعیت رو به رشد جهان، شناسایی و جبران فقر عناصر ضروری گیاه در اراضی تحت کشت اجتناب ناپذیر است. به رغم عمومیت کمبود این عناصر، تنوع شرایط خاک و اقلیم در گسترش جغرافیایی و شدت کمبود بسیار تاثیرگذار است. در بین این عناصر کمبود فسفر چالش اساسی تغذیه گیاه در اراضی تحت کشت به شمار می‌رود و از خاک‌های مناطق مختلف جهان کمبود آن گزارش شده است. بنا بر این تامین فسفر مورد نیاز گیاه به عنوان یکی از عناصر پرمصرف نقش مهمی در تولید محصول به ویژه در خاکهای آهکی مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (Goldstein و همکاران ۱۹۸۸). غلظت فسفر قابل جذب در خاکهای زراعی مناطق مختلف جهان از ۰/۱ تا ۳ گرم در کیلوگرم تغییر می‌کند که در ایران به دلیل شرایط آهکی اکثر خاکهای زراعی، حداکثر فسفر قابل جذب به مراتب کمتر از این مقدار می‌باشد. برخی مطالعات تفاوت مواد مادری، تشکیلات زمین‌شناسی و فاکتورهای تشکیل خاک را بر مقدار فسفر قابل جذب موثر دانسته‌اند (LI و همکاران، ۲۰۱۵). مقدار فسفر برداشتی از خاک توسط گیاهان در مقایسه با ازت، پتاسیم و حتی گوگرد و منیزیم به مراتب کمتر بوده و معمولاً بین ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار است. برنج با عملکرد ۸ تن در هکتار دانه همراه با کاه و کلش، ۲۲ کیلوگرم فسفر در هکتار، گندم با عملکرد ۸ تن در هکتار دانه، سیب‌زمینی با عملکرد ۴۰ تن در هکتار، ۲۸ کیلوگرم فسفر در هکتار و لوبیا با عملکرد دانه ۴ تن در هکتار ۱۵ کیلوگرم فسفر از خاک برداشت می‌کند که با مصرف کودهای حاوی این عنصر باید کمبود آن جبران گردد (Laegreid و همکاران، ۱۹۹۹). فسفر در گیاهان در ذخیره و انتقال انرژی، ساخت پروتئین، ساخت DNA و RNA نقش مهمی دارد (Marschner، ۱۹۸۸). در خاکهای آهکی قابلیت جذب فسفر به طور عمده توسط کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی محدود می‌شود (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰). با توجه به کارایی اندک کودهای فسفوری در خاکهای آهکی و آلودگیهای زیست‌محیطی ناشی از آن (تجمع کادمیم در خاک)، استفاده بی‌رویه کودهای فسفر مشکل‌زا خواهد بود (Delgado و همکاران، ۲۰۰۰). در این پژوهش ارتباط ویژگیهای خاک و لندفرم با توزیع جغرافیایی کمبود فسفر قابل جذب خاک در برخی خاکهای استان اصفهان بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

استان اصفهان با مساحت ۱۰۵۹۳۷ کیلومتر مربع در محدوده ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی در مرکز فلات ایران قرار دارد. میانگین بارش استان برابر با ۱۳۰ میلیمتر در سال و به طور عمده در پاییز و زمستان (از آبان تا فروردین) می‌باشد. از نظر دما استان اصفهان دارای تابستان‌های گرم با میانگین ۳۰ درجه سانتیگراد در مردادماه تا ۳ درجه سانتیگراد



در دی ماه و میانگین سالیانه تبخیر ۱۵۰۰ میلیمتر است (محمدی، ۱۳۷۳). جدول ۱ برخی ویژگی‌های خاک مناطق مورد مطالعه را در ارتباط با فیزیوگرافی اراضی نشان می‌دهد (موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۷۸). انواع فیزیوگرافی در منطقه مورد مطالعه شامل اراضی کوهستانی (۱)، تپه‌ها (۲)، فلات‌ها و تراس‌ها قدیمی (۳)، دشت‌های دامنه‌ای (۴)، دشت آبرفتی (۵)، دشت سیلابی (۷) و اراضی واریزه‌ای (۸) می‌باشد که از نظر ویژگی‌های خاک تفاوت قابل توجه دارند.

جدول ۱- ویژگی‌های کلی منابع اراضی در منطقه مطالعه

فیزیوگرافی	واحد	مساحت*	بافت خاک	عمق خاک**	رده‌بندی خاک
ارضای کوهستانی	1.1	726	-	بسیار کم عمق	Lithosols
	1.3	842	متوسط	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
	2.2	510	متوسط-سبک	بسیار کم عمق-کم عمق	Lithosols
فلات‌ها یا تراس‌های بالایی	3.1	455	متوسط - سنگین	کم عمق	Haplic calcisols
	3.2	1182	سبک - متوسط	-	Haplic Calcisols
	3.3	138	-	بسیار کم عمق-کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.4	767	-	کم عمق	Haplic Gypsisols
	3.8	89	سنگین	-	Haplic Calcisols
دشت‌های آبرفتی	4.1	168	سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
دامنه‌ای	4.2	115	سنگین-بسیار سنگین	عمیق	Haplic Calcisols
دشت‌های سیلابی	7.1	258	متوسط - سنگین	عمیق	Solonchalks
	7.2	366	سنگین	عمیق	Solonchalks
واریزه‌های بادبزی	8.1	488	سبک - متوسط	-	Calcaric Regosols
شکل سنگریزه‌دار	8.2	658	متوسط - سنگین	-	Haplic Calcisols

*مساحت بر حسب هزار هکتار

در اراضی مورد مطالعه نمونه‌برداری تا عمق ۶۰ سانتیمتر به صورت مرکب انجام و در مجموع ۲۵۰۰ نمونه خاک به صورت شبکه با فواصل دو کیلومتری برداشت گردید و فسفر قابل جذب، توزیع اندازه ذرات خاک، کربن آلی، و درصد کربنات کلسیم معادل (CaCO_3) به روش استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (Sparks و همکاران، ۱۹۹۶). طبقه‌بندی اقلیم در استان اصفهان به روش (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۰) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزارهای مانند SPSS، Excel، Arc-GIS انجام گرفت.

نتایج و بحث

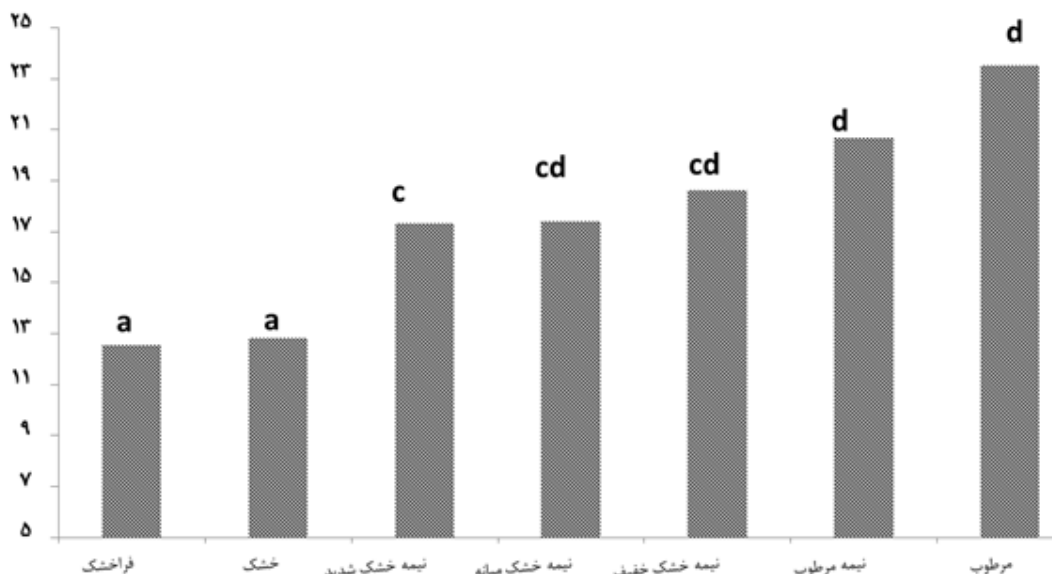
توصیف آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۲ خلاصه شده است. در ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد آزمون قرار گرفت. به طور کلی خاک‌ها بر روی مواد مادری آهکی تکامل پیدا کرده و بیش از ۷۰ درصد نمونه‌ها آهک بالاتر از ۱۵ درصد دارد. مقدار ماده آلی در نمونه‌ها ناچیز و در ۹۳ درصد خاک‌ها کمتر از دو درصد بود. از نظر بافت خاک بیشتر مناطق دارای رس زیاد و ۵۰ درصد نمونه‌ها دارای بافت لوم رسی و سنگین‌تر بود. در بخشی از خاک‌ها فقر فسفر مشاهده و ۴۸ درصد اراضی مورد بررسی فسفر قابل جذب کمتر از حد بحرانی داشت. دامنه تغییرات فسفر بین ۰/۸ تا ۵۳ و میانگین آن ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. قابلیت جذب فسفر خاک‌های آهکی به طور عمده توسط کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی محدود می‌شود (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰).

جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات	انحراف معیار	میان	حداقل	حداک	میانگین	ث
		(درصد)						
۲/۰۵	۵/۴۹	۸۷/۰۱	۱۳/۸۹	۱۲	۰/۸	۵۳/۲۶	۱۵/۹۶	فسفر (mg/kg)
۱/۰۳	۰/۷۳	۶۸/۹۸	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۰۱	۲/۹۰	۰/۸۹	کربن آلی (درصد)
۰/۶۱	۰/۰۳	۶۳/۸۰	۱۲/۹۵	۱۹	۰/۲۴	۶۰/۸۷	۲۰/۲۹	مواد خنثی شونده (درصد)
۰	۰/۸۷	۴۵/۱۲	۱۱/۷۰	۲۶	۰	۵۲	۲۵/۰	رس (درصد)
۰	۰/۳۸	۳۵/۶۹	۱۱/۶۴	۳۴	۰	۶۶	۳۲/۰	سیلت (درصد)
۰/۴۰	۰/۵۵	۵۰/۰۹	۱۹/۷۵	۳۷	۰	۹۰	۳۹	شن (درصد)

ضریب تغییرات می تواند نشان دهنده تغییرپذیری پارامتر مورد مطالعه باشد. ضریب تغییرات کوچکتر از ۰/۱ نشان دهنده تغییرپذیری کم، ضریب تغییرات بین ۰/۹ تا ۰/۱ بیان کننده تغییرپذیری متوسط و ضریب تغییرات بزرگتر از ۰/۹ زیاد است. حداقل ضریب تغییرات در منطقه ۳۶ درصد در مورد سیلت و حداکثر تغییرات ۸۷ درصد در مورد فسفر می باشد. تغییرپذیری زیاد فسفر قابل تأمل بوده و به صورت محتمل توسط عوامل متفاوت با دیگر ویژگیهای خاک تغییرپذیری زیاد از خود نشان می دهد. در خاکهای آهکی جذب فسفر به طور عمده توسط کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی کنترل می شود (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰). بیشترین درصد اراضی مواجه با کمبود فسفر در شهرستان آران و بیدگل در ناحیه خشک شمال محدوده مطالعاتی و کمترین میان در فریدونشهر در مناطق مرطوب غرب استان اصفهان مشاهده گردید. به نظر می رسد در منطقه مطالعه شده فرایندهای داخلی خاک متاثر از عوامل محیطی مانند اقلیم و توپوگرافی ارتباط قابل توجهی با فراهمی فسفر داشته است. مطالعات نشان داده است که برای پیش بینی ویژگیهای خاک می توان از رابطه آماری این خواص با متغیرهای کمی محیطی استفاده کرد (Gessler و همکاران، ۲۰۰۰). کمبود فسفر با توجه به آهکی بودن خاکها در محدوده مطالعاتی دور از انتظار نبوده و به ویژه برای کشت گیاهان حساس باید مورد توجه قرار گیرد. کمبود فسفر بر اساس مطالعات اهمیت قابل توجهی را در خاکهای آهکی ایران به خود اختصاص داده است.

شکل ۲ وضعیت فسفر قابل جذب خاک در نواحی اقلیمی متفاوت استان را نشان می دهد. میانگین فسفر قابل جذب از اقلیم فراخشک تا اقلیم مرطوب روند افزایشی داشته و از ۱۲/۸ به ۲۳ میلی گرم در کیلوگرم رسیده است.



شکل ۳- وضعیت فسفر قابل جذب خاک در نواحی اقلیمی متفاوت (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۰) استان اصفهان

* حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

همچنین بیشترین درصد اراضی دچار فقر فسفر در اقلیم فراهشک و کمترین میزان در اقلیم مرطوب مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد تشدید کمبود فسفر در اقلیم خشک و فراهشک با وضعیت کربنات کلسیم، pH بالا و کمبود مواد آلی در این خاکها ارتباط داشته است. برخی مطالعات تفاوت مواد مادری، تشکیلات زمین‌شناسی و فاکتورهای تشکیل خاک را بر مقدار فسفر قابل جذب موثر دانسته‌اند (LI و همکاران، ۲۰۱۵).

همبستگی فسفر قابل جذب و ویژگی‌های خاک در مناطق مطالعه شده با فیزیوگرافی متفاوت قابل توجه می‌باشد. ارتباط میزان کربن آلی ($R^2=0/49$)، میزان رس ($R^2=0/26$) و میزان شن ($R^2=0/28$) با میزان قابل جذب فسفر در محدوده مطالعاتی معنی‌داری می‌باشد. ارتباط این عوامل با قابلیت جذب فسفر در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است. (Sayin و همکاران، ۱۹۹۰). نتایج رگرسیون گام به گام نشان می‌دهد در مناطق مورد بررسی بسته به نوع فیزیوگرافی برآورد میزان عنصر فسفر قابل جذب به کمک ویژگی‌های خاک ممکن می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- روابط رگرسیون چند متغیره خطی فسفر قابل جذب و ویژگی‌های خاک فیزیوگرافی

فیزیوگرافی	واحد	رابطه رگرسیون	R^2
کوهستانی	۱.۱	$P=9.44+9.5OC+0.051TNV+0.08Clay$	۰/۱۵**
	۱.۳	$P=-8.9+16.4OC+0.11TNV+0.43Clay$	۰/۵۶***
تپه‌ای	۲.۲	$P=45+4.8OC+0.04TNV-0.48Silt$	۰/۲۲***
فلات‌ها	۳.۱	$P=-0.73+5.48OC-0.002TNV+0.14Clay$	۰/۲۵***
	۳.۲	$P=18.52+11.7OC+0.06TNV-0.08Clay$	۰/۴۰***
	۳.۳	$P=20.86+9.4OC-0.22TNV-0.13Sand$	۰/۲۴***
	۳.۴	$P=10.57+12OC-0.48TNV-0.056Silt$	۰/۳۶**
	۳.۸	$P=4.6+15.36OC-0.07TNV-0.17Clay$	۰/۴۴***
دشت دامنه‌ای	۴.۱	$P=27.18+7.28OC+0.3TNV-0.33Clay$	۰/۲۸***
	۴.۲	$P=44.24+10.48OC-0.13TNV-0.54Silt$	۰/۳۸***
دشت آبرفتی	۵.۱	$P=77.45+34.5OC+0.79TNV-1.73Silt$	۰/۵۴***
واریزه‌ای	۸.۱	$P=-3.39+13.9OC+0.075TNV+0.23Clay$	۰/۳۹***

* ** معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح ۵ درصد

روابط رگرسیون در واحدهای مختلف فیزیوگرافی قادر به توجیه ۱۵ تا ۵۴ درصد از تغییرات عنصر فسفر بوده است. در دشتهای آبرفتی ۵۴ درصد از تغییرات عنصر فسفر با ویژگیهای خاک از قبیل مواد آلی، میزان آهک و بافت خاک توجیه شده است. روابط رگرسیون در اغلب مناطق مطالعه شده معنی‌دار بوده و قادر به توجیه بخش قابل توجهی از تغییرات شده است. بنا بر این به نظر می‌رسد در مناطق مورد بررسی فراهمی عنصر فسفر بر اساس فیزیوگرافی اراضی و ویژگیهای دیگر خاک بصورت کلی قابل برآورد می‌باشد. اما روابط به دست آمده قادر به توجیه کامل تغییرات فسفر خاک نمی‌باشد. این امر می‌تواند به دلیل مدیریت متفاوت خاک در مناطق مورد مطالعه باشد. روابط رگرسیون به دست آمده در چنین تحقیقاتی را در شرایط مشابه می‌توان به کار گرفت.

نتیجه‌گیری

اگر چه فراهمی فسفر خاک در این مناطق تحت تاثیر عوامل خاک و توپوگرافی قرار گرفته است، جهت به دست آوردن روابط رگرسیون معتبرتر که تغییرات بیشتری از فراهمی عناصر کم‌مصرف در این منطقه را پیش‌بینی نماید، از متغیرهای دیگر مؤثر اعم از خصوصیات خاک، اقلیم و فاکتورهای مدیریتی می‌توان استفاده نمود که این موضوع مستلزم انجام پژوهشهای آتی در منطقه می‌باشد.



منابع

- علیزاده، محمد و همکاران. ۱۳۸۰. هوا و اقلیم شناسی. انتشارات دانشگاه مشهد.
- محمدی، م. ۱۳۷۳. مطالعات همبستگی خاک‌های ایران مرکزی. موسسه تحقیقات خاک و آب ایران، تهران
- موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی. ۱۳۷۸. سنتز مطالعات جامع توسعه کشاورزی استان‌های اصفهان و یزد. ارزیابی منابع اراضی و خاک استان اصفهان. معاونت برنامه‌ریزی و بودجه، وزارت کشاورزی. تهران. ایران.
- Delgado, A., and Torrent, J. 2000. Phosphorus forms and desorption patterns in heavily fertilized calcareous and limed acid soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 2031-2037.
- Gessler, P. E., O. A. Chadwick, F. Chamran, L. Althouse, and K. Holmes. 2000. Modeling soil-landscape and ecosystem properties using terrain attributes. *Soil Science Society of America Journal* 64, 4: 2046 – 2056.
- Goldstein, A.H., Baertlein, D.A., and McDaniel, R.G. 1988. Phosphate starvation inducible metabolism in *Lycopersicon esculentum*. *Plant Physiol.* 87: 711-715.
- Laegreid M, Bockman OC, and O. Kaarstad. 1999. Agriculture, fertilizers and the environment. NorskHydro ASA. CABI Publishing, Norway. 294 p
- LI, Y., Y. Rui, G. Ru, H. WEI, A. CHEN and L. Yong. 2015. "Effects of long-term phosphorus fertilization and straw incorporation on phosphorus fractions in subtropical paddy soil." *Journal of Integrative Agriculture* 14(2): 365-373.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic press Inc. New York, 674p.
- Sayin, M., Mermut, A.R., and Tiessen, H. 1990. Phosphate sorption/desorption characteristics by magnetically separated soil fraction. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1298-1304.
- Sparks, D.L., Page, A., Helmke, P., Loepfert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C. and Sumner, M. 1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods, Soil Science Society of America Inc.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Phosphorus Availability in Relation to Selected Soil Properties and landscape Position in Calcareous Soils of Esfahan Province

Mojtaba Fathi^{1*}, Mehdi Tehrani²

¹ Soil and water research department, Isfahan agricultural and natural resources research and education center, AREEO, Isfahan, Iran ² Soil and Water Research Institute

Abstract

Phosphorus deficiency is a serious problem in calcareous soils of Iran but information about availability and factors affecting P distribution in soils are limited. The present research was conducted to find relationships between P availability and some major soil and landform factors in Esfahan province and to predict the availability of P from auxiliary data. Soil samples (0–60 cm) were collected from 2500 grid points with 2000m distance of Esfahan province and examined for available P, particle size distribution, calcium carbonate, organic carbon. The results indicated that P distribution, and availability in calcareous soils of Esfahan province was a serious problem and a critical concern for plant production. A highly significant coefficient of correlation was found between P and the organic matter and clay content of soils could be due to surface adsorption processes. The regression analysis shows that P availability can regress on soil and topographic factors with a significant correlation in major part of studied area. The availability of P may be predicted to some extent using these factors. It could be important to consider this for sustainable management of soils in Esfahan province and other similar areas.

Keywords: Calcareous Soils; P Availability; Climate; Topography; Esfahan province

² Corresponding author, Email: mjtb.fathi@gmail.com



بیان عناصر غذایی در خاکهای کشاورزی ایران

فرهاد مشیری^{۱*}، ندا زاهدی فرد^۲

^۱ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲ کارشناس محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

بودجه بندی و وضعیت بیان عناصر غذایی به عنوان یکی از عوامل اصلی اتخاذ تصمیم در مدیریت پایدار حاصلخیزی خاک در دو مقیاس کوچک و بزرگ در خاک های کشاورزی ایران بررسی شد. نتایج آزمایش های بلند مدت نشان داد که مصرف فسفر در سطح کفایت می تواند به بیان مثبت و افزایش مقدار فسفر قابل استفاده در خاک منجر شود. با این حال در یک سیستم زراعی فشرده با تولید بالا لازم است مقادیر بیشتری از کودها برای جبران خروجی عناصر غذایی فسفر و پتاسیم مصرف گردد. در مقیاس ملی بودجه بندی عناصر غذایی نشان داد که کودهای شیمیایی در ورود عنصر نیتروژن (۶۳ درصد) و فسفر (۵۰ درصد) و آب آبیاری و کودهای آلی (هر کدام به میزان ۴۴ درصد) در ورود عنصر پتاسیم به خاکها بیشترین نقش را دارند. به طور میانگین بیان منفی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب به میزان ۱۴۶/۶، ۳۹/۵ و ۵۵۷/۲ هزار تن برآورد گردید. برای بهبود بیان منفی عناصر غذایی پیشنهاد می گردد راهبرد انباشت و یا نگهداشت در کنار راهبرد سطح کفایت در توصیه های کودی مد نظر قرار گیرد. به علاوه می بایست تلاش ها برای ترویج مدیریت تلفیقی و بهینه کودی، افزایش راندمان مصرف کودها و تامین کودهای مورد نیاز به میزان مقادیر برآورد شده افزایش یابد.

کلمات کلیدی: تخلیه عناصر غذایی خاک، بودجه بندی عناصر غذایی، آزمایش بلند مدت، راهبردهای توصیه کودی

مقدمه

با تحلیل بیش از ۲۰۰۰۰ داده تجزیه خاک، کمبود فسفر، پتاسیم، آهن و روی به ترتیب در ۷۰/۲، ۲۸/۱، ۴۵/۶ و ۵۴/۶ درصد از خاکهای کشاورزی ایران گزارش شده است. از طرف دیگر نیاز به تولید غذای بیشتر با وجود عدم امکان افزایش سطح زیر کشت در کشور، توسعه کشاورزی فشرده را اجتناب ناپذیر نموده است. این امر می تواند منجر به تخلیه عناصر غذایی از خاک و تشدید روند تخریب خاکها گردد. نتایج بررسی بیش از ۷۰ مقاله و ۳۱ گزارش در دهه ۷۰ و ۸۰ شمسی نشان دهنده روند کاهش پتاسیم قابل جذب خاک در غالب مناطق کشور می باشد (بلالی و همکاران، ۱۳۹۳). مقایسه روند تغییرات پتاسیم خاک در اراضی کشت نشده در مقایسه با مزارع با کشت و کار مداوم نشان داد که پتاسیم قابل استفاده با ده سال کشت و کار تا ۱۳۶ میلی گرم در کیلوگرم کاهش می یابد (بلالی و ملکوتی، ۱۳۷۷). گلستانی فرد و توفیقی (۱۳۸۷) بیان داشتند که ظرفیت تثبیت پتاسیم در ۶۶ درصد از اراضی شالیزاری گیلان و مازندران در حد متوسط تا بالا می باشد که این امر تخلیه پتاسیم در این اراضی نشان می دهد. مقایسه اجمالی بین مقدار مصرف کود شیمیایی و میزان تولیدات کشاورزی در بیش از ۵۰ سال گذشته (۱۳۹۴-۱۳۴۰) در ایران حاکی از تخلیه خاکها از عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عدم پایداری حاصلخیزی خاک می باشد (مشیری و موسوی، ۱۳۹۷). بیان عناصر غذایی در یک سیستم، تفاضل ورودی ها از خروجی های عناصر غذایی است. مطالعات بیان عناصر در سه سطح بزرگ (قاره ای و ملی)، متوسط (منطقه ای) و کوچک (مزرعه ای) انجام می گیرد. مطالعات انجام شده توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) در برخی کشورهای آفریقایی و آسیایی حاکی از بیان منفی عناصر غذایی می- باشد (Roy و همکاران، ۲۰۰۳). تان و همکاران (۲۰۰۵) با در نظر گرفتن مقدار مصرف کودهای شیمیایی و آلی به عنوان ورودی مدل و میزان تولید و بقایای محصولات گندم، برنج، ذرت و جو به عنوان خروجی مدل وضعیت بیان نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در کشورهای توسعه یافته، در حال توسعه و کمتر توسعه یافته منفی گزارش نموده و بیان داشتند کشورهای در حال توسعه سهم بسیار بیشتری (۷۵ درصد) در تخلیه عناصر غذایی از خاک دارند. جهت نیل به پایداری حاصلخیزی خاک ضروری است وضعیت بیان عناصر غذایی خاک مورد بررسی قرار گیرد. این پژوهش با هدف شناخت وضعیت بودجه بندی و بیان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ایران در دو مقیاس کوچک (کرت آزمایشی) و بزرگ (مقیاس ملی) انجام شد.

مواد و روش ها



بررسی بیلان عناصر غذایی در دو مقیاس کوچک (کرت آزمایشی) و بزرگ (مقیاس ملی) انجام شد. با استخراج داده ها از پژوهش های انجام شده در موسسه تحقیقات خاک و آب در کرت های آزمایشی ثابت (خوگر، ۱۳۸۰؛ میرزاشاهی، ۱۳۹۵؛ مشیری، ۱۳۹۶) بیلان عناصر غذایی فسفر و پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت. در مقیاس ملی برای سه سال زراعی (۱۳۹۵-۱۳۹۳) بودجه بندی عوامل ورودی و خروجی عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم انجام شد. برای این منظور میزان مصرف کودهای شیمیایی (JFA، ۲۰۱۹) و آلی (غیبی و همکاران، ۱۳۹۳)، تثبیت ریزوبیومی نیتروژن (خسروی، ۱۳۹۴)، مقدار پتاسیم آب آبیاری (با احتساب ۹۰ میلیارد مترمکعب آب مصرفی در کشاورزی ایران، راندمان کاربرد ۳۵ درصدی و غلظت ۵ میلی گرم پتاسیم در کیلوگرم آب آبیاری) و ۲۰ درصد بقایای کاه و کلش محصولات گندم، جو و برنج به عنوان ورودی عناصر غذایی و مقدار برداشت عناصر غذایی توسط محصولات زراعی و باغی تولید شده در کشور به عنوان خروجی عناصر غذایی در نظر گرفته شد. میزان تولید محصولات زراعی و باغی کشور از آمارنامه کشاورزی (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) و مقدار برداشت عناصر غذایی توسط محصولات مختلف از داده های موسسه بین المللی تغذیه گیاهی (IPNI، ۲۰۱۹) استخراج شد. بیلان جزئی عناصر غذایی از تفاضل میزان ورود و خروج عناصر محاسبه شد.

نتایج و بحث

بررسی بیلان عناصر غذایی در کرت های آزمایشی

بررسی داده های یازده ساله مصرف فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل در کرت ثابت با کشت تناوبی گندم-ذرت-چغندر قند در ایستگاه تحقیقاتی زرقان استان فارس نشان می دهد که کاربرد فسفر توصیه شده در سطح کفایت (معادل ۹۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار) سبب افزایش عملکرد محصولات به ویژه در سال های انتهایی آزمایش شده است (خوگر، ۱۳۸۰). در این سطح از مصرف فسفر، بیلان جزئی مثبت به میزان ۱۵۶/۵ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (جدول ۱). بیلان مثبت فسفر در افزایش مقدار فسفر قابل استفاده از ۹/۶ به ۳۴/۰ میلی گرم در کیلوگرم منعکس است. کاربرد مقادیر کمتر از سطح کفایت منجر به بیلان منفی فسفر و مقادیر بیشتر منجر به تجمع فسفر در خاک می گردد. این آزمایش نشان می دهد که کاربرد فسفر تا سطح پاسخ گیاهی نه تنها منجر به افزایش تولید محصول در این سیستم زراعی خواهد شد بلکه بیلان جزئی مثبت فسفر از تخلیه فسفر خاک جلوگیری می نماید. از طرف دیگر در این آزمایش در فواصل بین محصولات کشت شده زمین به صورت آیش رها شده است که این امر به احیای فسفر تخلیه شده از محل فسفر بومی خاک و تعادل فسفر قابل استفاده در خاک کمک نموده است.

جدول ۱- بیلان فسفر در سیستم کشت گندم-ذرت-چغندر قند پس از ۱۱ سال (۱۳۷۰-۱۳۸۱)

میزان فسفر مصرف شده در هر کشت (P_2O_5)	کل فسفر مصرف شده (P)	کل فسفر برداشت شده (P)	بیان جزئی	فسفر قابل استفاده اولیه	فسفر قابل استفاده نهایی
کیلوگرم در هکتار	کیلوگرم در هکتار	کیلوگرم در هکتار	میلی گرم در کیلوگرم	میلی گرم در کیلوگرم	میلی گرم در کیلوگرم
۰	۰	۱۳۶/۲	-۱۳۶/۲	۹/۳	۴/۰
۴۵	۱۷۴/۲	۱۸۱/۰	-۶/۹	۱۰/۸	۱۳/۰
۹۰.۴	۳۴۸/۳	۱۹۱/۸	۱۵۶/۵	۹/۶	۳۴/۰
۱۳۵	۵۲۲/۴	۲۰۳/۰	۳۱۹/۴	۱۱/۵	۳۷/۰
۱۸۰	۶۹۶/۶	۱۹۱/۸	۵۰۴/۸	۱۰/۷	۵۶/۳

^E فسفر توصیه شده در سطح کفایت

مشیری (۱۳۹۶) اثر مصرف فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل در کرت های ثابت در دو سال کشت تناوبی گندم-ذرت-علوفه ای را در ۱۰ ایستگاه تحقیقاتی کشور مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان دهنده اثر مثبت کاربرد فسفر در تولید کل سیستم زراعی بود (جدول ۲). با این حال مصرف فسفر در بیشتر مکان های اجرا به جز داراب (فارس)، خوزستان و لرستان با بیلان منفی فسفر همراه شده است. در ایستگاه داراب ذرت دانه ای در تناوب گندم کشت گردیده که میزان برداشت فسفر این محصول نسبت به ذرت علوفه ای کشت شده در سایر مناطق کمتر است. در خوزستان و لرستان عملکرد ذرت علوفه ای کمتر از سایر مناطق بود که این موضوع با مقایسه میزان کل برداشت فسفر مکان های اجرا قابل اثبات می باشد. با وجود بیلان منفی فسفر در اثر کاربرد کود فسفوری مقدار فسفر قابل استفاده خاک افزایش نشان داد. این امر می تواند به دلیل پویایی فسفر قابل استفاده خاک و توان



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

خاک در بازیافت فسفر قابل استفاده از فسفر کل خاک باشد. از طرف دیگر کشت گیاه بسته به نوع رقم می تواند فسفر بومی خاک را به شکل قابل استفاده در آورد (Gillespie و Pope, ۱۹۹۱). بنابراین فسفر قابل دسترس خاک به تنهایی نمی تواند نمایانگر افزایش یا کاهش ذخیره فسفر خاک باشد و در این رابطه بررسی روند تغییرات فسفر کل خاک ضروری است. اختلاف در نتایج بیلان فسفر ناشی از کاربرد کود فسفوری در سطح کفایت بین دو آزمایش مورد بررسی در این مقاله نشان دهنده اهمیت مطالعات طولانی مدت در خصوص اتخاذ تصمیم و انتخاب نحوه مدیریت مناسب فسفر خاک می باشد.

جدول ۲- بیلان فسفر پس از استقرار دو سال سیستم زراعی گندم-ذرت با مصرف کود فسفوری در سطح کفایت (۱۳۹۱-۱۳۹۳)

محل آزمایش	تولید		فسفر مصرفی			تولید	
	زراعی بدون	مصرف فسفر [£]	در سطح کفایت (P ₂ O ₅)	مصرف شده (P)	برداشت شده (P)	جزئی	اولیه خاک
	تن در هکتار	کیلوگرم در هکتار	کیلوگرم در هکتار	میلی گرم در کیلوگرم			
اصفهان	۱۶/۶	۲۳/۲*	۴۶	۸۰/۴	۱۰۵/۶	-۲۵/۲	۱۱/۲
خراسان رضوی	۱۶/۸	۲۵/۰*	۷۰	۱۲۰/۶	۱۳۸/۳	-۱۷/۷	۱۲/۵
فارس (داراب)	۱۶/۴	۲۰/۲*	۹۲	۱۶۰/۸	۶۸/۷	+۹۲/۱	بدون داده
فارس (زرقان)	۲۴/۲	۲۹/۳*	۹۲	۱۶۰/۸	۱۷۳/۱	-۱۲/۳	۱۰/۷
البرز	۱۹/۶	۲۴/۴*	۷۰	۱۲۰/۶	۱۵۸/۶	-۳۸/۰	۱۰/۵
آذربایجان غربی	۱۶/۰	۲۶/۰*	۹۲	۱۶۰/۸	۲۱۱/۶	-۵۰/۸	۱۴/۷
خوزستان	۱۷/۱	۱۸/۶ ^{NS}	۹۲	۱۶۰/۸	۶۳/۳	+۹۷/۵	۸/۰
لرستان	۱۷/۳	۲۴/۶*	۹۲	۱۶۰/۸	۸۳/۸	+۷۷/۰	۹/۱
مازندران	۱۲/۹	۲۴/۷*	۴۶	۷۰/۴	۱۳۵/۲	-۶۴/۸	بدون داده
گلستان	۱۹/۹	۲۳/۷ ^{NS}	۵۷	۱۱۰/۶	۲۰۵/۱	-۹۴/۵	۱۱/۱

[£] کل تولید سیستم زراعی بر حسب گندم، * و ^{NS} به ترتیب معنی داری و عدم معنی داری اختلاف بین تولید سیستم زراعی با و بدون مصرف فسفر در سطح پنج درصد

میرزاشاهی (۱۳۹۵) در سه استان خوزستان، آذربایجان غربی و گلستان در سیستم زراعی فشرده تناوب گندم-ذرت در طول دو سال نشان داد که کاربرد کود سولفات پتاسیم با افزایش تولید سیستم زراعی همراه است (جدول ۳). در تمام مناطق بیلان جزئی پتاسیم پس از دو سال منفی شده است. این امر نشان می دهد گیاه از ذخیره پتاسیم خاک استفاده کرده و با ادامه روند کشت و کار، کارایی کودهای پتاسیمی کاهش می یابد. مطالعات زیادی اثر کشت متراکم را بر کاهش شدید ذخیره پتاسیمی خاک نشان داده اند. کشت متراکم نیشکر در منطقه خوزستان به دلیل برداشت مداوم پتاسیم توسط این محصول، بسته به مقدار و نوع کانی های رسی در خاک باعث پایین بودن پتاسیم قابل دسترس خاکها شده است به گونه ای که به طور- متوسط ۳۰ درصد کود پتاسیمی اضافه شده به خاکهای زیر کشت نیشکر تثبیت می گردد (جعفرزادی، ۱۳۷۶)

جدول ۳- بیلان پتاسیم پس از استقرار دو سال سیستم زراعی گندم-ذرت با مصرف کود پتاسیمی در سطح کفایت (۱۳۹۱-۱۳۹۳)

محل آزمایش	تولید سیستم		پتاسیم مصرفی			تولید سیستم	
	زراعی بدون	زراعی با	در سطح کفایت	مصرف شده	برداشت شده	جزئی	پتاسیم اولیه



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

نهایی خاک	خاک	(K)	(K)	کفایت (K ₂ O)	مصرف پتاسیم ^E		مصرف پتاسیم ^E	
					پتاسیم ^E	تن در هکتار		
میلی گرم در کیلوگرم		کیلوگرم در هکتار			تن در هکتار			
۱۸۲	۲۱۶	-۴۴۹/۹	۸۳۳/۸	۳۸۳/۹	۸۵	۳۲/۶*	۲۵/۰	آذربایجانغربی
۲۳۸	۱۵۹	-۲۴/۱	۲۵۷/۸	۲۳۳/۶	۹۰	۱۱/۳*	۹/۵	خوزستان
-	۲۳۶	-۱۵۲/۳	۲۳۵/۳	۸۳/۰	۵۰	۱۹/۷ ^{ns}	۱۸/۳	گلستان

^E کل تولید سیستم زراعی بر حسب گندم، * و ^{ns} به ترتیب معنی داری و عدم معنی داری اختلاف بین تولید سیستم زراعی با و بدون مصرف پتاسیم در سطح پنج درصد

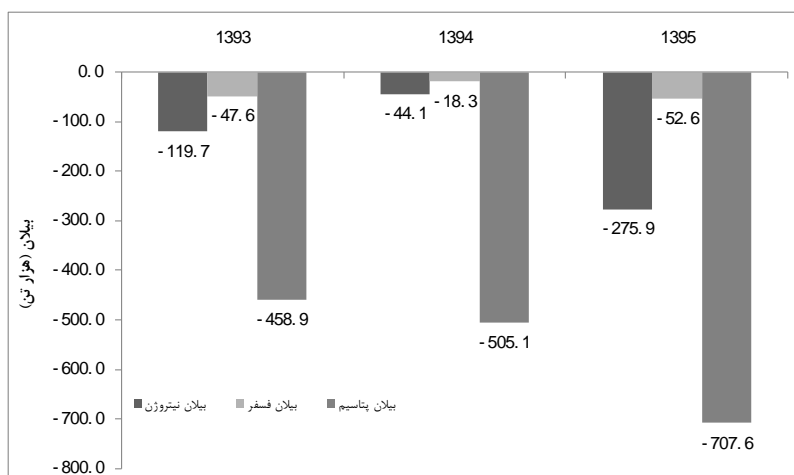
بودجه بندی عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در اراضی کشاورزی و باغی کشور

در جدول (۴) بودجه بندی سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در طول سه سال زراعی از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ نشان داده شده است. مصرف کود شیمیایی بیشترین سهم (۶۳ درصد) را در ورود نیتروژن به خاک دارد. پس از آن به ترتیب تثبیت ریزوبیومی نیتروژن و مصرف کودهای آلی در مقدار ورود نیتروژن به خاک موثرند. در سال ۱۳۹۳، کاربرد کود شیمیایی ۳۳ درصد از فسفر ورودی به خاک را تامین کرده است در حالی که در سالهای ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ سهم کود شیمیایی نسبت به کود آلی افزایش یافته و به حدود ۵۰ درصد رسیده است. این امر به دلیل افزایش مصرف کودهای شیمیایی فسفوری در سالهای مذکور اتفاق افتاده است. سهم پتاسیم ورودی از طریق آب آبیاری و کودهای آلی (هر کدام ۴۴ درصد) بیش از سهم مصرف کودهای شیمیایی (۱۳ درصد) است. میزان برداشت عناصر مذکور در طی سه سال روند افزایشی داشته است که ناشی از افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می باشد.

جدول ۴- بودجه بندی جزئی عنصر نیتروژن (N) در خاکهای کشاورزی ایران (اعداد بر حسب هزار تن)

سال	تولید محصولات کشاورزی	نیتروژن			فسفر			پتاسیم				
		تثبیت ریزوبیومی نیتروژن	کودهای شیمیایی آلی	کاربرد کودهای آلی	تثبیت ریزوبیومی فسفر	کودهای شیمیایی آلی	کاربرد کودهای آلی	تثبیت ریزوبیومی پتاسیم	کودهای شیمیایی آلی	کاربرد کودهای آلی		
۱۳۹۳	۸۹۷۳۷	۱۹۷/۲	۵۹۴/۹	۱۵۴/۶	۱۰۶/۶	۳۳/۴	۶۲/۶	۱۴۳/۶	۱۵۷/۵	۴۳/۰	۱۵۳/۹	۸۱۳/۳
۱۳۹۴	۹۵۴۴۸	۱۹۲/۴	۶۰۴/۲	۱۵۴/۶	۹۹۵/۲	۶۸/۸	۶۲/۶	۱۴۹/۷	۱۵۷/۵	۴۰/۷	۱۵۳/۹	۸۵۷/۱
۱۳۹۵	۱۰۲۹۹۸	۱۹۵/۰	۶۴۳/۲	۱۵۴/۶	۱۲۶/۹	۷۱/۵	۶۲/۶	۱۸۶/۸	۱۵۷/۵	۵۴/۶	۱۵۳/۹	۱۰۷۳/۴

تفاضل مقدار ورودی و خروجی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم نشان دهنده بیلان جزئی منفی این عناصر در خاکهای کشاورزی ایران می باشد (شکل ۱). بیشترین بیلان منفی به عنصر پتاسیم تعلق دارد. روند تخلیه پتاسیم به وسیله کشت محصولات مختلف در حال افزایش است به گونه ای که فاصله بین برداشت پتاسیم توسط محصولات و ورود این عنصر از منابع مختلف به خاک از ۴۵۸/۹ به ۷۰۷/۶ هزار تن در طول سه سال مورد بررسی افزایش یافته است. پس از پتاسیم عنصر نیتروژن بیشترین میزان تخلیه از خاک را نشان داد. میزان تخلیه فسفر کمتر از عناصر دیگر برآورد گردید.



شکل ۱- بالانس جزئی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک های کشاورزی ایران

بیان منفی پتاسیم (۵۷/۰ مگاتن) و فسفر (۲۴/۰ مگاتن) در شش ایالت آمریکا تحت کشت ذرت گزارش گردیده و مهمترین عامل در بهبود روند تخلیه عناصر، مصرف کودهای شیمیایی ذکر شده است (Stewart و همکاران، ۲۰۰۵). محاسبه بیان نیتروژن در کشور چین (۱۹۹۷-۱۹۶۱) نشان داد که روند افزایشی تخلیه نیتروژن با توسعه مصرف کودها نیتروژنی و افزایش راندمان مصرف آنها بهبود یافته است با این حال بیان عناصر فسفر و پتاسیم روند منفی خود را ادامه داده است (Roy و همکاران، ۲۰۰۳). انتخاب استراتژی کوددهی مناسب به بهبود روند تخلیه عناصر غذایی منجر خواهد شد. در راهبرد سطح کفایت (Sufficiency range)، نیاز غذایی گیاه ملاک تصمیم گیری است در حالی که دو فلسفه نگه داشت (Maintenance) و انباشت (Build up) بر روی میزان قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک متمرکز است (Reetz، ۲۰۱۶). نتایج این تحقیق نشان می دهد که مصرف کودهای شیمیایی سهم بالایی در ورود عناصر غذایی به خاک دارد. در ایران مقدار مصرف کودها همواره کمتر از ۵۰ درصد مقدار کودهای برآورد شده است (غیبی و همکاران، ۱۳۹۳). این امر به همراه افزایش تولید محصولات کشاورزی تخلیه عناصر غذایی از خاکها را تشدید خواهد نمود.

نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که بیان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاکهای کشاورزی ایران منفی است. این امر می تواند به ناپایداری حاصلخیزی خاک و کاهش عملکرد محصولات زراعی و باغی به ویژه در کشاورزی فشرده منجر گردد. پیشنهاد می گردد در توصیه های کودی به راهبردهای انباشت و نگهداشت توجه شود. به علاوه افزایش مصرف کودها و بهبود کارایی آنها در قالب مدیریت تلفیقی کودی در برنامه های حاصلخیزی خاک لحاظ گردد.

منابع

- احمدی، ک.، قلیزاده، ح.، عبادزاده، ح. ر. و همکاران. ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی محصولات زراعی و باغی در سالهای زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۳. وزارت جهادکشاورزی معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. تهران، ایران
- بلالی، م.، رضایی، ح. و مشیری، ف. ۱۳۹۳. وضعیت حاصلخیزی خاک های کشور و ضرورت ارتقای توان آن برای خدمات رسانی به تولیدات کشاورزی. ص. ۴۸-۱۷. در کتاب: خاوازی، ک. و همکاران (نویسندگان). برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ۱۴۰۱-۱۳۹۳. جلد اول. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران
- بلالی، م. و ملکوتی، م. ۱۳۷۷. بررسی تغییرات پتاسیم قابل جذب در خاکهای زراعی کشور. مجله علمی پژوهشی خاک و آب. ۱۲ (۴): ص. ۶۹-۵۶.
- توفیقی، ح. و گلستانی فرد، ع. ۱۳۸۷. تثبیت پتاسیم در خاکهای شالیزاری شمال ایران. علوم کشاورزی ایران. ۳۹(۱): ۱۷۳-۱۸۵
- جعفرنزادی، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثرات پتاسیم و ریزمغذیها بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر در خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- خسروی، ه. ۱۳۹۴. ریزوبیومها و نقش آنها در مدیریت نیتروژن اراضی کشاورزی زیر کشت لگوم ها. نشریه مدیریت اراضی. ۳(۱): ص. ۴۸-۳۷.



- خوگر، ز. ۱۳۸۴. بررسی چگونگی افزایش و تخلیه فسفر در خاک. گزارش نهایی پروژه. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج، ایران.
- غیبی، ن، مشیری، ف، بلالی، م. ر. و همکاران. ۱۳۹۳. نظام برآورد، تولید، تامین، توزیع و مصرف کود. ص. ۱۰۶-۷۱. در کتاب: خاوازی، ک. و همکاران (نویسندگان). برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه ۱۴۰۱-۱۳۹۳. جلد اول. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- میرزاشاهی، ک. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر منابع و مقادیر مختلف کودهای آلی در تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه در تناوب گندم - ذرت. گزارش نهایی پروژه. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج، ایران.
- مشیری، ف. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر مقادیر و منابع مختلف کودهای آلی در تامین فسفر مورد نیاز گیاه در تناوب گندم-ذرت. گزارش نهایی پروژه. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج، ایران.
- مشیری، ف. و موسوی، س. م. ۱۳۹۷. وضعیت کارایی مصرف کود در ایران: چالش‌ها و راهکارها. دوازدهمین کنگره پیشگامان پیشرفت. ظرفیت‌ها، چالش‌ها و تدابیر پیشرفت ایران. ۲۲ آذرماه ۱۳۹۷. دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.
- Gillespie, A. R., and Pope, P. E. 1991. Consequences of rhizosphere acidification on delivery and uptake kinetics of soil phosphorus. *Tree Physiology*, 8, 195-204.
- Reetz, H. F. 2016. Fertilizers and their efficient use. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, France.
- Roy, R. N., Misra, R. V., Lesschen, J. P., and Smaling, E. M. 2003. Assessment of soil nutrient balance. Approaches and methodologies. *FAO Bulletin No. 14*. Rome, Italy.
- IFA, International Fertilizer Association. 2019. IFASTAT. <https://www.ifastat.org/>
- IPNI, 2019. <https://www.ipni.net/app/calculator/home>
- Stewart, W. M., Dibb, D. W., Johnston, A. E., and Smyth, T. J. 2005. The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agronomy Journal*, 97, 1-6.
- Tan, Z. X., Lal, R., and Wiebe, K. D. 2005. Global soil nutrient depletion and yield reduction. *Journal of Sustainable Agriculture*, 26, 123-146.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Nutrients Balance in Agricultural Soils of Iran

Moshiri^{1*}, F., ZahediFard², N.

¹ Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

² Researcher, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Nutrient budgeting and nutrient balances as one of the main factors in decision making for sustainable soil fertility management in two micro and macro scales was studied in agricultural soil of Iran. The results of long-term experiments showed that the use of phosphorus at sufficient level could lead to a positive balance and an increase in available phosphorus in the soil. However, in a high-yielding intensive cropping system, more quantities of fertilizers are needed to compensate the outflow of phosphorus and potassium nutrients from soil. In national scale, nutrient budgeting showed that chemical fertilizers were main input factor for nitrogen (63%) and phosphorus (50%), and irrigation water and organic fertilizers (44% each) were major input element for potassium. The average negative nitrogen, phosphorus and potassium balance was estimated to be 146.6, 39.5 and 557.25 thousand tons, respectively. In order to improve the nutrient balances, it is suggested that the build up and maintenance strategy along with the sufficiency level strategy should be considered in fertilizer recommendations. In addition, efforts should be made to promote integrated and optimal fertilizer management, increase fertilizer use efficiency and supply fertilizers by an estimated amount.

Keywords: Soil nutrient mining, Nutrient budgeting, Long-term experiment, Fertilizer recommendation strategies

* Corresponding author, Email: fmoshiri@swri.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای ارزیابی پتاسیم قابل جذب خاک در کشت خاکی خیار گلخانه‌ای

حمید ملاحسینی^{۱*}، محسن سیلسپور^۲

^{۱*} عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
^۲ عضو هیئت علمی بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

چکیده

استفاده بی رویه از کودهای پتاسه با حلالیت بالا در محصولات گلخانه‌ای نه تنها باعث افزایش عملکرد نشده بلکه باعث تجمع این عنصر در خاک و کمبود عناصر دیگر در گیاهان می شود. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای، در گلخانه‌ای با مساحت ۱۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان اصفهان در طی دو سال اجرا شد. ابتدا از خاک ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای با سطح حداقل ۳۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهقان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ نمونه برداری خاک انجام شد. سپس ۱۸ غلظت مختلف پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای از محدوده کم تا زیاد (۱۲۰ تا ۳۳۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم) به دست آمد. سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان تیمار با کود دهی کامل پتاسیم (KR) و ۶ گلدان شاهد بدون کود دهی پتاسیم (KO) و در مجموع ۱۰۸ گلدان برای تیمار و ۱۰۸ گلدان برای شاهد آماده شدند. ارزیابی نتایج پتاسیم قابل جذب خاک نشان داد که شاخص های میانگین، میانه و مد پتاسیم قابل جذب در خاک های منتخب به ترتیب ۱۰۶۴/۴، ۵۴۵ و ۳۷۵/۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود. همچنین حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه ها به دو روش تصویری کیت و نلسون و چشمی ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برآورد گردید که در مقایسه با مقدار میانگین پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه‌ها کمتر است. لذا توصیه می شود در گلخانه های خیار، کوددهی مطابق آزمون خاک و براساس حد بحرانی بدست آمده انجام شود.

واژه‌های کلیدی: حد بحرانی، غلظت، عناصر غذایی ماکرو، سبزی و صیفی

مقدمه

در سال‌های اخیر به علت استقبال تولیدکنندگان به تولید خارج از فصل، سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای به‌طور چشمگیری افزایش یافته است، استان اصفهان با داشتن حدود ۸۰۰ هکتار گلخانه و سهم بیش از ۶۰۰ هکتار آن به تولید خیار گلخانه‌ای، مقدار زیادی از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. لذا با توجه به سهم بالای این محصولات در رژیم غذایی افراد جامعه، اطلاع از وضعیت تغذیه‌ای محصولات گلخانه‌ای ضروری می باشد. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، پژوهش‌هایی مرتبط با تعیین حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک محصولات گلخانه‌ای در داخل و خارج از کشور انجام نشده است بلکه پژوهش‌هایی محدود در زمینه وضعیت تغذیه‌ای عناصر غذایی (پرمصرف و کم‌مصرف) در خاک و برگ محصولات گلخانه‌ای از جمله خیار انجام‌شده است که خلاصه‌ای از پژوهش‌های فوق به شرح زیر می‌باشد. نتایج بررسی وضعیت تغذیه‌ای خیار سبز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه^۱ در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان نشان داد که عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی در برگ گلخانه‌های غیر مرجع نسبت به گلخانه‌های مرجع کمتر بود (تدین نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). به‌منظور تعیین حد بحرانی عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای منطقه جیرفت، چهار آزمایش مستقل با چهار سطح غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در سه تکرار اجرا شد. مقایسه نتایج تجزیه برگی و عملکرد محصول نشان داد که حد بحرانی غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار به ترتیب ۳/۱۸، ۰/۳۸، ۲/۸۲ و ۱/۳۸ درصد می‌باشد (غفاری و ممنوعی، ۱۳۸۸). وضعیت عناصر پرمصرف (کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم) و کم مصرف (آهن، منگنز، مس و روی) در خاک و میوه خیار و لفل دلماهای ۲۵ واحد گلخانه‌ای در استان اصفهان بررسی و نتیجه شد که میانگین غلظت فسفر و پتاسیم خاک بسیار بیشتر از حد بحرانی تعیین شده برای آن‌ها بود همچنین میانگین مقدار آهن، روی، مس و منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA در نمونه‌های خاک به ترتیب برابر ۱۲، ۴/۹، ۱/۹ و ۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و میزان منیزیم، فسفر و پتاسیم در میوه خیار و لفل دلماهای بیشتر از حد کفایت بودند. نهایتاً بر اساس نتایج این پژوهش، غلظت زیاد برخی عناصر پرمصرف نظیر فسفر و پتاسیم و کمبود گسترده کلسیم و عناصر کم‌مصرف در محصولات گلخانه‌ای به علت مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب، مصرف نامتعادل کود و ناپایداری شرایط محیطی گلخانه می‌باشد (عقیلی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج بررسی وضعیت تغذیه‌ای و برخی جنبه‌های کیفی خیار گلخانه‌ای در استان قم نشان داد که غلظت فسفر و پتاسیم در خاک گلخانه‌ها بسیار بالاتر از حد بحرانی این عناصر در کشت مزرعه‌ای بود. میانگین غلظت آهن، مس و منگنز قابل عصاره‌گیری خاک با DTPA به ترتیب

1- Deviation from Optimum Percentage(DOP)



برابر با ۱۲، ۱/۹۸ و ۱۴/۵ میلی گرم در کیلوگرم بود. میانگین غلظت کلسیم در برگ خیار بیشتر و در میوه کمتر از آستانه کفایت بود. بیشتر نمونه‌های میوه دچار کمبود پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز بودند. میانگین غلظت نیترات ۳۳۶ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر و سرب بخش خوراکی خیار ۰/۳۴ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر و بالاتر از حد مجاز بود. لذا مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب در گلخانه‌های خیار علاوه بر کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف، افزایش غلظت نیترات و سرب را در پی داشته که از جهت سلامت مصرف‌کنندگان دارای اهمیت است (سنایی استوار و همکاران، ۱۳۸۹). تحقیق حاضر با هدف ارزیابی پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای، در گلخانه‌ای با مساحت ۱۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان اصفهان در طی دو سال اجرا شد. ابتدا جهت دستیابی به محدوده متفاوت پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای، از خاک ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای با سطح حداقل ۳۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهاقان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ نمونه‌برداری خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر با هدف ارزیابی پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای، در گلخانه‌ای با مساحت ۱۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان اصفهان در طی دو سال اجرا شد. ابتدا جهت دستیابی به محدوده متفاوت پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای، از خاک ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای با سطح حداقل ۳۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهاقان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ نمونه‌برداری خاک انجام شد. به طوری که پس از آنالیز پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای در خاک‌های فوق، ۱۸ غلظت مختلف پتاسیم قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای خاک از محدوده کم تا زیاد (۱۲۰ تا ۳۳۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم) به دست آمد. سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان تیمار با کود دهی کامل پتاسیم (KR) و ۶ گلدان شاهد بدون کود دهی پتاسیم (KO) و در مجموع ۱۰۸ گلدان برای تیمار و ۱۰۸ گلدان برای شاهد آماده شدند. وزن خاک گلدان‌ها حدود ۱۰ کیلوگرم و نهایتاً تعداد ۲ نشاء رقم گوهر در اواسط بهمن‌ماه در هر گلدان کشت شد. طول دوره رشد حدود ۴ ماه و اختلاف درجه حرارت شب و روز کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود. حجم آب مورد نیاز گلدان‌های تیمار و شاهد بر اساس نیاز آبی هر بوته در روز و کود دهی گلدان‌های تیمار (KR) مطابق غلظت کامل فرمول پیشنهادی پاپادوپولوس (Papadopoulos, 1991) برای کشت خاکی خیار گلخانه‌ای و گلدان‌های شاهد (KO) بر اساس فرمول پاپادوپولوس بدون پتاسیم برآورد و کودآبیاری شدند. عناصر غذایی ماکرو و میکرو شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز و بور هم در میوه و هم در برگ اندازه‌گیری شد. تعیین حد بحرانی به روش تصویری کیت و نلسون (Gate and Nelson, 1971) به روش زیر انجام شد

۱- محاسبه درصد عملکرد نسبی از مطالعات سطوح کودی با استفاده از رابطه زیر

۱۰۰ * ((عملکرد آخرین سطح کودی (شاهد) / عملکرد در سطح صفر عنصر غذایی مورد مطالعه (تیمار)) = عملکرد نسبی (درصد)

۲- نقطه‌گذاری محل تلاقی درصد عملکرد نسبی با نتایج تجزیه‌های خاک در نمودار

۳- ترسیم خطی عمود بر محور Y ها در محل ۸۰ درصد عملکرد با استفاده از نرم‌افزار اکسل و سپس خطی عمود بر محور X ها بطوریکه

پراکنش نقاط XY- به چهار قسمت تقسیم و بیشترین نقاط در ربع‌های اول و سوم قرار گیرند.

۴- محل تلاقی خط عمود بر محور X ها حد بحرانی عنصر مورد نظر در خاک می‌باشد

جدول ۱: نتایج تجزیه آب مورد استفاده در طرح

مشخصات نمونه	اسیدیته	هدایت الکتریکی	کربنات	بیکربنات	کلر	سولفات	مجموع آنیون‌ها	کلسیم	منیزیم	سدیم	مجموع کاتیون‌ها	کل نمک‌ها سختی کل
	ته	الکتریکی		ت		ت	ا		یم	م	ها	محلول
		$\mu\text{S/cm}$					meq/l				mg/l	
نیک آباد	۷/۸	۱۸۵۰	۰	۲	۱۰	۶/۸	۱۸/۸	۷/۲	۱/۱۲	۱۹/۳	۱۱۸۰	۳۶۰



شکل ۱- آماده‌سازی نمونه‌های خاک و کشت نشا در خاک‌های مورد آزمایش



شکل ۲- عملیات داشت و برداشت در خاک‌های مورد آزمایش

نتایج و بحث

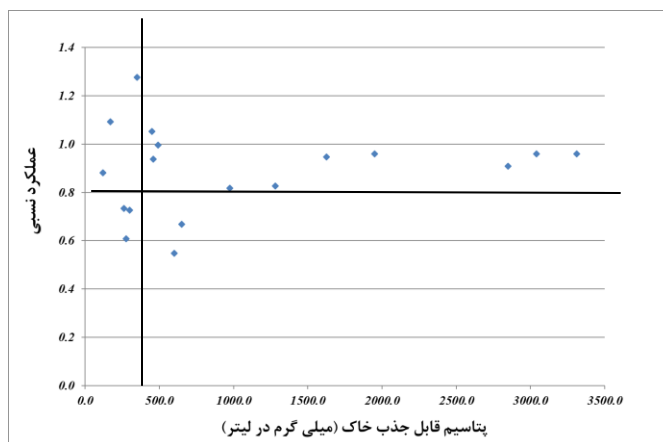
محاسبه مقادیر میانگین^۲، میانه^۳ و مد^۴ نتایج پتاسیم قابل جذب خاک در نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از گلخانه‌ها به ترتیب ۱۰۶۴/۴، ۵۴۵ و ۳۷۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم را نشان داد که بر اساس پارامتر شاخص مرکزی میانه ۵۰ درصد نتایج پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه‌ها کمتر از ۵۴۵ و ۵۰ درصد بیشتر از این مقدار می‌باشد همچنین مطابق نتایج شاخص مرکزی میانگین، مقدار پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه‌ها به‌طور متوسط ۱۰۶۴/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم است ولی بیشترین فراوانی آن در محدوده ۳۷۵/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

براساس واسنجی مقادیر پتاسیم قابل جذب خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای به روش تصویری کیت و نلسون در شکل ۳، حد بحرانی عنصر پتاسیم ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد گردید مقایسه حد بحرانی فوق با شاخص مرکزی میانگین بیانگر این است که میانگین پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه‌ها بیشتر از حد بحرانی پیشنهادی است. نتایج واسنجی پاسخ عملکرد نسبی گیاه خیار گلخانه‌ای نسبت به افزایش پتاسیم قابل جذب خاک با استفاده از روش چشمی در شکل ۴ نشان داد که پاسخ عملکرد نسبی گیاه خیار گلخانه‌ای برای دستیابی به ۸۰ درصد حداکثر عملکرد نسبت به افزایش پتاسیم قابل جذب خاک در محدوده غلظت های ۳۵۰ تا ۴۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (خاک‌های شماره ۳۷ تا ۴۰) مثبت می‌باشد و این محدوده حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه‌ها به روش کیت و نلسون معادل ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم را تایید می‌کند.

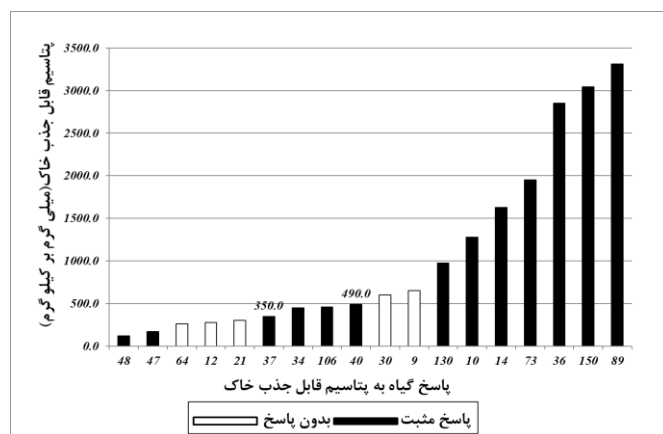
^۲-Average

^۳-Median

^۴-Mode



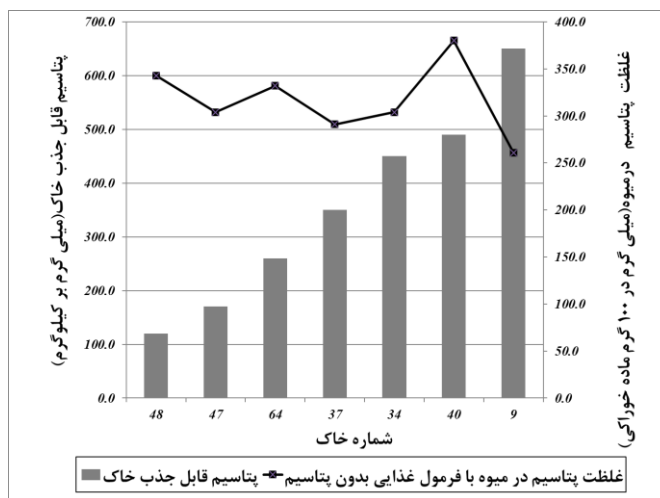
شکل ۳- تعیین حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک به کمک روش تصویری کیت و نلسون



شکل ۴- تعیین حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک به کمک روش چشمی

مقایسه حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک در کشت خیار مزرعه‌ای (Hochmuth and Smajstrla, 1997) با حد بحرانی پیشنهادی در کشت‌های گلخانه‌ای نشان داد که حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک در کشت گلخانه‌ای خیار حدود ۱/۳ برابر بیشتر می‌باشد این نتایج با عملکرد بیشتر کشت‌های گلخانه‌ای نسبت به فضای باز و به دنبال آن احتیاجات غذایی بالاتر هر یک از انواع محصولات فوق مطابقت دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). به طوری که برداشت پتاسیم در کشت‌های گلخانه‌ای خیار حدود ۶۵۰ تا ۸۵۰ کیلوگرم در هکتار (جعفر نیا و همایی، ۱۳۸۵) و برداشت پتاسیم در کشت‌های مزرعه‌ای حدود ۳۰ کیلوگرم در هکتار (Hochmuth and Hanlon, 1995) می‌باشد.

مقایسه غلظت پتاسیم در میوه خیار با غلظت پتاسیم قابل جذب خاک‌های مورد آزمایش در شکل ۵ نشان داد که پاسخ گیاه نسبت به افزایش پتاسیم قابل جذب خاک در محدوده غلظت‌های ۳۵۰ تا ۴۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم (خاک‌های شماره ۳۷ تا ۴۰) مثبت بود و غلظت پتاسیم در میوه از ۲۹۱ به ۳۸۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خوراکی افزایش داشت ولی غلظت‌های بیشتر پتاسیم قابل جذب خاک باعث کاهش غلظت پتاسیم در میوه شد.



شکل ۵- ارتباط غلظت پتاسیم در میوه خیار با فرمول غذایی بدون پتاسیم با غلظت پتاسیم قابل جذب خاک های مورد آزمایش البته لازم به ذکر است مقدار عناصر غذایی در گیاهان ممکن است کم، زیاد و یا در حد متوسط باشد که ناشی از دخالت عوامل پرشمار مؤثر بر رشد و شرایط متفاوت اقلیمی است ولی تفسیر صحیح نتایج تجزیه های گیاهی یکی از راه های تشخیص کمبود عناصر غذایی است که به طور موثری می تواند در توصیه مصرف کود به کار رود.

نتیجه گیری

نتایج ارزیابی پتاسیم قابل جذب خاک براساس نمونه های خاک جمع آوری شده از گلخانه ها نشان داد که میانگین پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه ها بسیار بالا و در محدوده ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و بیش از ۵۰ درصد گلخانه ها دارای پتاسیم قابل جذب خاک بیشتر از ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم با فراوانی کمتر از ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. همچنین براساس واسنجی مقادیر پتاسیم قابل جذب خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه ای به روش تصویری کیت و نلسون و چشمی، حد بحرانی پتاسیم قابل جذب خاک گلخانه ها ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم برآورد گردید در حالیکه میانگین غلظت پتاسیم قابل جذب خاک ها بیشتر از حد بحرانی پیشنهادی و حدود ۲/۵ برابر بالاتر بود. لذا توصیه می شود جهت جلوگیری از تجمع پتاسیم در خاک گلخانه های تحت کشت خیار، کوددهی مطابق آزمون خاک و براساس حد بحرانی بدست آمده انجام شود.

فهرست منابع

- جعفرنیا، س و همایی. م ۱۳۸۵. راهنمای جامع و مصور کشت گلخانه ای خیار و گوجه گلخانه ای، انتشارات سخن گو.
- تدین نژاد، م، دهقانی، م، یحیی آبادی، م و پارسادوست، ف. ۱۳۸۸. بررسی وضعیت تغذیه ای خیار سبز گلخانه ای توسط روش انحراف از درصد بهینه در گلخانه های شهرستان فلاورجان، مجموعه مقالات اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص ۸۹-۸۸.
- سنایی استوار، آ، خوشگفتارمنش، ا. ح و میرزاپور، م. ه. ۱۳۸۹. برخی ویژگی های کیفی و وضعیت تغذیه ای خیار گلخانه ای در استان قم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۴ (۵۴)، ۱۳۳-۱۲۳.
- عقیلی، ف، خوشگفتارمنش، ا. ح، افیونی، م، مبلی، م، پیرزاده، م و سنایی استوار، آ. ۱۳۸۹. وضعیت تغذیه ای خیار و فلفل دلمه ای گلخانه ای در استان اصفهان، مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای، ۱ (۴)، ۴۲-۳۵.
- غفاری، س. ع و ممنوعی، ا. ۱۳۸۸. تعیین حد بحرانی غلظت عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار گلخانه ای منطقه جیرفت، اولین کنگره هیدروپونیک و تولیدات گلخانه ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۰-۱۱۸.
- ملکوتی، م. ج، درودی، م. س، بصیرت، م و ترابی، م. ۱۳۷۹. تغذیه گیاهان گلخانه ای (کشت خاکی)، نشریه فنی ۱۶۷، انتشارات نشر آموزش کشاورزی، ایران.



- Cate, R. B. Jr and Nelson, L. A. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes, Soil Sci. Soc. Am. Pro, 35, 658-660.
- Hochmuth, G. J and Hanlon, E. A. 1995. IFAS standardized fertilization recommendations for vegetable crops, Fla. Coop. Ext. Serv. Circ, 1152.
- Hochmuth, G. J and Smajstrla, A. G. 1997. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida, Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1181.
- Papadopoulos, A. P. 1991. Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media, Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1902/E.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of available potassium in soil greenhouse cucumber

Molahoseini¹, H., Seilsepour², M.

¹*Member of the Scientific Board, Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran,

²Member of the Scientific Board, Soil and Water Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran,

Abstract

This study base on order to determine critical level of available potassium in greenhouse cucumber the current research conducted in a 1000 meter square greenhouse in Isfahan region for 2 years during 2013-2014. For this purpose soil samples collected from 80 soil of greenhouse cucumber. After analyzing the soil samples 18 different available potassium level of soil from low to high (120 to 3312mg.kg-1) were obtained. For each concentration 6 pot with full fertilization (KR) and 6 pot with full fertilization except potassium (K0), finally including 132 treated pot and 132 control pot. The central indices results of soil samples showed that average, median and mode of available potassium were 1064.4, 545, 375.5 mg. kg-1 respectively. Moreover, results critical level base of the Cate and Nelson diagram and visual inspection method showed that critical level of available potassium for greenhouse cucumber was 400 mg. kg-1, Which is less than the average amount of potassium available in greenhouse soils. Therefore, it is recommended to avoid accumulation of potassium in greenhouse soil under cultivated cucumber, fertilization according to the soil test and based on the critical level achieved.

Keywords: Critical level, Concentration, Macro nutrition elements, Vegetable



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای
ارزیابی آهن قابل جذب خاک در کشت خاکی خیار گلخانه‌ای

حمید ملاحسینی^۱، بابک خیام باشی^۲

^۱ عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
^۲ عضو هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

چکیده

تحقیق حاضر باهدف ارزیابی آهن خاک در کشت خاکی خیار گلخانه‌ای در شهرستان اصفهان در طی دو سال اجرا شد. ابتدا از خاک حدود ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای نمونه برداری شد. ۲۰ خاک با غلظت مختلف آهن قابل جذب از محدوده کم تا زیاد (۲ تا ۷۹ میلی گرم بر کیلوگرم) انتخاب شدند. سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان تیمار با کود دهی کامل عنصر آهن (FER) و ۶ گلدان شاهد بدون کود دهی عنصر آهن (FeO) و در مجموع ۱۲۰ گلدان برای تیمار و ۱۲۰ گلدان برای شاهد آماده شد. ارزیابی نتایج آهن قابل جذب خاک بر اساس نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از گلخانه‌ها نشان داد که شاخص‌های میانگین، میانه و مد آهن قابل جذب در خاک‌های منتخب به ترتیب ۲۶/۵، ۱۶/۵ و ۹/۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود. همچنین بر اساس واسنجی مقادیر آهن قابل جذب خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای به روش تصویری کیت و نلسون و چشمی، حد بحرانی آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم برآورد گردید که در مقایسه با مقدار میانگین آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها کمتر است. لذا توصیه می‌شود جهت جلوگیری از تجمع آهن در خاک گلخانه‌های تحت کشت خیار، کوددهی مطابق آزمون خاک و بر اساس حد بحرانی به دست آمده انجام شود.

واژه‌های کلیدی: حد بحرانی، سیزی و صیفی، عناصر کم مصرف،

مقدمه

در سال‌های اخیر به علت استقبال تولیدکنندگان به تولید خارج از فصل، سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای به‌طور چشمگیری افزایش یافته است، استان اصفهان با داشتن حدود ۸۰۰ هکتار گلخانه و سهم بیش از ۶۰۰ هکتار آن به تولید خیار گلخانه‌ای، مقدار زیادی از تولید این محصول را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰). لذا با توجه به سهم بالای این محصولات در رژیم غذایی افراد جامعه، اطلاع از وضعیت تغذیه‌ای محصولات گلخانه‌ای ضروری می‌باشد. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، پژوهش‌هایی مرتبط با تعیین حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک محصولات گلخانه‌ای در داخل و خارج از کشور انجام نشده است بلکه پژوهش‌هایی محدود در زمینه وضعیت تغذیه‌ای عناصر غذایی (پرمصرف و کم‌مصرف) در خاک و برگ محصولات گلخانه‌ای از جمله خیار انجام شده است که خلاصه‌ای از پژوهش‌های فوق به شرح زیر می‌باشد. نتایج بررسی وضعیت تغذیه‌ای خیار سبز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه^۲ در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان نشان داد که عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی در برگ گلخانه‌های غیر مرجع نسبت به گلخانه‌های مرجع کمتر بود (تدین نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). به‌منظور تعیین حد بحرانی عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای منطقه جیرفت، ۴ آزمایش مستقل با ۴ سطح عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در ۳ تکرار اجرا شد. مقایسه نتایج تجزیه برگی و عملکرد محصول نشان داد که حد بحرانی غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار به ترتیب ۳/۱۸، ۰/۳۸، ۲/۸۲ و ۱/۳۸ درصد می‌باشد (غفاری و ممنوعی، ۱۳۸۸). وضعیت عناصر پرمصرف (کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم) و کم مصرف (آهن، منگنز، مس و روی) در خاک و میوه خیار و فلفل دلمه‌ای ۲۵ واحد گلخانه‌ای در استان اصفهان بررسی و نتیجه شد که میانگین غلظت فسفر و پتاسیم خاک بسیار بیشتر از حد بحرانی تعیین شده برای آن‌ها بود همچنین میانگین مقدار آهن، روی، مس و منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA در نمونه‌های خاک به ترتیب برابر ۱۲، ۴/۹، ۱/۹ و ۴/۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود و میزان منیزیم، فسفر و پتاسیم در میوه خیار و فلفل دلمه‌ای بیشتر از حد کفایت بودند. نهایتاً بر اساس نتایج این پژوهش، غلظت زیاد برخی عناصر پرمصرف نظیر فسفر و پتاسیم و کمبود گسترده کلسیم و عناصر کم‌مصرف در محصولات گلخانه‌ای به علت مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب، مصرف نامتعادل کود و ناپایداری شرایط محیطی گلخانه می‌باشد (عقیلی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج بررسی وضعیت تغذیه‌ای و برخی جنبه‌های کیفی خیار گلخانه‌ای در استان قم نشان

^۱ - ایمیل نویسنده مسئول: molahoseini_h@yahoo.con

^۲ - Deviation from Optimum Percentage(DOP)



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

داد که غلظت فسفر و پتاسیم در خاک گلخانه‌ها بسیار بالاتر از حد بحرانی این عناصر در کشت مزرعه‌ای بود. میانگین غلظت آهن، مس و منگنز قابل عصاره گیری خاک با DTPA به ترتیب برابر با ۱۲، ۱/۹۸ و ۱۴/۵ میلی گرم بر کیلوگرم بود. میانگین غلظت کلسیم در برگ خیار بیشتر و در میوه کمتر از آستانه کفایت بود. بیشتر نمونه‌های میوه دچار کمبود پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز بودند میانگین غلظت نیترات ۳۳۶ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر و سرب بخش خوراکی خیار ۰/۳۴ میلی گرم در کیلوگرم وزن تر و بالاتر از حد مجاز بود. لذا مدیریت تغذیه‌ای نامطلوب در گلخانه‌های خیار علاوه بر کمبود عناصر غذایی کم مصرف، افزایش غلظت نیترات و سرب را در پی داشته که از جهت سلامت مصرف‌کنندگان دارای اهمیت است (سنایی استوار و همکاران، ۱۳۸۹). این تحقیق با هدف ارزیابی آهن قابل جذب خاک در کشت خاکی خیار گلخانه‌ای در شهرستان اصفهان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ اجرا شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا جهت دستیابی به محدوده متفاوت آهن قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای، از خاک ۸۰ گلخانه تحت کشت خاکی خیار گلخانه‌ای با سطح حداقل ۳۰۰۰ مترمربع واقع در شهرستان‌های اصفهان، فلاورجان، شهرضا و دهقان در طی سال‌های ۹۲ و ۹۳ نمونه برداری خاک انجام شد. به طوری که پس از آنالیز آهن قابل جذب خاک برای خیار گلخانه‌ای در خاک‌های فوق، ۲۰ غلظت مختلف آهن قابل جذب خاک از محدوده کم تا زیاد (۲ تا ۷۹ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. سرانجام برای هر غلظت تعداد ۶ گلدان تیمار با کود دهی کامل عنصر آهن (FeR) و ۶ گلدان شاهد بدون کود دهی عنصر آهن (FeO) و در مجموع ۱۲۰ گلدان برای شاهد و ۱۲۰ گلدان برای تیمار آماده شد. وزن خاک گلدان‌ها حدود ۱۰ کیلوگرم و نهایتاً تعداد ۲ نشاء رقم گوهر در اواسط بهمن‌ماه در هر گلدان کشت شد. طول دوره رشد حدود ۴ ماه و اختلاف درجه حرارت شب و روز کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بود. حجم آب مورد نیاز گلدان‌های تیمار و شاهد بر اساس نیاز آبی هر بوته در روز و کود دهی گلدان‌های تیمار (FeR) مطابق غلظت کامل فرمول پیشنهادی پاپادوپولوس (Papadopoulos, 1991) برای کشت خاکی خیار گلخانه‌ای و گلدان‌های شاهد (FeO) بر اساس فرمول پاپادوپولوس بدون پتاسیم برآورد و کود آبیاری شدند. عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز و بور هم در میوه و هم در برگ اندازه‌گیری شدند. تعیین حد بحرانی به روش تصویری کیت و نلسون (Cate and Nelson, 1971) به روش زیر انجام شد

- ۱- محاسبه درصد عملکرد نسبی از مطالعات سطوح کودی با استفاده از رابطه زیر
- ۱۰۰ * (عملکرد آخرین سطح کودی (شاهد) / عملکرد در سطح صفر عنصر غذایی مورد مطالعه (تیمار)) = عملکرد نسبی (درصد)
- ۲- نقطه‌گذاری محل تلاقی درصد عملکرد نسبی با نتایج تجزیه‌های خاک در نمودار
- ۳- ترسیم خطی عمود بر محور Y ها در محل ۸۰ درصد عملکرد با استفاده از نرم‌افزار اکسل و سپس خطی عمود بر محور X ها بطوریکه پراکنش نقاط XY- به چهار قسمت تقسیم و بیشترین نقاط در ربع‌های اول و سوم قرار گیرند.
- ۴- محل تلاقی خط عمود بر محور X ها حد بحرانی عنصر مورد نظر در خاک می‌باشد

جدول ۱: نتایج تجزیه آب مورد استفاده در طرح

مشخصات نمونه	اسیدیه ته	هدایت الکتریکی	کربنات	بیکربنات کلر	سولفات	مجموع آنیون هـ	کلسیم	منیزیم	سدیه	مجموع کاتیون ها	کل نمک‌ها سختی کل	
	µS/cm	meq/l	mg/l									
نیک آباد	۷/۸	۱۸۵۰	۰	۲	۱۰	۶/۸	۱۸/۸	۷/۲	۱/۱۲	۱۹/۳	۱۱۸۰	۳۶۰



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



شکل ۱- آماده‌سازی نمونه‌های خاک و کشت نشا در خاک‌های مورد آزمایش



شکل ۲- عملیات داشت و برداشت در خاک‌های مورد آزمایش

نتایج و بحث

محاسبه مقادیر میانگین^۲، میانه^۴ و مد^۵ نتایج آهن قابل جذب خاک در نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از گلخانه‌ها به ترتیب ۱۶/۵، ۲۶/۵ و ۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم را نشان می‌دهد که بر اساس پارامتر شاخص مرکزی میانه، ۵۰ درصد نتایج آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها کمتر از ۱۶/۵ و ۵۰ درصد بیشتر از این مقدار است همچنین مطابق نتایج شاخص مرکزی میانگین، مقدار آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها به‌طور متوسط ۲۶/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است ولی بیشترین فراوانی آن در محدوده ۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

بر اساس ارزیابی آهن قابل جذب خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای به روش تصویری کیت و نلسون در شکل ۳، حد بحرانی عنصر آهن ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد گردید مقایسه حد بحرانی فوق با شاخص مرکزی میانگین بیانگر این است که میانگین آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها بیشتر از حد بحرانی پیشنهادی است. نتایج واسنجی پاسخ عملکرد نسبی گیاه خیار گلخانه‌ای نسبت به افزایش آهن خاک با استفاده از روش چشمی در شکل ۴ نشان داد که پاسخ عملکرد نسبی گیاه خیار گلخانه‌ای برای دستیابی به ۸۰ درصد حداکثر عملکرد نسبت به افزایش آهن خاک در محدوده غلظت‌های

³-Average

⁴-Median

⁵-Mode

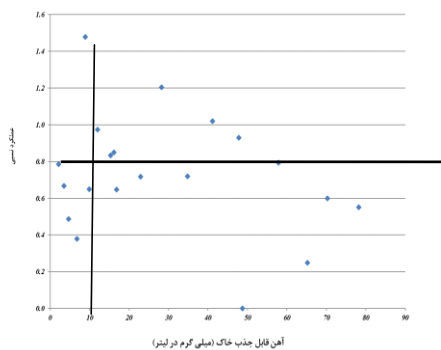


شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

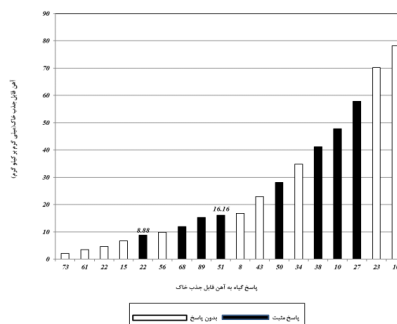
دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



۸/۹ تا ۱۶/۲ میلی گرم بر کیلوگرم (خاک‌های شماره ۲۲ تا ۵۱) مثبت می‌باشد و این محدوده حد بحرانی آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها به روش کیت و نلسون معادل ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم را تأیید می‌کند.



شکل ۳- تعیین حد بحرانی آهن قابل جذب خاک به کمک روش تصویری کیت و نلسون



شکل ۴- تعیین حد بحرانی آهن قابل جذب خاک به روش چشمی

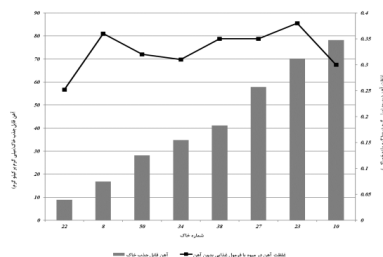
مقایسه حد بحرانی آهن قابل جذب خاک در کشت خیار مزرعه‌ای (Hochmuth and Smajstrla, 1997) با حد بحرانی پیشنهادی در کشت‌های گلخانه‌ای نشان داد که حد بحرانی آهن قابل جذب خاک در کشت خیار گلخانه‌ای و زراعی برابر می‌باشد. مقایسه غلظت آهن در میوه خیار تحت تغذیه با فرمول غذایی بدون آهن (شاهد) با غلظت آهن قابل جذب خاک‌های مورد آزمایش در شکل ۵ نشان داد که پاسخ گیاه نسبت به افزایش آهن خاک در محدوده غلظت‌های ۸/۹ تا ۱۶/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم (خاک‌های شماره ۲۲ تا ۸) مثبت بود و غلظت آهن در میوه از ۰/۲۵ به ۰/۳۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خوراکی افزایش داشت ولی غلظت‌های بیشتر آهن قابل جذب خاک باعث کاهش غلظت آهن در میوه شد.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



شکل ۵- ارتباط غلظت آهن در میوه خیار تحت فرمول غذایی بدون آهن با غلظت آهن قابل جذب خاک‌های مورد آزمایش

البته لازم به ذکر است مقدار عناصر غذایی در گیاهان ممکن است کم، زیاد و یا در حد متوسط باشد که ناشی از دخالت عوامل پرشمار مؤثر بر رشد و شرایط متفاوت اقلیمی است ولی تفسیر صحیح نتایج تجزیه‌های گیاهی یکی از راه‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی است که به‌طور مؤثری می‌تواند در توصیه مصرف کود به کار رود.

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی آهن قابل جذب خاک بر اساس نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از گلخانه‌ها نشان داد که شاخص‌های میانگین، میانه و مد آهن قابل جذب در خاک‌های منتخب به ترتیب ۲۶/۵، ۱۶/۵ و ۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین بر اساس واسنجی مقادیر آهن قابل جذب خاک در مقابل پاسخ گیاه خیار گلخانه‌ای به روش تصویری کیت و نلسون و چشمی، حد بحرانی آهن قابل جذب خاک گلخانه‌ها ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برآورد گردید درحالی‌که میانگین غلظت آهن قابل جذب خاک‌ها بیشتر از حد بحرانی پیشنهادی و حدود ۲/۶ برابر بالاتر بود. لذا توصیه می‌شود جهت جلوگیری از تجمع آهن در خاک گلخانه‌های تحت کشت خیار، کوددهی مطابق آزمون خاک و بر اساس حد بحرانی به دست آمده انجام شود.

فهرست منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۰. جلد دوم، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران.
- تدین نژاد، م.، دهقانی، م.، یحیی آبادی، م. و پارسادوست، ف. ۱۳۸۸. بررسی وضعیت تغذیه‌ای خیار سبز گلخانه‌ای توسط روش انحراف از درصد بهینه در گلخانه‌های شهرستان فلاورجان، مجموعه مقالات اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص ۸۹-۸۸.
- سنایی استوار، آ.، خوشگفتارمنش، ا. ح. و میرزاپور، م. ه. ۱۳۸۹. برخی ویژگی‌های کیفی و وضعیت تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای در استان قم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌و‌خاک، ۱۴ (۵۴)، ۱۲۳-۱۲۲.
- عقیلی، ف.، خوشگفتارمنش، ا. ح.، افیونی، م.، مبلی، م.، پیرزاده، م. و سنایی استوار، آ. ۱۳۸۹. وضعیت تغذیه‌ای خیار و فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در استان اصفهان، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱ (۴)، ۴۲-۳۵.
- غفاری، س. ع. و ممنوعی، ا. ۱۳۸۸. تعیین حد بحرانی غلظت عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای منطقه جیرفت، اولین کنگره هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۰-۱۱۸.
- Cate, R. B. Jr and Nelson, L. A. 1971. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes, Soil Sci. Soc. Am. Pro, 35, 658-660.
- Hochmuth, G. J and Smajstrla, A. G. 1997. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida, Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1181.
- Papadopoulos, A. P. 1991. Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media, Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1902/E.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of available iron in soil greenhouse cucumber

Molahoseini¹, H., Khayambashi², B.

¹Member of the Scientific Board, Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran,

²Member of the Scientific Board, Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran,

Abstract

This study base on order of Esfahan Province Jihad-e-Agriculture Organization aimed to determine critical level of available iron in greenhouse cucumber the current research conducted in a 1000 meter square greenhouse in Isfahan region for 2 years during 2013-2014. For this purpose soil samples collected from 80 soil of greenhouse with an area of 3000 square meters so that soil of different concentration of available iron was obtained. The selected greenhouses were located in Isfahan, Falavarjan, Shahreza and Dehaghan counties. After analyzing the soil samples 18 different available iron level of soil from low to high (2 to 79 mg.kg⁻¹) were obtained. For each concentration 6 treated pots with full fertilization (FeR) and 6 control pots with full fertilization except iron (Fe0), finally including 120 treated pots and 120 control pots. The critical level of soil available iron for greenhouse cucumber was obtained using the Cate and Nelson diagram. The central indices results of soil samples showed that e average, median, and mode of available iron were 26.5, 16.5 and 9.1 mg. kg⁻¹ respectively. Moreover, results critical level base of the Cate and Nelson diagram and visual inspection method showed that the critical level of available potassium for greenhouse cucumber was 10 mg. kg⁻¹, Which is less than the average amount of potassium available in greenhouse soils. Therefore, it is recommended to avoid the accumulation of potassium in greenhouse soil under cultivated cucumber, fertilization according to the soil test and based on the critical level achieved.

Keywords: Critical level, Soil available iron, Vegetable

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر لجن فاضلاب و بیوجار آن بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی دو خاک آهکی تحت کشت ذرت

زهرا خان‌محمدی^{۱*}، مجید افیونی^۲، محمد رضا مصدقی^۳^۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اصفهان^۲ استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

بیوجار یک ماده جامد غنی از کربن است که طی فرآیند پیرولیز زیتوده در شرایط عدم حضور و یا حضور جزئی اکسیژن تولید می‌شود. بیوجار می‌تواند سبب افزایش یا کاهش فراهمی عناصر غذایی در خاک شود. این پژوهش با هدف بررسی اثر لجن فاضلاب و بیوجار آن بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی دو خاک آهکی لوم رسی و لوم تحت کشت ذرت انجام شد. مقادیر کاربرد لجن فاضلاب (S) ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار (به ترتیب تیمار S₁، S₂ و S₃) بود. بیوجار (B) نیز در مقادیر ۷/۳، ۱۴/۵ و ۲۹ تن در هکتار (B₁، B₂ و B₃) اعمال شد. در پایان دوره رشد ذرت، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس، کربن آلی خاک، تنفس میکروبی و غلظت فلزات سنگین قابل استخراج با DTPA اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کاربرد بیوجار تاثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار نیتروژن کل خاک نداشت. نسبت C/N در خاک‌های تیمار شده با بیوجار (۹/۲) به طور معنی‌داری بیش‌تر از شاهد (۸/۰) بود، در نتیجه تنفس میکروبی کم‌تری در تیمارهای بیوجار در مقایسه با شاهد مشاهده شد. غلظت قابل عصاره‌گیری با DTPA فلزات سنگین در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب بیش‌تر از تیمارهای بیوجار بود. کاربرد بیوجار در خاک‌های لوم رسی و لوم به ترتیب سبب کاهش غلظت سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA به میزان ۲۲/۳ و ۵/۴ درصد در مقایسه با شاهد شد. بنابراین کاربرد بیوجار در خاک می‌تواند سبب کاهش غلظت قابل عصاره‌گیری با DTPA فلزات سنگین شود. **کلمات کلیدی:** لجن فاضلاب، بیوجار، عناصر غذایی، تنفس میکروبی، فلزات سنگین.

مقدمه

امروزه تولید بیوجار به عنوان محصول فرآیند پیرولیز مورد توجه قرار گرفته است. پیرولیز عبارت است از فرآیند تبدیل گرمایی-شیمیایی^۱ زیتوده در شرایط عدم حضور و یا حضور جزئی اکسیژن که منجر به ایجاد سه فاز می‌شود: (۱) گاز، (۲) مایع (روغن و قیر)، و (۳) جامد (بیوجار^۲). ساختار آروماتیک چندحلقه‌ای فاز جامد یا همان بیوجار سبب پایداری آن در محیط و ذخیره و ترسیب کربن در خاک می‌شود (Verheijen و همکاران، ۲۰۱۰). گزارش شده است که افزودن بیوجار غالباً موجب بهبود حاصل‌خیزی خاک و رشد گیاهان به ویژه به همراه افزودن کودهای نیتروژن در خاک‌های حاصل‌خیزی کم می‌شود (Major و همکاران، ۲۰۱۰). هنگام کاربرد بیوجار در خاک فراهمی عناصر غذایی قابل دسترس بیوجار برای گیاه بستگی به نوع خاک و بیوجار دارد و می‌تواند سبب افزایش یا کاهش فراهمی عناصر غذایی شود. نتایج پژوهش Partey و همکاران (۲۰۱۶) بیانگر افزایش معنی‌دار عملکرد اندام هوایی و دانه برنج و نیز افزایش معنی‌دار گنجایش تبادل کاتیونی خاک (CEC) و فراهمی زیستی عناصر غذایی در خاک تیمار شده با بیوجار در مقایسه با خاک شاهد بود. Park و همکاران (۲۰۱۱) پژوهشی را با هدف بررسی اثر بی‌تحرك شدن^۳ فلزات توسط بیوجار کود مرعی و بقایای سبز و تاثیر آن در بهبود رشد گیاه انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزودن یک درصد بیوجار کود مرعی به خاک، زیتوده خشک گیاهی در بخش اندام هوایی و ریشه را به ترتیب ۳۵۳ و ۵۷۲ درصد افزایش می‌دهد. این پژوهشگران بیان نمودند که این نتیجه را می‌توان به کاهش سمیت فلزات سنگین ناشی از تبدیل آن‌ها به شکل‌های کم‌تر قابل دسترس و افزایش فراهمی عناصر غذایی مانند فسفر و پتاسیم نسبت داد. این پژوهش با هدف بررسی اثر لجن فاضلاب (S) و بیوجار آن (B) بر برخی ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی دو خاک آهکی با بافت متفاوت و تحت کشت ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها

- Thermochemical transformation
- Biochar
- ۳- Immobilization

به منظور انجام این پژوهش، نمونه‌هایی از دو خاک آهکی با رده‌بندی Typic Haplocambids و بافت‌های لوم رسی و لوم به ترتیب از مناطق فلاورجان و زیار در استان اصفهان تهیه شدند (جدول ۱). خاک‌ها ابتدا هوا-خشک شده و سپس برای حفظ خاکدانه‌ها و حداقل تخریب واحدهای ساختمانی در پژوهش گلخانه‌ای، از الک ۶ میلی‌متری عبور داده شدند. بیوپچار لجن فاضلاب در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس تهیه شد (Khanmohammadi و همکاران ۲۰۱۵). برخی از ویژگی‌های لجن فاضلاب و بیوپچار آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها قبل از کشت، لجن فاضلاب و بیوپچار تولیدشده در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس.

ویژگی	واحد	خاک فلاورجان	خاک زیار	لجن فاضلاب	بیوپچار
رس	kg 100kg ⁻¹	۳۰/۲	۱۵/۷	-	-
شن	kg 100kg ⁻¹	۲۲/۲	۴۲/۸	-	-
سیلت	kg 100kg ⁻¹	۴۷/۶	۴۱/۵	-	-
بافت	-	لوم رسی	لوم	-	-
pH	-	۷/۵	۷/۶	۶/۸	۸/۲
رسانایی الکتریکی	dS m ⁻¹	۰/۵۰	۰/۴۶	۲/۲۰	۰/۵۲
گنجایش تبادل کاتیونی	cmol _c kg ⁻¹	۱۵/۸	۱۳/۱	۹۹/۳	۱۹۱/۸
نیترژن کل	kg 100kg ⁻¹	۰/۱۱۲	۰/۰۷۸	۳/۳	۲/۷
کربن آلی کل	kg 100kg ⁻¹	۰/۵۶	۰/۶۳	۴۰/۸	۳۴/۰
نسبت C/N	-	۵/۰	۸/۱	۱۲/۴	۱۲/۸
فسفر کل	kg 100kg ⁻¹	-	-	۱/۱	۱/۷
پتاسیم کل	kg 100kg ⁻¹	-	-	۰/۲۰	۰/۲۶
فسفر قابل دسترس	mg kg ⁻¹	۴۲	۶۵	-	-
پتاسیم قابل دسترس	mg kg ⁻¹	۲۴۰	۱۰۹	-	-
آهک	kg 100kg ⁻¹	۳۴/۵	۳۲/۲	۱۶/۹	۲۳/۰
آهن	mg kg ⁻¹	۳۵/۶	۲۹/۷	۲۸۸/۰	۲۷/۶
روی	mg kg ⁻¹	۲/۱	۲/۳	۱۳۰/۰	۲/۵
مس	mg kg ⁻¹	۶/۴	۳/۲	۲۰/۵	۰/۵
منگنز	mg kg ⁻¹	۹/۴	۷/۵	۲۳/۳	۲/۰
سرب	mg kg ⁻¹	۱/۷	۰/۸۲	۱۳/۲	۱/۴

بصافه‌گیری با
DTPA

لجن فاضلاب (S) در مقادیر ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار با خاک‌ها مخلوط شد و به ترتیب با نمادهای S₁، S₂ و S₃ بیان شد. از آن‌جا که فرآیند پیرولیز سبب کاهش جرم بیوپچار نسبت به لجن فاضلاب می‌شود (۲۷/۵ درصد از لجن فاضلاب تبدیل به فاز مایع و گاز می‌شود) و به منظور داشتن نتایج قابل مقایسه، میزان کاربرد بیوپچار (B) ۷/۳، ۱۴/۵ و ۲۹ تن در هکتار در نظر گرفته شد و به ترتیب با نمادهای B₁، B₂ و B₃ بیان شد. سپس لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر داخلی ۲۱/۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر با خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و بیوپچار به صورت جداگانه و در سه تکرار پر شدند؛ به گونه‌ای که ارتفاع ستون‌های خاک ۵۰ سانتی‌متر شد. یک تیمار شاهد نیز برای هر خاک در نظر گرفته شد. تمام تیمارها در سه تکرار اعمال شدند. برای پایش مقدار آب خاک در طول پژوهش گلخانه‌ای، از روش انعکاس‌سنجی زمانی^۱ (TDR) استفاده شد. به این منظور میله‌های دستگاه TDR درون سوراخ‌های ایجادشده در ستون‌ها و در عمق‌های ۱۰، ۲۵ و ۴۰ سانتی‌متری

¹ - Time domain reflectometry

خاک قرار گرفتند. در هر ستون سه عدد بذر گیاه ذرت (Single Cross ۷۰۴) کشت شد. پس از رسیدن به مرحله دو برگی گیاه ذرت به یک عدد در هر ستون کاهش یافت. در نهایت گیاهان ذرت در هر ستون به مدت ۷۸ روز پس از جوانه‌زنی رشد کردند. در پایان دوره رشد، اندام هوایی و ریشه‌ها به طور جداگانه برداشت شدند. نمونه‌های خاک از لایه ۱۲/۵ تا ۲۵ سانتی‌متری هر ستون، یعنی جایی که بیش‌ترین تراکم ریشه‌ها وجود داشت جمع‌آوری شد. نمونه‌های خاک هوا-خشک و سپس کوبیده شده و برای تجزیه شیمیایی از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس خاک، به ترتیب با روش کلدال و اولسن تعیین شدند (Sommers و Olsen, ۱۹۸۲). پتاسیم قابل دسترس خاک با استفاده از استات آمونیوم عصاره‌گیری شده و با فلیم فتومتر قرائت شد (Knudsen و همکاران, ۱۹۸۲). کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر با اسید کرومیک و تیتراسیون برگشتی با فروسولفات آمونیوم اندازه‌گیری شد (Nelson و Sommers, ۱۹۸۲). مقدار تنفس میکروبی از طریق اندازه‌گیری مقدار تجمع CO_2 تولید شده پس از ۷ روز انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تعیین شد (Alef, ۱۹۹۵). برای تعیین شکل قابل دسترس آهن، روی، مس، منگنز، نیکل و سرب در خاک عصاره‌گیری با استفاده از DTPA ۰/۰۰۵ مولار انجام شد (Norvell و Lindsay, ۱۹۷۸).

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت آرایش فاکتوریل سه‌فاکتوره شامل فاکتورهای دو نوع خاک (فلورجان و زیار)، دو نوع کود آلی (لجن فاضلاب و بیوجار) و سه نرخ کاربرد (۱، ۲ و ۳) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. نتایج به روش تجزیه واریانس (ANOVA) با نرم‌افزار SAS تجزیه آماری شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال $p < 0/05$ صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

اثر نوع خاک، نوع تیمار آلی و نرخ کاربرد بر ویژگی‌های شیمیایی خاک شامل غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم، مقدار TOC، نسبت C/N و تنفس میکروبی و غلظت قابل عصاره‌گیری با DTPA آهن، روی، مس، منگنز و سرب در سطح آماری یک درصد ($p \leq 0/01$) معنی‌دار بود. اثر نوع تیمار بر ویژگی‌های شیمیایی و غلظت عناصر پر نیاز خاک‌ها پس از برداشت ذرت در جدول ۲ نشان داده شده است. کاربرد بیوجار تاثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار نیتروژن کل خاک نسبت به تیمار شاهد نداشت. در حضور لجن فاضلاب و بیوجار، کربن آلی کل خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت. در کل نسبت C/N خاک با کاربرد بیوجار افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار تنفس میکروبی در خاک تیمار شده با لجن فاضلاب دیده شد که می‌تواند به دلیل مقدار بیش‌تر ماده آلی در این تیمار باشد (جدول ۲). از آنجا که نسبت C/N در تیمار بیوجار بیش‌تر بود، کاربرد بیوجار سبب کاهش معنی‌دار تنفس میکروبی در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد در خاک‌های پس از برداشت شد. این یافته نشان‌دهنده نقش مثبت بیوجار در ذخیره کربن خاک است که به دلیل ساختار آروماتیک چندحلقه‌ای بیوجار است. این ساختار سبب مقاومت بیوجار در برابر تجزیه بیولوژیک در محیط می‌شود (Deluca و همکاران, ۲۰۰۶).

جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر نوع تیمار اصلاحی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک‌ها پس از برداشت.

نوع تیمار	TN	TOC	C/N	P_{av}	K_{av}	تنفس میکروبی
	$kg\ 100kg^{-1}$		-	$(mg\ kg^{-1})$	$(mg\ kg^{-1})$	$(mg\ C-CO_2(kg\ day)^{-1})$
شاهد	۰/۰۸۵ ^b	۰/۶۶ ^b	۸/۰ ^c	۴۹/۳ ^d	۱۳۶/۴ ^b	۷/۷ ^b
لجن فاضلاب	۰/۰۹۱ ^a	۰/۷۶ ^a	۸/۵ ^b	۶۹/۳ ^a	۱۳۴/۰ ^c	۱۰/۱ ^a
بیوجار	۰/۰۸۴ ^b	۰/۷۶ ^a	۹/۲ ^a	۶۵/۴ ^b	۱۴۰/۲ ^a	۶/۳ ^c
LSD _{0.05}	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۷۶	۰/۳۸۰	۰/۷۳۳	۰/۰۷۲

TN نیتروژن کل، TOC کربن آلی کل، C/N نسبت کربن به نیتروژن، P_{av} فسفر قابل دسترس، K_{av} پتاسیم قابل دسترس. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

همچنین پیرولیز موجب از بین رفتن جمعیت میکروبی ماده اولیه بیوجار می‌شود، که به دنبال آن ممکن است اثر منفی بر تنفس میکروبی خاک هنگام کاربرد بیوجار داشته باشد. اثرات بیوجار بر تنفس میکروبی بسته به نوع بیوجار، نوع خاک، گیاه کشت‌شده و رطوبت و دمای خاک متغیر گزارش شده است. بنابراین به دنبال استفاده از بیوجار، تنفس میکروبی خاک ممکن است افزایش یابد و یا باز داشته شود. Lu و

همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد بیوچار تاثیری بر افزایش تنفس میکروبی در مقایسه با تیمار شاهد نداشت. اگرچه مقدار کربن آلی کل در تیمارهای لجن فاضلاب و بیوچار مشابه بود، مقدار تنفس میکروبی در تیمار بیوچار به طور معنی داری کم تر از لجن فاضلاب بود (جدول ۲). تفاوت معنی داری از نظر مقدار TOC بین مقادیرهای مشابه کاربرد لجن فاضلاب و بیوچار در خاکهای تیمار شده نبود (جدول ۳). با افزایش مقدار کاربرد بیوچار نسبت C/N نیز روندی افزایشی داشت. نسبت C/N در مقادیر کاربرد ۱۴/۵ و ۲۹ تن در هکتار به طور معنی داری بیش تر از سایر تیمارها بود. این یافته اهمیت پیرولیز در تولید پیوندهای کربن پایدار که در برابر تجزیه مقاوم می باشند را تایید می کند. نسبت C/N تفاوت معنی داری بین تیمارهای لجن فاضلاب و تیمار شاهد نداشت. مقدار تنفس میکروبی بیش تر در خاکهای تیمار شده با لجن فاضلاب می تواند به دلیل مقدار بیش تر ماده آلی در این تیمار باشد. گزارش هایی مبنی بر رابطه مثبت بین مقدار تنفس میکروبی و مقدار ماده آلی خاک وجود دارد (Buchmann, ۲۰۰۰). مقادیر نیتروژن کل خاک تفاوت معنی داری بین تیمارهای B₁، B₂ و شاهد نداشت (جدول ۳). همچنین تفاوت معنی داری از نظر غلظت پتاسیم قابل دسترس خاک بین نرخ های مختلف کاربرد لجن فاضلاب وجود نداشت. روند مشابهی برای تیمارهای بیوچار نیز دیده شد. غلظت پتاسیم قابل دسترس خاک در تیمار بیوچار با نرخ کاربرد ۲۹ تن در هکتار به طور معنی داری بیش تر از شاهد و تیمارهای لجن فاضلاب بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهم کنش نوع تیمار آلی و مقدار کاربرد بر ویژگی های شیمیایی خاک ها پس از برداشت.

تیمار آلی	مقدار کاربرد ton ha ⁻¹	TN kg 100kg ⁻¹	TOC kg 100kg ⁻¹	C/N -	P _{av} (mg kg ⁻¹)	K _{av} (mg C-CO ₂ (kg day) ⁻¹)	تنفس میکروبی (mg C-CO ₂ (kg day) ⁻¹)
لجن فاضلاب	۱۰-S ₁	۰/۰۸ ^c	۰/۶۸ ^{cd}	۸/۴ ^c	۵۷/۳ ^d	۱۳۳/۱ ^c	۸/۷ ^c
	۲۰-S ₂	۰/۰۹ ^b	۰/۷۶ ^b	۸/۵ ^c	۶۷/۱ ^c	۱۳۴/۹ ^c	۹/۴ ^b
	۴۰-S ₃	۰/۱ ^a	۰/۸۴ ^a	۸/۵ ^c	۸۳/۵ ^a	۱۳۳/۹ ^c	۱۲/۳ ^a
بیوچار	۷/۳-B ₁	۰/۰۸ ^c	۰/۶۹ ^c	۸/۵ ^c	۵۵/۱ ^d	۱۳۷/۱ ^{bc}	۶/۷ ^e
	۱۴/۵-B ₂	۰/۰۸ ^c	۰/۷۴ ^b	۹/۲ ^b	۶۵/۲ ^c	۱۴۰/۷ ^{ab}	۶/۱ ^f
	۲۹-B ₃	۰/۰۹ ^b	۰/۸۶ ^a	۹/۸ ^a	۷۶/۱ ^b	۱۴۲/۹ ^a	۶/۲ ^f
شاهد	۰	۰/۰۸ ^c	۰/۶۶ ^d	۸/۰۵ ^c	۴۹/۳ ^e	۱۳۶/۴ ^{bc}	۷/۷ ^d
LSD _{0.05}	-	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۰/۲۲۹	۱/۱۴	۲/۲۰	۰/۲۱۵

TN نیتروژن کل، TOC کربن آلی کل، C/N نسبت کربن به نیتروژن، P_{av} فسفر قابل دسترس، K_{av} پتاسیم قابل دسترس. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است. مقدار نیتروژن و کربن آلی کل در خاک فلاورجان پس از برداشت بیش تر از خاک زیار بود (جدول ۴). این یافته احتمالاً به دلیل مقدار رس بیش تر در خاک فلاورجان و نقش بخش رس در نگهداری ماده آلی است زیرا همبستگی مثبتی بین ماده آلی و مقدار رس، CEC و نیتروژن کل خاک وجود دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر ویژگی های شیمیایی خاک ها پس از برداشت.

نوع خاک	TN kg 100kg ⁻¹	TOC kg 100kg ⁻¹	C/N -	P _{av} (mg kg ⁻¹)	K _{av} (mg C-CO ₂ (kg day) ⁻¹)	تنفس میکروبی (mg C-CO ₂ (kg day) ⁻¹)	CEC (Cmol _c Kg ⁻¹)
فلاورجان	۰/۰۹۸ ^a	۰/۷۹ ^a	۸/۱ ^b	۵۱/۸ ^b	۱۸۲/۳ ^a	۸/۰ ^a	۱۶/۷ ^a
زیار	۰/۰۷۴ ^b	۰/۶۸ ^b	۹/۲ ^a	۷۴/۲ ^a	۹۱/۳ ^b	۷/۷ ^b	۱۳/۳ ^b
LSD _{0.05}	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳۶	۰/۰۵۷	۰/۲۸۵	۰/۵۵۰	۰/۰۵۴	۰/۰۲۶

TN نیتروژن کل، TOC کربن آلی کل، C/N نسبت کربن به نیتروژن، P_{av} فسفر قابل دسترس، K_{av} پتاسیم قابل دسترس، CEC گنجایش تبادل کاتیونی خاک. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

مقدار بیش‌تر تنفس میکروبی در خاک فلاورجان نسبت به خاک زیار می‌تواند به دلیل مقدار بیش‌تر ماده آلی در این خاک باشد. به علاوه به نظر می‌رسد شرایط ساختمانی و تهویه‌ای بهتر خاک فلاورجان به افزایش میزان تنفس میکروبی در این خاک کمک کرده است. نسبت کربن به نیتروژن در خاک زیار به طور معنی‌داری بیش‌تر از خاک فلاورجان بود (جدول ۴). غلظت فسفر قابل دسترس در خاک زیار نیز به طور معنی‌داری بیش‌تر از خاک فلاورجان بود، که می‌تواند ناشی از غلظت بیش‌تر آن در خاک زیار پیش از کشت باشد (جدول ۱). از طرف دیگر غلظت پتاسیم قابل دسترس در خاک فلاورجان پس از برداشت در مقایسه با خاک زیار به طور معنی‌داری بیش‌تر بود (جدول ۴).

غلظت آهن، روی، مس، منگنز و سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA در تیمارهای لجن فاضلاب به طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمارهای بیوچار و شاهد بود (جدول ۵). به علاوه غلظت آهن، روی و مس قابل عصاره‌گیری با DTPA در تیمارهای بیوچار (به استثنای مس قابل عصاره‌گیری با DTPA در خاک فلاورجان) به طور معنی‌داری بیش‌تر از شاهد بود. کاربرد بیوچار در خاک‌های فلاورجان و زیار به ترتیب سبب کاهش غلظت سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA به میزان ۲۲/۳ و ۵/۴ درصد شد. این تفاوت را می‌توان به مقدار بیش‌تر رس، ماده آلی و CEC خاک فلاورجان نسبت داد.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم‌کنش نوع خاک و تیمار آلی بر جذب آهن، روی، مس، منگنز و سرب خاک‌ها پس از برداشت.

نوع خاک	نوع تیمار آلی	آهن	روی	مس	منگنز	سرب
(mg kg ⁻¹)						
فلاورجان	لجن فاضلاب	۴۱/۴ ^a	۳/۳ ^a	۷/۳ ^a	۶/۵ ^c	۱/۹ ^a
	بیوچار	۳۸/۳ ^b	۲/۵ ^d	۶/۳ ^c	۵/۸ ^d	۱/۳ ^c
	شاهد	۳۵/۲ ^c	۱/۸ ^f	۶/۴ ^b	۵/۸ ^d	۱/۶ ^b
زیار	لجن فاضلاب	۴۱/۰ ^a	۳/۱ ^b	۴/۳ ^d	۸/۱ ^a	۱/۲ ^d
	بیوچار	۳۴/۸ ^c	۲/۶ ^c	۳/۶ ^e	۶/۹ ^b	۱/۰ ^f
	شاهد	۳۲/۳ ^d	۲/۱ ^e	۳/۳ ^f	۶/۹ ^b	۱/۱ ^e
LSD _{0.05}		۰/۵۹	۰/۰۴۵	۰/۰۳۷	۰/۰۸۴	۰/۰۱۳

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

نتیجه‌گیری

کاربرد بیوچار تاثیر معنی‌داری بر افزایش مقدار نیتروژن کل خاک نسبت به تیمار شاهد نداشت. نسبت C/N در خاک‌های تیمار شده با بیوچار به طور معنی‌داری بیش‌تر از شاهد بود. بنابراین تنفس میکروبی کم‌تری در این تیمارها در مقایسه با شاهد مشاهده شد. مخلوط کردن بیوچار با خاک‌ها سبب افزایش معنی‌دار کربن آلی کل شد. با افزایش مقدار کاربرد بیوچار، کربن آلی کل نسبت به نیتروژن کل افزایش بیش‌تری نشان داد. غلظت پتاسیم قابل دسترس در خاک لوم رسی بیش‌تر از خاک لومی بود. غلظت قابل عصاره‌گیری با DTPA فلزات سنگین در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب بیش‌تر از تیمارهای بیوچار بود. کاربرد بیوچار در خاک‌های فلاورجان و زیار به ترتیب سبب کاهش غلظت سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA به میزان ۲۲/۳ و ۵/۴ درصد شد. بنابراین کاربرد بیوچار در خاک می‌تواند سبب کاهش غلظت قابل عصاره‌گیری با DTPA فلزات سنگین شود.

منابع:

Alef, K. 1995. Soil respiration. PP. 214–222. In: K. Alef and P. Nannipieri (Eds.), Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. New York: Academic Press.



- Buchmann, N. 2000. Biotic and abiotic factors controlling soil respiration rates in *Picea abies* stands. *Soil Biol. Biochem.* 32: 1625–1635.
- DeLuca T. H., MacKenzie, M., Gundale, D.M.J. and Holben W. E. 2006. Wildfire produced charcoal directly influences nitrogen cycling in Ponderosa Pine forests. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 448–453.
- Khanmohammadi Z., Afyuni M. and Mosaddeghi M.R. 2015. Effect of pyrolysis temperature on chemical and physical properties of sewage sludge biochar. *Waste Management and Research.* 33: 275–283.
- Knudsen, D., Peterson, G. A and Pratt, P. F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. PP. 225–246. In: A. L. Page, R.H. Miller, D. R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical Methods*, SSSA/ASA, Madison, Wisconsin.
- Lindsay W. L. and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421–428.
- Lu N., Liu, X. R., Du, Z. L., Wang Y. D. and Zhang, Q. Z. 2014. Effect of biochar on soil respiration in the maize growing season after 5 years of consecutive application. *Soil Res.* 52: 505–512.
- Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., and Goodale, C. 2010. Fate of soil applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Glob. Change Biol.* 16: 1366–1379.
- Nelson, D. W., and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. PP. 539–579. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney, (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical Methods*. Agronomy Monographs, SSSA/ASA, Madison, Wisconsin.
- Olsen S. R., and Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. PP. 403–430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical Methods*. Agronomy Monographs, SSSA/ASA, Madison, Wisconsin.
- Park, J. H., Choppala, G. K., Bolan, N. S. Chung, J. W., and Chuasavathi, T. 2011. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals. *Plant Soil.* 348: 439–451.
- Partey, S. T., Saito, K., Preziosi, R. F., and Robson, G. D. 2016. Biochar use in a legume-rice rotation system: effects on soil fertility and crop performance. *Arch. Agron. Soil Sci.* 62(2): 199–215.
- Verheijen, F. S. Jeffery, Bastos, A. C., Van der Velde, M. and Diafas, I. 2010. *Biochar Application to Soils*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation.

Effect of sewage sludge and its biochar on some chemical and biological properties of two calcareous soils under corn

Zahra Khanmohammadi^{1*}, Majid Afyuni² and Mohammad Reza Mosaddeghi²

¹ Assist. Prof., Department of Soil and Water Research, Isfahan Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran.

² Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran.

Abstract

Biochar is a carbon-rich solid material that is produced during pyrolysis process under partial or no oxygen condition. Biochar can increase or decrease availability of soil nutrients. The objective of this study was to determine the effect sewage sludge and its biochar application on some chemical and biological properties of two calcareous clay loam and loam soils under corn cultivation. The soils were mixed with sewage sludge (S) at the rates of 10, 20 and 40 ton ha⁻¹ (S1, S2 and S3 treatments, respectively). The biochar (B) was applied at the rates of 7.3, 14.5 and 29 ton ha⁻¹ (B1, B2 and B3). At the harvest time, soil total nitrogen, available phosphorous and potassium, total organic carbon, soil respiration and DTPA-extractable concentrations of heavy metals were determined. Results showed that biochar application did not significantly increase the soil total nitrogen. The C/N ratio was significantly higher in biochar-treated soils (9.2) compared with control (8.0), leading to lower soil respiration rate in the biochar treatments. The DTPA-extractable concentrations of heavy metals in sewage sludge treatments were higher than the biochar treatments. Biochar application decreased the DTPA-extractable concentration of soil Pb by 22.3% and 5.4% relative to control in clay loam and loam soils, respectively. Therefore, biochar application can decrease the DTPA-extractable concentrations of heavy metals in soil.

Keywords: Sewage sludge, Biochar, Nutrients, Soil respiration, Heavy metals.

* Corresponding author, Email: Z.khanmohamadi@areeo.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر برهمکنش اسید هیومیک و فسفر بر رشد و عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) در یک خاک شور

مصطفی شیرمردی^۱، محمد جواد قانعی بافقی^۲، زهرا عرب بافرانی^۳

^۱ استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

^۲ استادیار گروه مهندسی طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین محدودکننده‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. برای کاهش اثرات منفی شوری، توجه به تغذیه و افزودن اصلاح‌کننده‌های آلی دارای اهمیت می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر اسید هیومیک و کود فسفر بر شاخص‌های رشدی و عملکردی گیاه گلرنگ در یک خاک شور انجام شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۳ سطح اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰ و 1000 mg.l^{-1} اسید هیومیک) و ۳ سطح فسفر (صفر، ۲۰ و 40 mg P.kg^{-1}) بود. پس از تکمیل دوره رشدی گیاه پارامترهای ارتفاع، قطر ساقه، تعداد طبق در هر گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش فسفر و اسید هیومیک بر شاخص‌های ارتفاع گیاه و تعداد طبق در سطح ۵ درصد و بر شاخص‌های قطر ساقه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد هم‌زمان 20 mg P.kg^{-1} و 1000 mg.l^{-1} اسید هیومیک منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع، قطر ساقه، تعداد طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه نسبت به شاهد و هر کدام از این تیمارها به صورت مجزا شد.

کلمات کلیدی: اسید آلی، تنش، سوپر فسفات تریپل، وزن دانه.

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی و از مهم‌ترین موانع کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. حدود ۵۰-۳۰ درصد از اراضی فاریاب دنیا تحت تأثیر شوری قرار دارد و در ایران حدود ۵۰ درصد از زمین‌های زیر کشت با مشکل شوری روبه‌رو است (Safarnezhad و همکاران، ۲۰۰۷). اثرات سوء تنش شوری تنها بر مرحله خاصی از رشد گیاه نبوده بلکه می‌تواند با توجه به شدت تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی، نوع بافت و اندام گیاهی متفاوت باشد (Hussain و همکاران، ۱۹۹۷). تنش شوری از طریق القای تنش اسمزی، آسیب‌های اکسیداتیو و سمیت یونی به گیاه آسیب می‌رساند (Siringam و همکاران، ۲۰۱۱).

برای غلبه بر اثرات منفی شوری، افزودن مواد آلی مختلف به عنوان عوامل بهبود دهنده رشد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Walker و Bernal، ۲۰۰۸). استفاده از ترکیبات و کودهای آلی طبیعی در خاک به منظور تقلیل اثرات تنش شوری از این لحاظ دارای ارزش و اولویت هستند که این مواد اثرات مخرب زیست‌محیطی نداشته و جزئی از طبیعت هستند (Sebahattin و Necder، ۲۰۰۵). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات قابل‌ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Sabzevari و همکاران، ۲۰۰۹)؛ بنابراین استفاده از انواع کودهای طبیعی از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی جهت بالا بردن عملکرد می‌تواند مثمر ثمر واقع شود (Samavat و Malakuti، ۲۰۰۵). مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقی مانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شود (Liu و Cooper، ۲۰۰۰). استفاده از این مواد قابلیت باروری خاک را از ۱۲ تا ۷۰ درصد بالا می‌برد که دیگر نیازی به استفاده از هورمون‌ها نخواهد بود و مهم‌ترین مزیت استفاده از ترکیبات هیومیکی رسیدن به سطح محصولات استاندارد و با کیفیت عالی و تأثیر بسیار مثبت آن‌ها در افزایش قابلیت سنتز پروتئین و هدایت کربن گیاه و متابولیسم آن‌هاست. تأثیر اسید هیومیک بر رشد گیاه ممکن است به صورت مستقیم (افزایش کل وزن خشک گیاه) و یا به صورت غیرمستقیم (افزایش راندمان مصرف کود و کاهش فشرده‌گی خاک) باشد (Sabzevari و همکاران، ۲۰۱۱). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به تحریک رشد گیاه، تحریک افزایش تقسیم سلولی، افزایش میزان و فعالیت آنزیم‌ها در گیاه، افزایش فتوسنتز، افزایش میزان ویتامین‌ها در گیاه، بهبود جوانه‌زنی بذر، افزایش رشد ریشه، متعادل نمودن pH در خاک‌های قلیایی، کاهش شوری و قلیایت خاک، افزایش ظرفیت تبدالی کاتیون خاک، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک و بهبود جذب مواد غذایی توسط ریشه اشاره کرد (Chen و

* ایمیل نویسنده مسئول: mjghaneib@ardakan.ac.ir



همکاران، ۲۰۰۴؛ ویستا، ۲۰۱۵). بررسی اثر اسید هیومیک در افزایش مقاومت به تنش شوری لوبیا با هشت منبع مختلف نمک نشان داد کاربرد این ماده به طور مؤثری می تواند در کاهش تنش شوری در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار بگیرد (Aydin و همکاران، ۲۰۱۲).

علاوه بر این مصرف عناصر غذایی می تواند به عنوان یک راهکار جهت کاهش سمیت یونی و ناهنجاری های تغذیه ای گیاهان در خاک های شور مورد توجه قرار بگیرد. فسفر از عناصر ضروری پر مصرف برای گیاه است که در نقل و انتقال انرژی، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدها، توسعه قسمت های زایشی گیاه و تشکیل و انتقال مواد قندی و نشاسته نقش عمده ای دارد (Mosil و همکاران، ۲۰۰۶). مصرف فسفر با افزایش فسفر قابل جذب در خاک، رشد گیاه در خاک شور را تسهیل نموده و تا اندازه ای اثرات منفی شوری را تعدیل می کند.

گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) گیاهی است از تیره *Asteracea*، پر شاخ و برگ، علفی، شبه خاردار و یک ساله که ارتفاع آن از ۴۰ تا ۱۵۰ سانتی متر تغییر می کند. سطح زیر کشت گلرنگ در جهان در سال ۲۰۱۰ معادل ۷۷۲۷۰۵ هکتار گزارش شده است (Anonymous، ۲۰۱۰). سطح زیر کشت گلرنگ در کشور حدود ۶۰۰۰ هکتار با متوسط عملکرد ۱ تن در هکتار و بیشترین سطح زیر کشت این گیاه به ترتیب مربوط به استان های اصفهان، خراسان و یزد است (Froozan، ۲۰۰۵). Singh و Bahargava (۱۹۹۵) گزارش کردند که عملکرد دانه گلرنگ در شوری بالای ۴ دسی زیمنس بر متر شروع به کاهش نمود و میزان کاهش عملکرد در شوری معادل ۸/۵ دسی زیمنس بر متر به ۵۰ درصد رسید.

با توجه به توسعه اراضی شور و اثرات منفی آن بر گیاهان، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر غلظت های مختلف اسید هیومیک و کود سوپرفسفات تریپل و همچنین برهمکنش اسید هیومیک و کود فسفره بر شاخص های رشدی و عملکردی گیاه گلرنگ در یک خاک شور انجام شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات پسته اردکان اجرا شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۳ سطح اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ mg. I⁻¹ اسید هیومیک) و ۳ سطح فسفر (صفر، ۲۰ و ۴۰ mg P.kg⁻¹) بود. اسید هیومیک در غلظت های ذکر شده در آب آبیاری و ۳ بار در طول رشد استفاده شد. کود فسفره نیز از منبع سوپرفسفات تریپل و به صورت مصرف خاکی قبل از کشت به کار رفت. دوره رشد گیاه حدود ۴ ماه بود و پس از تکمیل دوره رشد گیاه پارامترهای ارتفاع، قطر ساقه، تعداد طبق در هر گیاه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه گیری شد. جهت آنالیز آماری داده ها از نرم افزار SAS 9.2 استفاده گردید و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. همان طور که نتایج نشان می دهد خاک مورد مطالعه خاکی شور و سدیمی بوده که محتوای فسفر قابل استفاده در آن پایین می باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی خاک	مقدار
بافت خاک	Clay loam
شن (%)	۳۶/۲۸
سیلت (%)	۳۰
رس (%)	۳۳/۷۲
pH	۷/۵۳
هدایت الکتریکی (mS.cm ⁻¹)	۵/۴۶
کلسیم (meq.L ⁻¹)	۳/۳۳

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

۶/۵۳	منیزیم (meq.L^{-1})
۵۷/۲۴	سدیم (meq.L^{-1})
۲۵/۸۰	SAR
۱۰/۶	فسفر (mg.kg^{-1})
۰/۳۸	کربن آلی (%)
۴۸/۴۷	SP (%)

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه در سطح ۵ درصد و بر شاخص‌های تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. تأثیر کاربرد کود فسفره بر شاخص تعداد طبق در گیاه در سطح ۵ درصد و بر شاخص‌های تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش فسفر و اسید هیومیک بر شاخص‌های ارتفاع گیاه و تعداد طبق در سطح ۵ درصد و بر شاخص‌های قطر ساقه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس اثر تیمارها بر شاخص‌های رشدی و عملکردی گلرنگ

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
وزن هزار دانه	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق	قطر ساقه	ارتفاع گیاه		
۸۱/۰۶ ^{ns}	۱۱۴/۳ ^{ns}	۶۶/۹ ^{ns}	۱/۱۴ ^{ns}	۷/۱۴ ^{ns}	۲	تکرار
۲۹/۱۲ ^{**}	۲۶/۶ ^{**}	۳۱/۸ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}	۱۵۱/۱ [*]	۲	اسید هیومیک
۲۳/۴۸ ^{**}	۶۵/۶ ^{**}	۳۰۵/۵ [*]	۸/۰۷ ^{**}	۱۸/۹ ^{ns}	۲	فسفر
۲۳/۸۶ ^{**}	۳۱۹/۳ ^{**}	۱۴۰/۳ [*]	۶/۹۶ ^{**}	۱۵۷/۲ [*]	۴	اسید هیومیک × فسفر
۰/۰۸	۰/۶	۵۹/۸	۰/۹۹	۳۶/۹	۱۶	خطا
					۲۶	کل
۴/۶۹	۷/۱۹	۱۸/۲	۲۰/۹۴	۱۲/۳۷		CV (%)

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ارتفاع گیاه:

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و فسفر به روش دانکن بر ارتفاع گیاه نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار کاربرد mg P.kg^{-1} ۲۰ و mg.l^{-1} ۱۰۰۰ اسید هیومیک و همچنین تیمار کاربرد mg P.kg^{-1} ۴۰ و mg.l^{-1} ۱۰۰۰ اسید هیومیک مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت. در هر سه سطح فسفر با مصرف mg.l^{-1} ۵۰۰ اسید هیومیک افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۱a).

تعداد طبق در گیاه:

نتایج نشان داد که تیمارهای mg.l^{-1} ۱۰۰۰ اسید هیومیک، کاربرد هم‌زمان ۲۰ و mg P.kg^{-1} ۴۰ با mg.l^{-1} ۵۰۰ و mg.l^{-1} ۱۰۰۰ اسید هیومیک، تعداد طبق نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بالاترین تعداد طبق در تیمار کاربرد هم‌زمان mg P.kg^{-1} ۲۰ و mg.l^{-1} ۱۰۰۰ اسید هیومیک مشاهده شد (شکل ۱b).

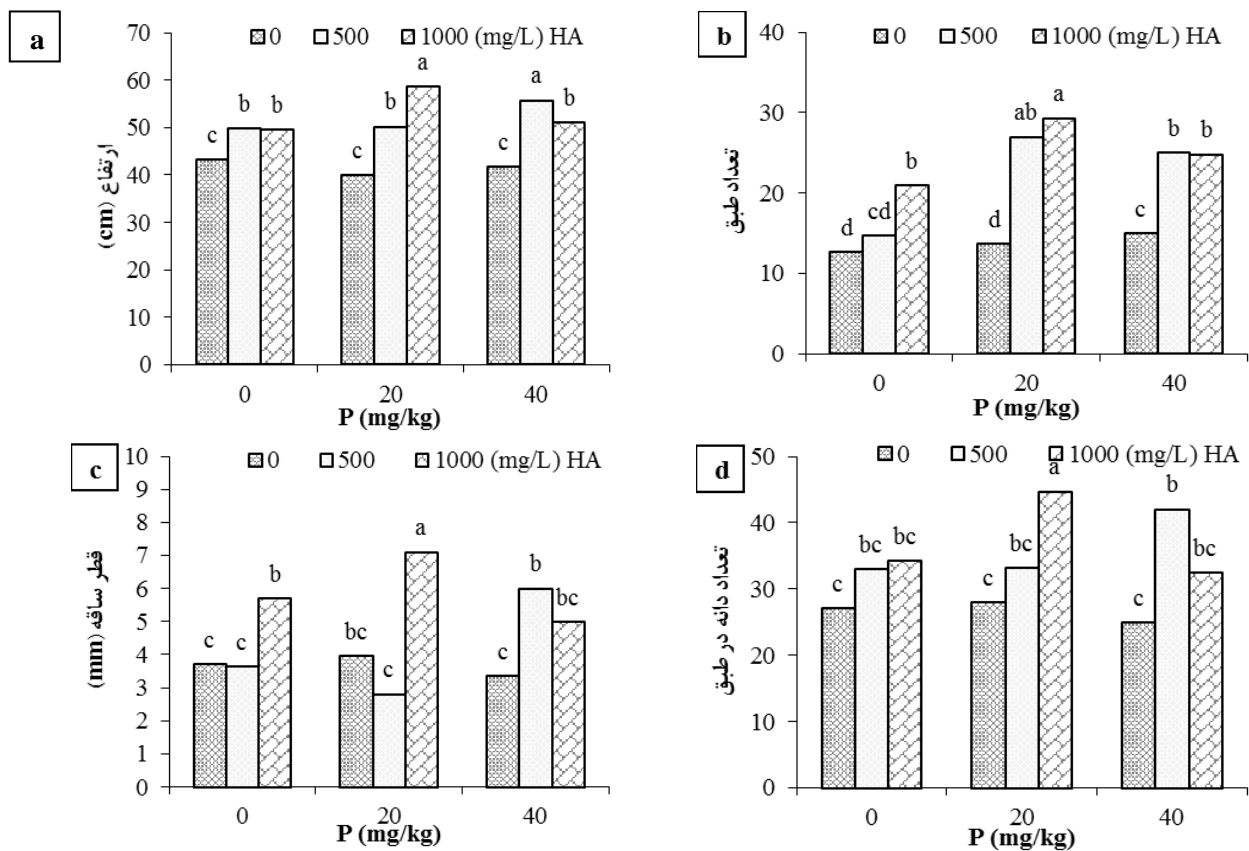
قطر ساقه:

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد هم‌زمان 20 mg P.kg^{-1} و 1000 mg. l^{-1} اسید هیومیک بیشترین قطر ساقه را دارا بود و افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. تیمار 1000 mg. l^{-1} اسید هیومیک به تنهایی و همچنین تیمار کاربرد هم‌زمان 40 mg P.kg^{-1} و 1 mg. l^{-1} 500 نیز قطر ساقه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۱c).

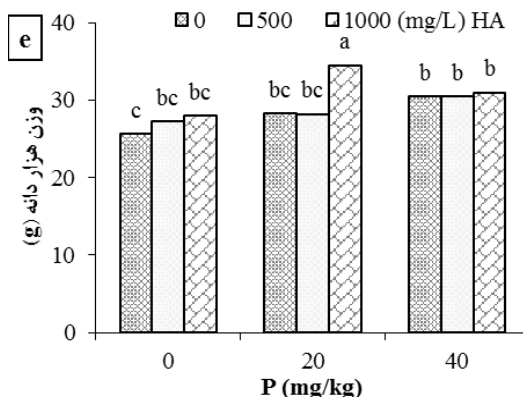
تعداد دانه در طبق:

نتایج حاکی از آن بود که کاربرد اسید هیومیک به تنهایی نتوانست تعداد دانه در طبق را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دهد اما کاربرد هم‌زمان 20 mg P.kg^{-1} و 1000 mg. l^{-1} اسید هیومیک و همچنین کاربرد هم‌زمان 40 mg P.kg^{-1} و 500 mg. l^{-1} منجر به افزایش تعداد دانه در طبق نسبت به شاهد و کاربرد کود فسفره به تنهایی شد (شکل ۱d).

وزن هزار دانه: نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار 40 mg P.kg^{-1} به تنهایی و در ترکیب با سطوح 500 و 1000 mg. l^{-1} اسید هیومیک، نتوانست منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه نسبت به شاهد شود. این در حالی است که تیمار اسید هیومیک به تنهایی نتوانست افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد را منجر شود. به‌علاوه تیمار کاربرد هم‌زمان 20 mg P.kg^{-1} و 1000 mg. l^{-1} اسید هیومیک، افزایش معنی‌داری در این پارامتر نسبت به شاهد ایجاد کرد (شکل ۱e).



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش اسید هیومیک و فسفر بر شاخص‌های ارتفاع (a)، تعداد طبق (b)، قطر ساقه (c)، تعداد دانه در طبق (d) و وزن هزار دانه گلرنگ (e) به روش دانکن در سطح پنج درصد. (وجود حروف لاتین مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد)

به طور کلی نتایج نشان داد که با کاربرد هم‌زمان 20 mg P.kg^{-1} و 1000 mg.l^{-1} اسید هیومیک شاخص‌های رشدی و عملکردی گیاه گلرنگ نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشتند. فسفر به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاه مطرح می‌باشد و توجه به تغذیه آن می‌تواند نقش مهمی در متابولیسم و سوخت و ساز گیاه داشته باشد. به علاوه به نظر می‌رسد، کاربرد اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی نیز می‌تواند با بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه با مکانیسم‌های مختلف از قبیل تاثیر بر حلالیت برخی عناصر غذایی ضروری برای گیاه، در نهایت منجر به بهبود شاخص‌های رشدی و عملکردی گیاه شود. Alam و همکاران (۲۰۱۶) نیز بهبود شاخص‌های رشدی و زایشی گیاه Roselle را با افزایش مصرف کود فسفره معدنی گزارش کردند. Natesan و همکاران (۲۰۰۷) بیان داشتند که ترکیبات هیومیک با تغییری که در شرایط فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی خاک به وجود می‌آورند باعث بهبود حاصلخیزی خاک می‌شوند. این ترکیبات حلالیت بسیاری از عناصر را از طریق ایجاد کمپلکس یا کلات کردن کاتیون‌ها افزایش می‌دهند (Verlinden و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین استفاده از این ترکیبات می‌تواند روشی جهت بهبود رشد و عملکرد گیاهان باشد. Tahir و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که با مصرف اسید هیومیک شاخص‌های رشدی گندم افزایش معنی‌دار نشان داد. Nikbakht و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که اسید هیومیک منجر به افزایش تعداد گل، وزن، ارتفاع و قطر ساقه شد که موافق با نتایج این تحقیق بود. آن‌ها افزایش جذب عناصر غذایی با افزایش اسید هیومیک مصرفی را دلیل این امر دانستند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد هم‌زمان کود فسفره و اسید هیومیک منجر به افزایش قابل توجه در شاخص‌های رشدی و همچنین پارامترهای مرتبط با عملکرد گلرنگ شد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که کاربرد هم‌زمان این دو ترکیب نسبت به استفاده مجزای هر کدام از آن دو اثر بخشی بالاتری داشت. نکته حائز اهمیت آن است که با افزایش غلظت اسید هیومیک از 500 به 1000 mg.l^{-1} و همچنین افزایش فسفر کاربردی از 20 به 40 mg.kg^{-1} ، افزایش معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده مشاهده نشد. بنابراین در مقدار مصرفی این ترکیبات باید دقت شود تا افزایش تولید ناشی از کاربرد این ترکیبات از نظر اقتصادی به صرفه باشد.

منابع

- Alam, H., Razaq, M. S., Khan, J. 2016. Effect of Organic and Inorganic Phosphorous on Growth of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Journal of Northeast Agricultural University (English Edition), 23, 23-30.
- Anonymous, 2010. <http://www.fao.org/corp/fortal/statistics/en/> (visted 19 March 2012).
- Aydin, A., Kant, C., Turan, M. 2012. Humic acid application alleviates salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing rane membrane leakage. African Journal of Agriculture, 7, 1037-1086.
- Chen, Y., De Nobili, M., Aviad, T. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: Magdoff, F. and Weil R.R. (eds.), Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, PP. 103-129.



- Frozen, K. 2005. Safflower on production in Iran (past, now, future) 2005. p. 255-257. In E. Esendel (ed) Proceedings of the 6th International Safflower Conference. 6-10 June. 2005. Istanbul, Turkey.
- Hussain, M. K., Rehman, O.U. 1997. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Germplasm for salt tolerance at the shoot stage. *Helia*, 20, 69-78.
- Liu, C., Cooper, R. J. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*, 12, 49-53.
- Mosil, J. Desta, K., Teal, R. K., Lawles, J.W., Raun, W. 2006. Effect of foliar application of phosphorus on winter grain yield, phosphorus uptake, and use efficiency. *Journal of Plant Nutrition*. 29 (12), 2147-2163.
- Natesan, R., Kandasamy, S., Thiyageshwari, S. and Boopathy, P.M. 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of black gram in an alfisol. *Sci. World J*, 7, 1198-1206.
- Sabzevari, S., Khazai, H., kafi, M. 2009. The effect of humic acid on the growth roots and erial aerial parts Sabalan sayvuns varieties of wheat (*Triti astivum* L.), *Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology)*, 94, 23-87. (In Persian).
- Sabzevari, S., Khazaie, H., Kafi, M. 2011. Study on the Effects of Humic Acid on Germination of Four Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8 (3), 473-480.
- Safarnezhad, A., Sadr, S. V., Hamidi, H. 2007. Effect of salinity stress on morphological of *Nigella sativa*, *Journal of Rangeland and Furests Plant Breeding and Genetic Research*, 15 (27), 75-84, (In Farsi).
- Samavat, S., Malakuti, M. 2005. The Necessity of Using Organic Acid (Humic and Folic) to the I increase Thr Quality and Quantity of Agricultural Products, Technical publication Tehran the Senate, 463p. (In Persian).
- Sebahattin, A., Necder, Nc. 2005. Effect of different levels and application tims of humic acid in root and leaf yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.) *Agaro. J.* 4, 130-133.
- Singh, R., Bahargava, G.P. 1995. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and dill (*Anethum gaveolence*) to salinity. *Indian Journal of Agricultural Science* 65, 422-449.
- Siringam, K., Juntawang, N., Cha-Um, S., Boriboonsset, T., Kirdmaner. C. 2011. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, and membrane injury and sugar contents in salt-tive sensitive rice (*Oryza sativa* L.) roots under isosmotic conditions. *African Journal of Biotechnology*. 10, 1340-1346.
- Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K. and Kazmi, M.H. 2011. Lignite-Derived Humic Acid Effect on Growth of Wheat Plants in Different Soils. *Pedosphere*, 21, 124-131.
- Verlinden, G., Pycke, B., Mertens, J., Debersaques, F., Verheyen, K., Baert, G., Bries, J. and Haesaert, G. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrition*, 32, 1407-1426.
- Vista, S. P. 2015. Use of humic acid in Agriculture. In: *A Handbook of Soil Science*, by Government of Nepal, pp. 6-11. NARC Publications.
- Walker, D. J., Bernal, M. p. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresource*. 99, 396-403.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of interaction of humic acid and phosphorus on growth and yield parameters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in a saline soil

M., Shirmar¹, M.J., Ghaneei-Bafghi^{2*}, Z., Arab³

¹ Assistant Prof. of Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources Ardakan University.

² Assistant Prof. of Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.

³ M. Sc. Student in desert management and control, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.

Abstract

Salinity is one of the most important limiting factors in agriculture in arid and semiarid regions. It's important to pay attention to nutrition and addition of organic amendments to decrease the negative effects of salinity in soils. The aim of this study was to investigate the effect of humic acid and phosphorus on growth and yield parameters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in saline soil. This study was carried out as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications. Treatments consisted of three levels of humic acid (0, 500 and 1000 mg.l⁻¹ humic acid) and three levels of phosphorus (0, 20 and 40 mg P.kg⁻¹). Some parameters such as height, stem diameter, number of heads per plant, number of seeds per head and 1000-grain weight were measured at the end of the growth period. Analysis of variance showed that phosphorus and humic acid interaction was significant on plant height and number of head (p<0.05) and on stem diameter, seed number per head and 1000-grain weight (p<0.01). The results of the mean comparison showed that the simultaneous application of 20 mg P.kg⁻¹ and 1000 mg.l⁻¹ humic acid resulted in a significant increase in height, stem diameter, number of heads per plant, number of seeds per head and 1000-grain weight compared to control and each of these treatments individually.

Keywords: Organic acid, Stress, Triple Superphosphate, Weight of grain.

* Corresponding author, Email: mjghaneib@ardakan.ac.ir.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای
بررسی وضعیت فسفر خاک و گیاه در سنین مختلف کشت نیشکر

علی محوچی*، منصور نوری، احسان امام، مهری کهیش
گروه تحقیقات کشاورزی، کشت و صنعت نیشکر کارون، شوشتر، ایران

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کوددهی فسفر (دی آمونیوم فسفات)، پیش از کشت، بر گونه‌های فسفر خاک و غلظت آن در گیاه در مزارع تحت کشت نیشکر اجرا گردید. آزمایش به شکل فاکتوریل (وارسته نیشکر در سه سطح (CP69-1062, CP48-103 & CP73-21) و سن گیاه در چهار سطح پلنت (P) و بازرویی (R_1, R_2, R_3)) در قالب طرح کاملاً تصادفی در مزارع تحت کشت نیشکر انجام شد. نتایج نشان داد اثر فسفر قابل دسترس، وارسته و سن گیاه بر وضعیت فسفر گیاه معنی‌دار بود ($p < 0.01$). با افزایش سن گیاه، به ویژه در وارسته CP73-21 قابلیت دسترسی فسفر خاک به شکل قابل توجهی کاهش یافت. همچنین اکتا کلسیم فسفات در سن بازرویی اول (R_1) افزایش و سپس تا سن بازرویی سوم (R_3) روند نزولی داشت. علاوه بر این، بخشی از نیاز فسفری گیاه در سن بازرویی سوم از اکتا کلسیم فسفات تأمین شد. غلظت فسفر برگ و ساقه با افزایش سن گیاه به شکل قابل توجهی کاهش یافت. نتایج قابلیت بالای وارسته CP73-21 در برداشت مقادیر بالاتر فسفر از خاک را نشان داد. از آنجایی که کود فسفری استفاده شده در طول سنین مختلف جوابگوی نیاز گیاه نبوده، بنابراین مصرف بخشی از ذخایر پایدارتر فسفر خاک مانند اکتا کلسیم فسفات را به دنبال دارد. به طور کلی این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد کود فسفری پیش از کشت تأمین کننده تمام نیاز گیاه نبوده و برای افزایش عملکرد نیشکر باید به طور سالانه مصرف شود.

کلمات کلیدی: نیشکر، تغذیه فسفر، فسفر قابل دسترس خاک، فسفر ساقه

مقدمه

بخش زیادی از فسفر غیرآلی که به صورت کودهای شیمیایی به کار برده می‌شود به سرعت تثبیت شده و به فرم غیرقابل دسترس و غیر قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌شود (کاکار و کتکت، ۲۰۱۰). میزان مصرف کودهای فسفری در کشور حدود ۱۳۳ هزار تن است که بخش اندکی از آن در داخل تولید می‌شود و سالیانه حدود ۴۳۳ تا ۱۳۳ هزار تن از این محصول شیمیایی از خارج وارد می‌گردد (ملکوئی، ۱۳۸۴). این در حالی است که سالانه بین ۱۱ الی ۲۳ درصد فسفر اضافه شده به خاک به دلیل آهکی بودن اکثر خاک‌ها، وجود pH بالا، تنش خشکی و وجود بی‌کربنات در آب آبیاری و کمبود مواد آلی موجود در خاک و همچنین در اثر ترکیب با یون‌های کلسیم، آلومینیوم و آهن در خاک به صورت رسوب در می‌آید و از دسترس گیاه خارج می‌شود. نیشکر با نام علمی (*Saccharum officinarum* L.)، یکی از گیاهان گرمسیری تا نیمه گرمسیری از تیره غلات است که تقریباً تمام سطح زیر کشت آن در خوزستان قرار گرفته است (صیاد منصور، ۱۳۸۵). نیاز فسفری این گیاه بین سنین مختلف پلنت و بازرویی متفاوت است (وود و همکاران، ۱۹۹۶) و به طور کلی بازرویی‌ها نیازمند مواد غذایی بیشتری نسبت به پلنت هستند. در این بین نیتروژن، فسفر و پتاسیم از جمله عناصر پر مصرف گیاه به حساب می‌آیند و تعادل بین این عناصر غذایی در افزایش عملکرد محصول نقش به‌سزایی دارد. کودهای نیتروژنی عملکرد محصول و غلظت ساکارز در نیشکر را افزایش می‌دهند (ماکوو و همکاران، ۱۹۹۶؛ وود و همکاران، ۱۹۹۰). اگرچه به طور میانگین نیشکر نیاز فسفری کمتری نسبت به نیتروژن و پتاسیم دارد، این عنصر غذایی نقش مهمی در فتوسنتز، توسعه ریشه و جوانه‌زنی (Tillering) نیشکر دارد. با توجه به کشت مستمر نیشکر، اغلب کمبود فسفر در این خاک‌ها نسبت به سطح آستانه مشهود است. کاربرد کودهای فسفری رشد ریشه را افزایش می‌دهد، تیلرینگ را تحریک می‌کند، رشد نی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه عملکرد و تجمع قند نی در هکتار را افزایش می‌دهد (سالازار و سانچز، ۲۰۱۰). سالازار و سانچز (۲۰۱۰) گزارش کردند که به طور کلی کاربرد ۳۰ تا ۶۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار عملکرد محصول نیشکر را افزایش داد. کومار و ورما (۱۹۹۹) نشان دادند کاربرد ۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار عملکرد محصول نسبت به شاهد را افزایش داد (۳۷ به ۵۶ تن در هکتار). نوع خاک و ذخیره عناصر آن از جمله عوامل موثر در اختلاف بین این نتایج است. به طور کلی کارایی کودهای فسفری در خاک‌های با کمبود زیاد فسفر قابل توجه است. حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد فسفر اضلفه شده به خاک در سال اول کاربرد کود فسفری، به دلیل رسوب توسط آهن، آلومینیوم و کلسیم (گیچانگی و همکاران، ۲۰۰۹) و ذخیره فسفر به عنوان بخش باقی‌مانده فسفر خاک، قابل دسترس برای گیاه نیست (گیکونیو و همکاران، ۲۰۰۸). در غلظت‌های کمتر از ۱۵ میلی‌گرم

* ایمیل نویسنده مسئول: alimahohi@yahoo.com



در کیلوگرم فسفر قابل دسترس خاک کمتر علائم کمبود در گیاه ظاهر می‌شود. کاهش فتوسنتز، تغییر رنگ ارغوانی برگ‌های پایین و کاهش تیلرینگ از جمله مشاهدات نشان دهنده کمبود فسفر می‌باشند (کومار و ورما، ۱۹۹۹). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کوددهی فسفر (دی آمونیوم فسفات) پیش از کشت بر گونه‌های فسفر خاک، قابلیت دسترسی و غلظت آن در گیاه در مزارع تحت کشت نیشکر اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به شکل فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزارع کشاورزی تحت کشت نیشکر کشت و صنعت کارون، واقع در شمال استان خوزستان با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۲ درجه و ۴۸ درجه طول شرقی با ارتفاعی حدود ۶۸ متر از سطح دریا در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا درآمد. اقلیم منطقه از نوع آب و هوای استپ گرم می‌باشد. تیمارهای آزمایشی شامل دو فاکتور وارپته (در سه سطح CP69-1062, CP48-103 & CP73-21) و سن نیشکر (در چهار سطح پلنت (P) و بازروی (R₁, R₂, R₃) بود. ۱۲ مزرعه (با میانگین مساحت ۲۰ هکتاری) بر اساس وارپته و سن نیشکر انتخاب و در مجموع ۳۶ نمونه (خاک و گیاه) به شکل تصادفی از سطح مزارع نمونه برداری شد. فسفر مورد نیاز مزارع نیشکر هر چند سال یکبار، پیش از کاشت قلمه‌های نیشکر، به میزان ۸۸ P₂O₅ kg ha⁻¹ از منبع کود دی آمونیوم فسفات تأمین می‌شود. نمونه برداری خاک از عمق ۳۰ سانتی متری خاک حاشیه پشته‌های کشت در اردیبهشت و نمونه برداری گیاه در مرداد ۹۷ انجام گرفت. پس از هوا خشک کردن خاک و عبور از الک دو میلی متری، فسفر قابل دسترس (اولسن و همکاران، ۱۹۵۴) و اکتا کلسیم فسفات به روش عصاره‌گیری متوالی (جیانگ و گو، ۱۹۸۹) اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی وضعیت تغذیه فسفر گیاه و میزان برداشت فسفر از خاک، به ترتیب، نمونه‌های برگ (از پهنک برگ‌های ۳، ۴، ۵ و ۶) و ساقه (از میانگه پنجم) انتخاب (کلمنتس، ۱۹۵۹) و پس از خشک شدن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و آسیاب شدن به روش اولسن و سامرز (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه آماری با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک‌های منطقه در جدول (۱) ارائه گردیده است. مقادیر نسبتاً زیاد آهک با تداوم کشت تک محصولی و برداشت عناصر غذایی از خاک از دلایل مقادیر پایین فراهمی فسفر و پتاسیم در این خاک‌ها می‌باشد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه مورد مطالعه

پتاسیم قابل دسترس (mg kg ⁻¹)	فسفر قابل دسترس (mg kg ⁻¹)	ازت کل (در صد)	ماده آلی (در صد)	آهک (در صد)	pH	EC _e (dS m ⁻¹)	CEC (dS m ⁻¹)	بافت خاک
۹۰-۱۷۰	۵-۱۷	۰/۳-۰/۸	۰/۶-۲/۰	۳۲-۴۵	۷/۶-۸/۵	۰/۶-۲/۵	۱۱-۲۰	لوم رسی-لوم شنی
۱۱۰	۹	۰/۵	۱/۱	۳۹	۷/۸	۱/۱	۱۴/۸	لوم رسی سیلتی

EC_e: هدایت الکتریکی اشباع، CEC: گنجایش تبادل کاتیونی،

بر پایه نتایج تجزیه واریانس، فسفر قابل دسترس خاک، فسفر برگ و فسفر ساقه تحت تأثیر نوع وارپته و سن گیاه قرار گرفت، در حالی که تنها اثر سن گیاه بر اکتا کلسیم فسفات معنی‌دار (P < ۰/۰۱) بود (جدول ۲). اثر متقابل وارپته و سن گیاه بر فسفر برگ نیز در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود (P > ۰/۰۵). حداکثر فسفر قابل دسترس در سن پلنت مشاهده شد (شکل ۱A). با این وجود، قابلیت دسترسی فسفر در خاک تحت کشت وارپته CP73-21 کمتر بود. علاوه بر این، در سنین بالاتر به میزان قابل توجهی از قابلیت دسترسی فسفر خاک کاسته شد. فراهمی کلی فسفر قابل دسترس در خاک تحت کشت وارپته CP73-21 در تمام سنین و حتی پلنت از حد مجاز ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم کمتر بود (کلمنتس، ۱۹۵۹) که نشان می‌دهد که مقدار مصرف کود فسفر در کشت پلنت پاسخگوی این وارپته نیست و مقادیر بیشتر کود جهت تأمین نیاز گیاه بایستی در نظر گرفته شود.

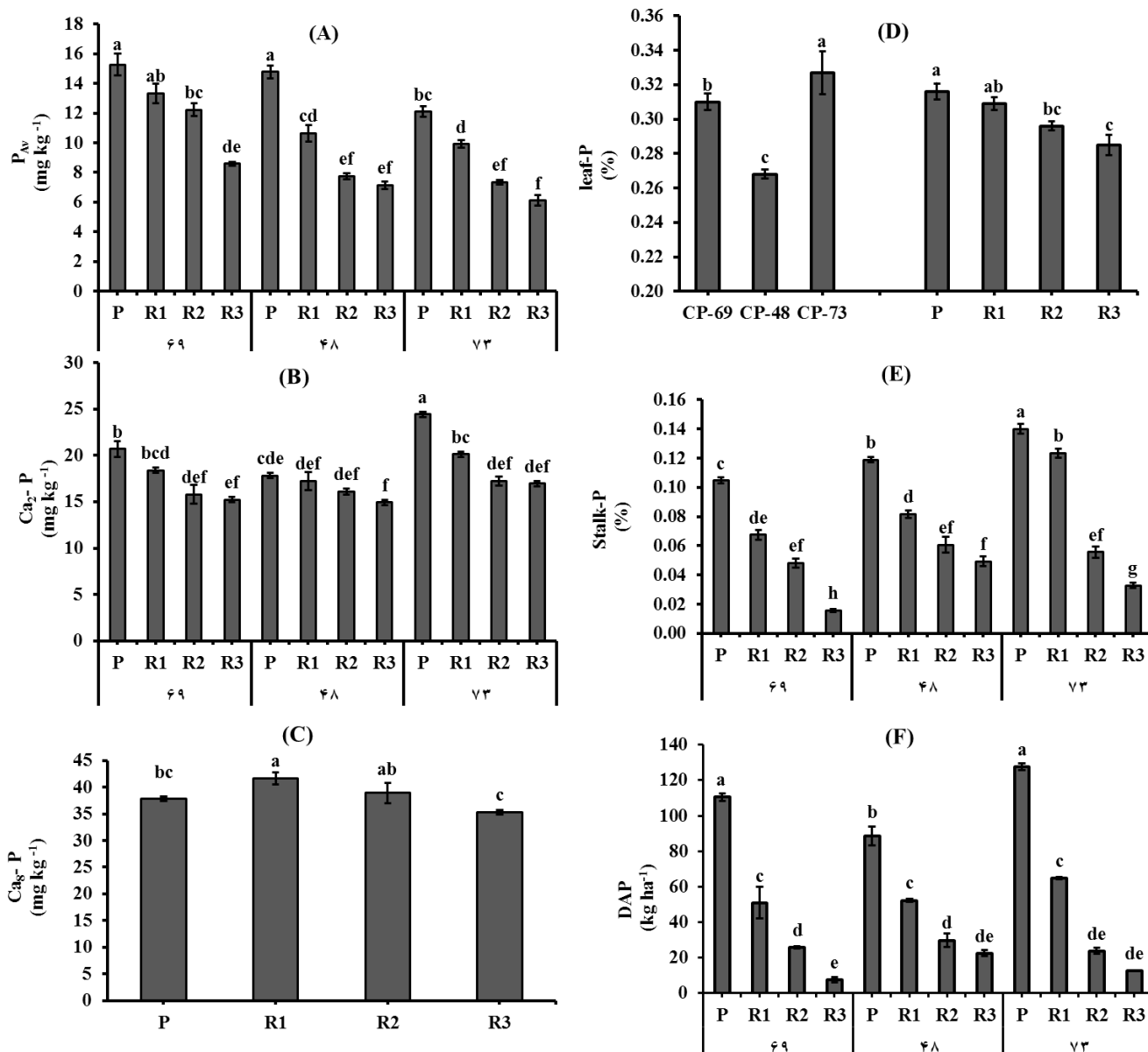
جدول ۲- تجزیه واریانس (آماره F) گونه‌های مختلف فسفر در خاک و گیاه نیشکر

DAP-uptake	Stalk-P	Leaf-P	Ca _g -P	Ca ₂ -P	P _{Av}	درجه آزادی	
۸/۵۲**	۳۱***	۱۰۴***	ns	۳۴***	۷۲***	۲	واریته V
۴۵۲***	۱۶۴***	۱۶***	۱۱/۷***	۵۵***	۱۴۶***	۳	بازروی R
۱۱/۴***	۷/۶۵**	ns	ns	۴/۷۶**	۴/۷۹**	۶	V*R
۳۵/۳	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۵/۳۱	۰/۹۲۸	۰/۵۲۴	۲۴	MSe
۱۱/۳	۱۲/۵	۳/۰۲	۵/۹۹	۵/۳۸	۶/۹۴	-	C.V.

ns: نامعنی‌دار در سطح پنج درصد ($P > 0.05$), *: معنی‌دار در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$), **: معنی‌دار در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) و ***: معنی‌دار در سطح یک‌دهم درصد ($P \leq 0.001$). C.V.: ضریب تغییر، MSe: میانگین مربع‌های خطا، P_{Av}: فسفر قابل دسترس، Ca_g-P: اکتا کلسیم فسفات، Stalk-P: فسفر ساقه، DAP-uptake: برداشت فسفر بر حسب دی آمونیوم فسفات

از سوی دیگر، به منظور بررسی سرنوشت کود فسفر مورد استفاده در سن پلنت، تغییرات دی و اکتا کلسیم فسفات بر پایه استخراج متوالی به عنوان بخشی از فسفر خاک در سنین مختلف رشد نیشکر مورد آزمایش قرار گرفت. مقادیر اندازه‌گیری شده فسفر در بخش دی-کلسیم فسفات بخشی از فسفر قابل دسترس را شامل می‌شود و به عنوان بخش قابل توجه تأمین کننده فسفر خاک به حساب می‌آید (شکل ۱B). روند تغییرات دی کلسیم فسفات تا حدود زیادی مشابه فسفر قابل دسترس بود (گیچانگی و همکاران، ۲۰۰۹)، به طوری که همبستگی معنی‌دار ($r^2 = 0.45$; $P \leq 0.001$) بین این دو شکل فسفر مشاهده شد (جدول ۳). تغییرات اکتا کلسیم فسفات به عنوان بخشی از فسفر نامحلول خاک نیز مورد آزمایش قرار گرفت، اما تفاوتی بین واریته‌ها مشاهده نشد. با این وجود، فسفر اکتا کلسیم فسفات در سن بازروی اول (R₁) افزایش و سپس تا سن بازروی سوم (R₃) روند نزولی داشت (شکل ۱C). کایونی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند بخش قابل توجه فسفر خاک پس از گذشت ۲۲ ماه از مصرف کود سوپرفسفات تریپل به بخش غیر متحرک خاک قرار داشت. اکتا کلسیم فسفات با فسفر بخش دی کلسیم فسفات و فسفر ساقه همبستگی معنی‌دار نشان نداد و تنها با فسفر قابل دسترس در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ($r^2 = 0.40$; $P \leq 0.05$). مقادیر اکتا کلسیم فسفات در سن سوم (R₃) نسبت به مقدار اولیه در سن پلنت کمتر بود. از آنجایی که مقدار فسفر قابل دسترس در این سن (R₃) تأمین کننده نیاز گیاه نیست، این احتمال وجود دارد که کاهش دی کلسیم فسفات در خاک، انحلال بیشتر اکتا کلسیم را به منظور تأمین بخشی از نیاز گیاه به دنبال داشته باشد. با این وجود همبستگی معنی‌داری بین دی و اکتا کلسیم فسفات مشاهده نشد (جدول ۳).

غلظت فسفر برگ (شکل ۱D) در واریته‌ها و سنین مختلف نشان می‌دهد. یافته‌های این پژوهش نشان داد صرف نظر از سن گیاه، غلظت فسفر ساقه گیاه در واریته CP73-21 بیشتر بود. از سوی دیگر بیشترین غلظت فسفر برگ در سن پلنت مشاهده شد که با افزایش سن گیاه از غلظت فسفر برگی کاسته شد. با این وجود فسفر برگی تنها با دی کلسیم فسفات همبستگی معنی‌دار ($r^2 = 0.74$; $P \leq 0.001$) نشان داد. از سوی دیگر، در صنعت کشت نیشکر، بخش ساقه نیشکر تنها بخش برداشت شده گیاه است (بازگشت فسفر برگ به خاک از طریق خاکستر) و میزان برداشت عناصر از خاک بر پایه مقدار عملکرد ساقه قابل آسیاب نیشکر محاسبه می‌شود. غلظت فسفر ساقه با افزایش سن گیاه به شکل قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۱E). میزان برداشت عناصر از خاک تابع غلظت عنصر در گیاه و عملکرد گیاه است. نتایج نشان داد بخش قابل توجه فسفر خاک در سن پلنت برداشت می‌شود (شکل ۱F). اما در سنین بازروی بالاتر گیاه نیشکر غلظت فسفر و عملکرد گیاه به شدت کاهش یافته و به تبع آن میزان برداشت فسفر در مقایسه پلنت به شدت کاهش یافته است. همبستگی بین عملکرد گیاه و فسفر قابل دسترس مثبت و معنی‌دار بود که نشان می‌دهد کاهش قابلیت دسترسی فسفر خاک یکی از عوامل اصلی کاهش عملکرد گیاه است. همبستگی فسفر ساقه با فسفر قابل دسترس ($r^2 = 0.59$; $P \leq 0.001$) و به ویژه فسفر بخش دی کلسیم فسفات ($r^2 = 0.76$; $P \leq 0.001$) مثبت و معنی‌دار بود که نشان می‌دهد بخش بیشتری از فسفر قابل دسترس، تأمین کننده نیاز فسفر گیاه است. مجموع فسفر برداشت شده از خاک (بر حسب دی آمونیوم فسفات) در واریته CP73-21 بیش از میزان مصرف شده پیش از کشت گیاه است. این در حالی است که به منظور بهبود عملکرد اقتصادی نیشکر در سنین بازروی بالاتر، غلظت معادل سن پلنت جهت جبران کمبود غلظت فسفر باید تأمین شود و بنابراین مقدار مورد نیاز کود فسفر بسیار بیشتر خواهد بود.



شکل ۱- اثر جداگانه و همزمان وارپته و سن گیاه (P؛ پلنت، R: بازروی) بر غلظت فسفر قابل دسترس خاک (A)، غلظت فسفر-دی کلسیم فسفات (B)، غلظت فسفر-اکتا کلسیم فسفات (C)، غلظت فسفر برگ (D)، غلظت فسفر ساقه (E) و برداشت فسفر بر حسب دی آمونیوم فسفات (F). حروف ناهممانند بالای هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهاست (آزمون دانکن $P \leq 0.05$). اعداد میانگین و خطوط عمودی نشان دهنده خطای استاندارد هستند ($n=3$).

همچنین، از آنجایی که کود فسفوری استفاده شده در طول سنین مختلف جوابگوی نیاز گیاه نیست، بنابراین مصرف بخشی از ذخیره فسفر خاک در بخش اکتا کلسیم فسفات به عنوان استدلال تفاوت منفی اکتا کلسیم فسفات نسبت به شاهد مشاهده شده (شکل ۱C) مد نظر قرار می گیرد. روی هم رفته، با توجه مقدار برداشت فسفر در سن پلنت و کاهش قابل ملاحظه غلظت فسفر خاک، گیاه و همچنین عملکرد نیشکر، این پژوهش نشان داد مصرف یک مرحله ای کود فسفر برای تأمین نیاز فسفر گیاه مناسب نیست و مصرف سالانه آن توصیه می شود.



نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد وارته‌های مختلف نیشکر نیاز فسفر متفاوت داشته و افزایش سن گیاه، منجر به تثبیت فسفر (کودهای فسفری مصرف شده، پیش از کاشت نیشکر) در خاک به شکل‌های کم محلول مانند اکتا کلسیم فسفات شده و در نتیجه کاهش قابل توجه قابلیت دسترسی و جذب فسفر توسط گیاه را به دنبال دارد. از سوی دیگر برداشت هر ساله فسفر توسط گیاه به حدی است که کود فسفری استفاده شده در ابتدای کشت جوابگوی نیاز گیاه نبوده، بنابراین مصرف بخشی از ذخیره فسفر خاک از جمله اکتا کلسیم فسفات را به دنبال دارد. بنابراین مصرف سالانه کود فسفر جهت تأمین نیاز گیاه و جلوگیری از کاهش عملکرد نی توصیه می‌شود.

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون (r) بین شکل‌های مختلف فسفر خاک و گیاه (n=۳۶)

Stalk-P	Leaf-P	Ca ₈ -P	Ca ₂ -P	P _{Av}	
				۱	P _{Av}
			۱	۰/۴۵***	Ca ₂ -P
		۱	ns	۰/۴۰*	Ca ₈ -P
	۱	ns	۰/۷۴***	ns	Leaf-P
	۰/۴۲*	ns	۰/۷۶***	۰/۵۹***	Stalk-P
۰/۶۷***	۰/۴۰*	ns	۰/۷۰***	۰/۸۵***	DAP-Uptake

ns: نامعنی‌دار در سطح پنج درصد ($P > 0.05$); * : معنی‌دار در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$); ** : معنی‌دار در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) و *** : معنی‌دار در سطح یک‌دهم درصد ($P \leq 0.001$); P_{Av}: فسفر قابل دسترس، Ca₈-P: اکتا کلسیم فسفات، Stalk-P: فسفر ساقه، DAP-Uptake: برداشت فسفر بر حسب دی آمونیوم فسفات

منابع

صیادمنصور، ع.ا. الهی‌فرد، ا. سرادارزاده، ن. و پورآذر، ر. ۱۳۸۷. کارایی علفکش پنوکسولام و اپتام در زراعت نیشکر (*Saccharum officinarum*). خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه بوعلی سینا، همدان. صفحه ۱۲۴.
ملکوئی، م.ج. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سنا، ۴۶۸ ص.

- Caione, G., Prado, R. D. M., Campos, C. N. S., Rodrigues, M. 2015. Paulo Sérgio Pavinato³ and Flávia Bastos Agostinho⁴. Phosphorus Fractionation in Soil Cultivated with Sugarcane Fertilized by Filter Cake and Phosphate Sources. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 46, 2449-2459.
- Clements, H., F. 1959. Sugarcane nutrition and culture. Indian Institute of Sugarcane Research Lucknow. pp. 92-136.
- Gichangi, E.M., Mnkeni, P.N.S., Brookes, P.C. 2009. Effects of goat manure and inorganic phosphate addition on soil inorganic and microbial biomass phosphorus fractions under laboratory incubation conditions. Soil Science and Plant Nutrition, 55, 764-771.
- Gikonyo, E.W., Zaharah, A.R., Hanafi, M.M., Anuar, A.R. 2008. Evaluation of phosphorus pools and fractions in an acid tropical soil recapitalized with different phosphorus sources. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39, 1385-1405.
- Jiang, B.F., Gu, Y.C., 1989. A suggested fractionation. Scheme for inorganic phosphorus in calcareous soils. Fertilizer Research, 20, 159-165.
- Kacar, B. and Katkat, V. 2010. Bitki besleme, 4. Baski. Nobel Yaymevi, Ankara. pp. 217-289.
- Kumar, V. and K.S. Verma. 1999. Influence of phosphorus application on soil available phosphorus, yield and juice quality of sugarcane grown on P deficient soil. Indian Sugar. 39, 579-587.



- Muchow, R.C., M.J. Robertson, A.W. Wood, and B.A. Keating. 1996. Effect of nitrogen on the time-course of sucrose accumulation in sugarcane. *Field Crops Research*, 47, 143-153.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. p. 403-430. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circ. 939. U. S. GOV. Print Office Washington DC.
- Salazar, M.E. and M.A. Sanchez. 2010. Cane and sugar production of the variety ecu-01 with N, P, K, S and micronutrient application in plant cane. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists*, 27, 1-7.
- Wood, A.W., R.C. Muchow, and M.J. Robertson. 1996. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. III. Accumulation, partitioning and use of nitrogen. *Field Crops Research*, 48, 223-233.
- Wood. R.A. 1990. The roles of nitrogen, phosphorus and potassium on the production of sugarcane in South Africa. *Fertilizer Research*, 26, 89-98.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Study of phosphorus status in soil and plant at different ages of Sugarcane cultivation

Mahohi*, A., Nouri, M. Emam, E., kahiesh, M

Agricultural Researches Department, Karun Agro Industrial, Inc, Sushtar, Iran

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of phosphorus fertilization (di-ammonium phosphate) before planting on soil phosphorus speciation and its concentration in plant, under sugarcane cultivation. Experiment was conducted in a factorial arrangement including sugarcane variety factor (CP69-1062, CP48-103 & CP73-21) in three levels and age factor of plant in four levels of plant (P) and ratoon (R_1 , R_2 , R_3) in a completely randomized design in the field under cultivation. The results showed that the available phosphorus had a significant effect on variety and age of the plant on available phosphorus ($P < 0.01$). Soil phosphorus availability was significantly reduced when increasing plant age (especially in the Cultivar CP 73-21). Moreover, octa-calcium phosphate increased in first ratoon (R_1) and subsequently, declined until 3th ratoon (R_3), and consequently higher part of the used phosphorus fertilizer become stable form (octa-calcium phosphate). It seems that, part of the phosphorus requirement of the plant is prepared at the third age ratoon (R_3) from octa-calcium phosphate. A significant portion of the phosphorus fertilizer was converted into a stable form (such as octa-calcium phosphate), and at an older age, provided a portion of the plant phosphorus requirements and showed the high ability of this variety in uptake of higher values of phosphorus from soil. The leaf and stalk P decreased during increase period of plant aging, until the third ratoon (R_3). Results showed CP73-21 variety had a high ability in uptake the higher levels of phosphorus from the soil. Since phosphorus fertilizer used in different ages did not satisfy the plant's requirements, hence, some of the more stable sources of soil phosphorus (such as octa-calcium phosphate) were consumed. In general, this study shows that the application of phosphorus fertilizer before planting does not provide the total plant needs and therefore P should be consumed annually to increase sugar cane yield.

Keywords: Sugarcane, Phosphorus nutrition, Soil available P, Stalk P

* Corresponding author, Email: alimahohi@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر سیلیسیم و باکتری های حل کننده فسفات بر افزایش کارایی مصرف فسفر

لیلا رضاخانی^{۱*}، بابک متشرع زاده^۲، محمدمهدی طهرانی^۳، حسن اعتصامی^۴، حسین میرسیدحسینی^۵

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

^{۲،۵} دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

^۳ استادیار بخش تحقیقات شیمی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، موسسه تحقیقات خاک و آب

^۴ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

چکیده

کمبود فسفر یکی از مشکلات عمده خاک‌های کشاورزی در تولید محصول در جهان است. درباره نقش موثر مصرف سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات در رفع تنش کمبود فسفر و بهبود کارایی مصرف فسفر در گیاه گندم که یکی از مهم‌ترین محصولات در جهان است، شناخت کمی وجود دارد. لذا هدف از این تحقیق، بررسی اثرات تنه‌ها و ترکیبی تیمارهای سیلیسیم با سطوح (صفر، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم سیلیسیم در کیلوگرم از منبع اسیدسیلیسیک) و باکتری‌های حل کننده فسفات (عدم تلقیح باکتری، باسیلوس و سودوموناس) بر جذب فسفر توسط گیاه گندم در شرایط حضور فسفر محلول و فسفر نامحلول (به عنوان تیمار سوم) در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت فاکتوریل در کشت گلخانه‌ای (بستر کشت بدون خاک) بود. نتایج نشان داد که کاربرد سیلیسیم در شرایط حضور فسفر محلول و فسفر نامحلول، کارایی مصرف فسفر را افزایش داد. باکتری‌های سودوموناس و باسیلوس نقش قابل توجهی در بیوماس اندام هوایی و ریشه گندم و جذب فسفر در شرایط حضور فسفر محلول و فسفر نامحلول داشتند که این اثر در باکتری سودوموناس نسبت به باکتری باسیلوس بیشتر بود. کاربرد سطح ۶۰۰ میلی گرم سیلیسیم در کیلوگرم به همراه باکتری سودوموناس، غلظت فسفر اندام هوایی گندم را در شرایط حضور فسفر نامحلول (خاک فسفات) تا رنج (۰/۳٪ >) افزایش داد. این نتایج درباره قابلیت دسترسی فسفر با کاربرد ترکیبی سیلیسیم، باکتری‌های حل کننده فسفات و خاک فسفات، می‌تواند در مدیریت بهتر کوددهی فسفر، کمک شایانی کند.

کلمات کلیدی: سیلیسیم، سودوموناس، باسیلوس، فسفر قابل دسترس

مقدمه

مهم‌ترین عامل مرتبط با تولید محصول، تغذیه صحیح گیاهان است که نقش قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد دارد. عناصر مفید، نقش مهمی در رشد برخی گونه‌های گیاهی داشته و اثرات مثبتی در رشد و نمو گیاهان، تحت شرایط بروز تنش‌ها دارند. در این بین اثرهای مفید سیلیسیم بر رشد، عملکرد و تحمل برخی از گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی اثبات شده است (Ahmad et al., 2011). تغذیه بهینه سیلیسیم با افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌تواند منجر به افزایش سطح کل جذب کننده عناصر شود (Sonobe et al., 2011). سیلیسیم باعث افزایش تحرک فسفر در خاک می‌شود، چنان‌که اثر مفید سیلیسیم در گونه‌های مختلف گرامینه مانند گندم، برنج، ذرت، جو و گیاهان علوفه‌ای در دو محیط خاکی و آبکشت در تنش کمبود فسفر گزارش شده است (Abro et al., 2009). سیلیسیم به عنوان یکی از سازوکارهای افزایش ظرفیت آنتی-اکسیداتیو گیاه شناخته شده است (Liang et al., 2005). سیلیسیم با افزایش فعالیت سوپراکسیددسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز (Foyer and Noctor, 2005) منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیداتیو گیاه و در نهایت کاهش خسارت‌های ناشی از تنش‌های محیطی را سبب می‌شود (Shi et al., 2013). تنش کمبود فسفر یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده تولید محصول در نیمی از خاک‌های کشاورزی جهان است (Lynch, 2011). مکانیزم‌هایی که به وسیله آن‌ها سیلیسیم (تنظیم ژن‌های انتقال دهنده برای جذب فسفر معدنی و افزایش ترشحات ملات و سیترات) (Kostic et al., 2017) و باکتری‌های حل کننده فسفات (تولید اسیدهای آلی و کاهش pH خاک) (Sharma et al., 2013) می‌توانند قابلیت دسترسی فسفر را برای گیاهان افزایش دهند، تا حدی شناخته شده‌اند. استفاده از سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات راهکاری جهت افزایش حلالیت منابع فسفات با حلالیت کم و بهبود کارایی مصرف فسفر شناخته شده است (Etesami, 2018). لذا این تحقیق به منظور بررسی روابط برهمکنش سیلیسیم و باکتری‌های حل کننده فسفات بر فراهمی فسفر قابل جذب گیاه گندم در حضور فسفر محلول و فسفر نامحلول (خاک فسفات)، انجام گرفت.

* ایمیل نویسنده مسئول: leila.rezakhani@yahoo.com

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور شامل چهار سطح سیلیسیم (Si) (صفر، ۱۵۰، ۳۰۰، ۶۰۰ میلی‌گرم سیلیسیم در کیلوگرم از منبع اسیدسیلیسیک)، سه سطح باکتری (B) (عدم تلقیح باکتری (B0)، باسیلوس (B1) و سودوموناس (B2)) و دو منبع فسفر (P) (فسفرمحلول و خاک فسفات) در سه تکرار با کشت گندم در گلخانه موسسه تحقیقات خاک و آب کرج در سال ۱۳۹۵، اجرا شد. جهت کشت و استقرار گیاه، از پرلیت استفاده شد. بذر گندم رقم سیروان بعد از ضدعفونی و انجام تست جوانه زنی، درون گلدان‌ها کاشته شد. باکتری *Bacillus simplex* UT1 و باکتری *Pseudomonas sp. FA1* به‌عنوان باکتری‌های محرک رشد گیاه (جدا شده از ریزوسفر گیاه گندم) استفاده شدند. قبل از کشت جوانه‌ها، گلدان‌های حاوی تیمار فسفر نامحلول، با سطوح (صفر و ۶۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک فسفات)، از منبع خاک فسفات تغلیظ شده آسفوردی یزد، تیمار شدند و بعد از خروج گیاهچه از گلدان، گلدان‌های حاوی تیمار فسفر محلول، با سطوح (صفر و ۶۰ میلی‌گرم فسفر در لیتر از منبع اسید فسفریک)، تیمار شدند. همچنین به ازای هر گیاهچه، یک میلی‌لیتر مایه تلقیح باکتری تهیه شده، در سطح ریشه تیمار گردید. تیمارهای سیلیسیم طی سه مرحله در طول دوره رشد به فواصل زمانی ۲۰ روز، به صورت محلول‌دهی ریشه‌ای، به گلدان‌ها اعمال شد. آبیاری روزانه با محلول غذایی هوگلند (Hoagland and Arnon, 1950) و آب مقطر به صورت وزنی انجام گرفت به طوری که ۸۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی تأمین گردد. گلدان‌هایی که با خاک فسفات تیمار شدند با محلول غذایی فاقد فسفر محلول آبیاری شدند. برداشت گیاه بعد از گذشت ۶۰ روز از جوانه‌زنی، در پایان دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی انجام شد. توانایی تولید ایندول استیک اسید (IAA) توسط باکتری‌های *Sudomonas* و *Bacillus* بر طبق روش Patten and Glick (1996) ارزیابی شد. صفات رشدی گیاه (وزن خشک اندام‌هوایی و ریشه) و پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه (فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیداسموتاز و پراکسیداز) به ترتیب به روش (Cakmak, 1993)، (Dhindsa and Matowe, 1981) و (Kalir et al., 1984)، همچنین توانایی انحلال فسفات‌های معدنی توسط گونه‌های باکتری مورد مطالعه با روش (Pikovskaya, 1948) و مقدار تولید آنزیم ACC-دآمیناز با روش (Penrose and Glick, 2003) ارزیابی شد. غلظت فسفر گیاه به روش (Rayan et al, 2007)، اندازه‌گیری شد و مقدار جذب فسفر اندام هوایی گیاه از حاصلضرب غلظت فسفر اندام هوایی در وزن ماده خشک محاسبه شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS (9.1) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه ای Duncan در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

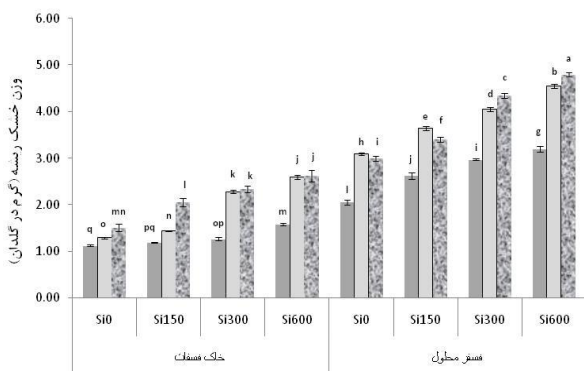
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات سه‌گانه تیمارهای (سیلیسیم-باکتری-فسفر) بر تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل تیمارها بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در گیاه گندم

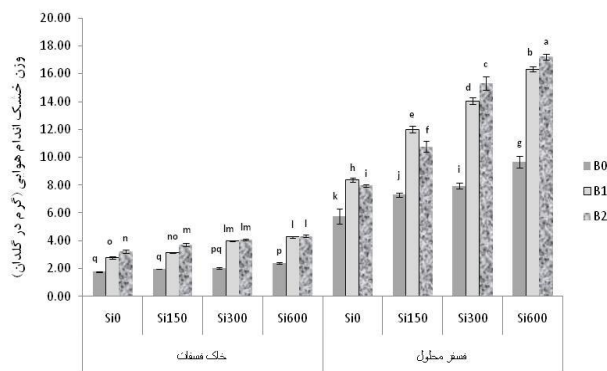
میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	فعالیت آنزیم (CAT)	فعالیت آنزیم (SOD)	فعالیت آنزیم (POD)	غلظت فسفر اندام هوایی	جذب کل فسفر اندام هوایی
Si	۳	۵۵/۵۱**	۵/۱۱**	۰/۶۳۴**	۶۵۸/۴**	۰/۵۸۵**	۰/۴۳**	۴۱۷/۹**
B	۲	۹۰/۹۹**	۷/۰۸**	۳/۸۳**	۱۴۴۸۷/۰**	۳/۷۷**	۰/۰۳۰**	۴۶۶۴/۰**
P	۱	۱۱۲۸/۴**	۵۲/۱۹**	۳/۰۴**	۱۰۱۹۰/۳**	۱/۹۳**	۲/۲۸**	۷۵۸۷/۶**
B×Si	۶	۳/۷۰**	۰/۱۸۸**	۰/۰۳۳**	۱۱/۸۶**	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۲**	۳۳۳/۷**
P×Si	۳	۲۹/۸۴**	۰/۲۲۴**	۰/۰۱۰**	۸۹/۴۸**	۰/۰۰۵**	۰/۰۱۶**	۳۱۵۰/۱**
B×P	۲	۲۳/۶۶**	۰/۴۰۴**	۰/۰۱۰**	۹۷۷/۹**	۰/۰۷۴**	۰/۰۱۶**	۲۷۰۶/۷**
P×B×Si	۶	۲/۴۸**	۰/۱۲۳**	۰/۰۲۴**	۳۴/۶۶**	۰/۰۱۰**	۰/۰۰۵**	۲۹۷/۱**
خطا	۴۸	۰/۰۵۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۸	۲/۴۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۴/۲۹
CV (%)		۳/۱۸	۲/۰۸	۲/۳۹	۲/۸۲	۳/۱۴	۴/۲۷	۴/۹۶

*, **, #: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد، NS: غیرمعنی دار

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم به ترتیب مقدار (۱۷/۲ گرم در گلدان) و (۴/۸ گرم در گلدان) از تیمار (سیلیسیم با سطح ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، باکتری سودوموناس و فسفرمحلول) بدست آمد (شکل ۱ و ۲). در حضور فسفرمحلول و نامحلول، اثر باکتری سودوموناس بر افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه گندم در سطوح بالای سیلیسیم (سیلیسیم با سطح ۶۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشتر بود. اما در حضور فسفرمحلول و سطوح پایین سیلیسیم (با سطح ۱۵۰ و صفر میلی‌گرم سیلیسیم در کیلوگرم)، اثر باکتری باسیلوس، بیشتر از باکتری سودوموناس بود. بیشترین اثر سیلیسیم بر رشد گیاه زمانی است که گیاه تحت تنش محیطی قرار می‌گیرد اما در این تحقیق مشخص شد که سیلیسیم می‌تواند رشد گیاه گندم را زمانی که تنش وجود ندارد (در شرایط حضور فسفرمحلول) نیز بهبود بخشد. در مطالعات گذشته کاربرد سیلیسیم، وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع بوته را در شرایط وجود تنش و یا عدم تنش برای رشد گندم بهبود بخشید (Chen et al., 2014). گزارش شده‌است که سیلیسیم نه تنها رشد ریشه (صفات مورفولوژیکی از قبیل قطر، مساحت، حجم، وزن خشک ریشه و طول ریشه) بلکه بیوماس اندام هوایی گیاهان را افزایش می‌دهد (Kim et al., 2014). اثر سیلیسیم بر رشد ریشه احتمالاً به علت افزایش کشیدگی ریشه ناشی از افزایش توسعه دیواره سلولی در منطقه رشد می‌باشد (Etesami and Jeong, 2018). علاوه بر توانایی انحلال فسفات نامحلول، نتیجه تست تولید آنزیم ACC-دآمیناز و تولید (IAA) در هر دو گونه باکتری مثبت بود. ثابت شده‌است که باکتری‌های حل‌کننده فسفات، رشد گیاهان را با تولید آنزیم ACC-دآمیناز و تولید (IAA) افزایش می‌دهند (Bashan et al., 2013). کارایی بیشتر باکتری سودوموناس نسبت به باکتری باسیلوس می‌تواند به علت تولید بیشتر هورمون (IAA) (۲۴/۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر و ۱۰/۷۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) باشد که به گیاهان در فراهمی عناصر غذایی توسط افزایش سیستم ریشه و ترشحات ریشه‌ای کمک می‌کند (Etesami and Alikhani, 2016).

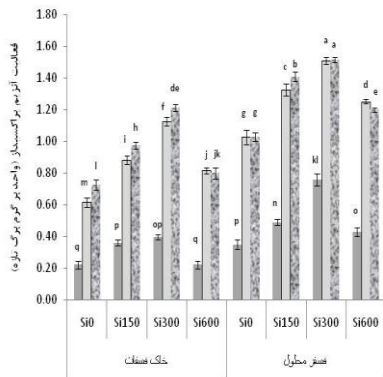


شکل ۲- اثرات سه‌گانه تیمارها بر وزن خشک ریشه گندم

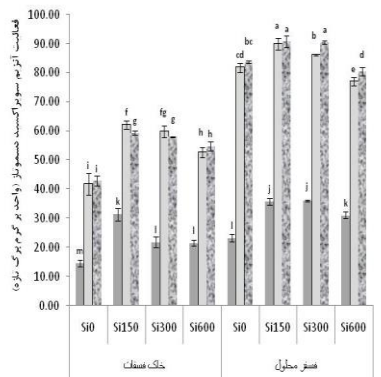


شکل ۱- اثرات سه‌گانه تیمارها بر وزن خشک اندام هوایی گندم

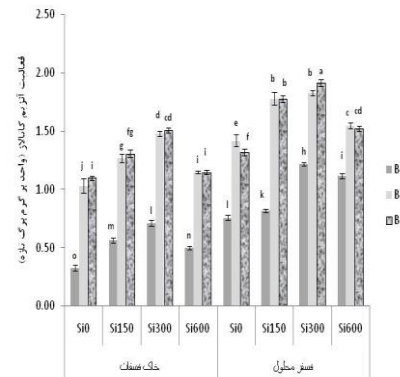
از کاربرد (سطح ۳۰۰ میلی‌گرم سیلیسیم در کیلوگرم، باکتری سودوموناس و فسفرمحلول)، بیشترین سطح فعالیت آنزیم کاتالاز بدست آمد (شکل ۳). بیشترین سطح فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز در تیمار (سطح ۱۵۰ میلی‌گرم سیلیسیم در کیلوگرم و باکتری سودوموناس و فسفرمحلول) مشاهده شد (شکل ۴). کاربرد (سیلیسیم با سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و باکتری سودوموناس) بیشترین اثر را در افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در مقایسه با تیمار شاهد داشت (شکل ۵). در مطالعات گذشته اثر باکتری‌ها (Etesami and Maheshwari, 2018) و سیلیسیم (Etesami, 2018; Etesami and Jeong, 2018) بر افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در گیاهان مختلف به اثبات رسیده که موجب کاهش تنش اکسیداتیو و افزایش مقاومت گیاهان به تنش گردید.



شکل ۵- اثرات سه گانه تیمارها بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

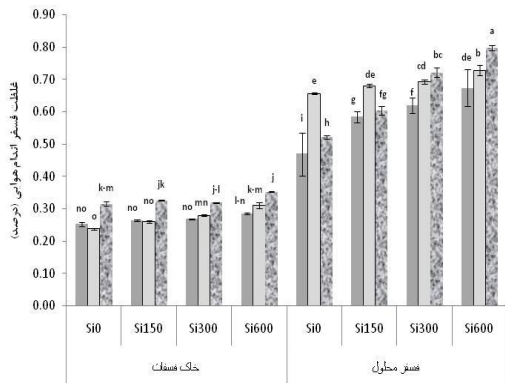


شکل ۴- اثرات سه گانه تیمارها بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز

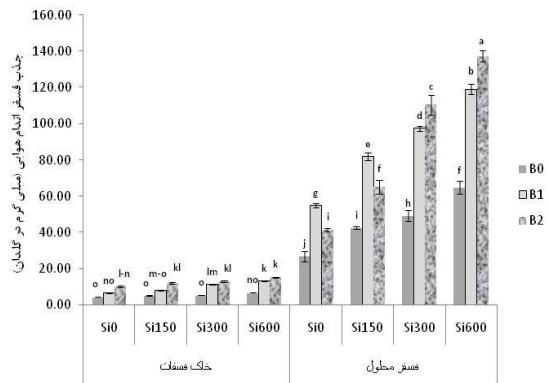


شکل ۳- اثرات سه گانه تیمارها بر فعالیت آنزیم کاتالاز

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار جذب فسفر اندام هوایی (۱۳۷/۲ میلی‌گرم در گلدان) در گیاهانی که با (سطح سیلیسیم ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، باکتری سودوموناس و فسفر محلول) تیمار شدند، مشاهده شد (شکل ۶). افزایش جذب فسفر در گیاهانی که در شرایط فسفر نامحلول رشد کردند، بیشتر تحت تأثیر باکتری سودوموناس، نسبت به باکتری باسیلوس بود. درحالی‌که در گیاهانی که در شرایط فسفر محلول رشد کردند، اثر افزایشی باکتری سودوموناس بر جذب فسفر نسبت به باکتری باسیلوس، تنها در غلظت‌های سیلیسیم بالاتر از ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. این روند افزایشی در غلظت فسفر اندام هوایی نیز مشاهده گردید (شکل ۷). در گیاهان شاهد (تیمار خاک فسفات و عدم کاربرد سیلیسیم و عدم تلقیح باکتری)، غلظت فسفر اندام هوایی (۰/۲ درصد) بدست آمد که در زیر حد بحرانی برای رشد گندم (۰/۳ > درصد) بود (Fischer, 1992). کاربرد سیلیسیم با سطح ۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و باکتری، غلظت فسفر اندام هوایی گندم را در حضور خاک فسفات، به‌طور معنی‌داری تا رنج (۰/۳ >) افزایش داد. لذا این نتیجه، افزایش کارایی مصرف خاک فسفات را با کاربرد توأم سیلیسیم و باکتری نشان داد. مطالعات گذشته توانایی سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات را به‌طور جداگانه در رشد گیاه گندم در شرایط کمبود فسفر، نشان دادند. بر طبق (شکل ۶ و ۷) اثر سینرژیستی بین سیلیسیم و فسفر وجود داشت. به‌طوری‌که با افزایش غلظت سیلیسیم، جذب فسفر افزایش یافت و این اثر در حضور باکتری سودوموناس و باسیلوس تشدید شد (احتمالا به علت افزایش قابلیت دسترسی فسفر توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات). اثرات مشابه از تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas fluorescens*, *P. fluorescens*, *Serratia sp*) در توسعه رشد گیاه گندم و افزایش جذب فسفر در گیاهانی که با خاک فسفات تیمار شدند، توسط سایر محققین گزارش شد (Ghorchiani et al., 2018). افزایش جذب عناصر غذایی توسط باکتری‌های استفاده شده در این مطالعه، می‌تواند به (تولید هورمون IAA و ACC-دآمیناز) نسبت داده شود. این هورمون تشکیل ریشه‌های جانبی را تحریک می‌کند و جذب عناصر غذایی را توسط ریشه‌های موئین، افزایش می‌دهد (Berg et al., 2005). هورمون (IAA) منجر به افزایش مقدار ترشحات ریشه شده و عناصر غذایی را برای رشد گیاه فراهم می‌کند (Patten and Glick, 2002). همچنین ACC-دآمیناز در جذب عناصر غذایی از طریق کاهش تنش اتیلن و در نتیجه افزایش سیستم ریشه گیاهان، نقش مهمی دارد (Glick, 2014). Pati et al (2016) نشان دادند که جذب سیلیسیم، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه برنج تیمار شده با سیلیسیم، به ترتیب ۳۳/۸۸ درصد، ۴۴/۴ درصد، ۲۹/۳ درصد و ۱۶/۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد بود.



شکل ۷- اثرات سه گانه تیمارها بر غلظت فسفر اندام هوایی گندم



شکل ۶- اثرات سه گانه تیمارها بر جذب فسفر اندام هوایی گندم

نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که کاربرد ترکیبی سیلیسیم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات (با داشتن اثرات سینرژیستی) به همراه خاک فسفات، جایگزین مناسبی برای مصرف کودهای شیمیایی فسفات در سیستم کشاورزی پایدار خواهد بود. به طور کلی نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌دهد که ترکیب مصرف سیلیسیم (با غلظت‌های متفاوت) و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، یک روش موثر برای حداکثر تولید گندم در شرایط حضور فسفر محلول و فسفر نامحلول می‌باشد.

منابع

- Ahmad, M., Hassen, F., Qadeer U., and Aslam, A. 2011. Silicon application and drought tolerance mechanism of sorghum. *African Journal of Agricultural Research* 6(3): 594-607.
- Bashan, Y., Kamnev, A.A., de-Bashan, L.E., 2013. Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth: a proposal for an alternative procedure. *Biol. Fertil. Soils* 49, 465-479.
- Chen, D., Yin, L., Deng, X., Wang, S., 2014. Silicon increases salt tolerance by influencing the two-phase growth response to salinity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Physiol. Plant.* 36, 2531-2535.
- Etesami, H., Alikhani, H.A., 2016. Co-inoculation with endophytic and rhizosphere bacteria allows reduced application rates of N-fertilizer for rice plant. *Rhizosphere* 2, 5-12.
- Etesami, H., Jeong, B.R., 2018. Silicon (Si): review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 147, 881-896.
- Etesami, H., Maheshwari, D.K., 2018. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: action mechanisms and future prospects. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 156, 225-246.
- Ghorchiani, M., Etesami, H., Alikhani, H.A., 2018. Improvement of growth and yield of maize under water stress by co-inoculating an arbuscular mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizobacterium together with phosphate fertilizers. *Agric. Ecosyst. Environ.* 258, 59-70.
- Kim, Y.H., Khan, A.L., Waqas, M., Shim, J.K., Kim, D.H., Lee, K.Y., Lee, I.J., 2014. Silicon application to rice root zone influenced the phytohormonal and antioxidant responses under salinity stress. *J. Plant Growth Regul.* 33, 137-149.
- Kostic, L., Nikolic, N., Bosnic, D., Samardzic, J., Nikolic, M., 2017. Silicon increases phosphorus (P) uptake by wheat under low P acid soil conditions. *Plant Soil* 419, 447-455.
- Liu, D., Liu, M., Liu, X.-L., Cheng, X.-G., Liang, Z.-W., 2018. Silicon Priming Created an Enhanced Tolerance in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seedlings in Response to High Alkaline Stress. *Front. Plant Sci.* 9.
- Pati, S., Pal, B., Badole, S., Hazra, G.C., Mandal, B., 2016. Effect of silicon fertilization on growth, yield, and nutrient uptake of rice. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 47, 284-290.
- Shi, Y., Wang, Y., Flowers, T.J., Gong, H. (2013). Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. *Journal of plant physiology.* 170(9), 847-853.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The combined effect of silicon and phosphate-solubilizing bacteria on increasing phosphorus use efficiency

Rezakhani^{*1}, L., Motesarezadeh², B., Tehrani³, M.M. ., Etesami⁴, H., Mirseyed Hoseini⁵, H

¹ Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tehran, Iran

^{2,5} Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tehran, Iran

³ Assistant Prof., Faculty member, Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran

⁴ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tehran, Iran

Abstract

Phosphorus (P) deficiency is one of the major problems in agricultural soils for crop production around the world. However, little is known about the alleviative role of Si and PSB together in mitigating P-deficiency stress and in improving P use efficiency in *Triticum aestivum* L. (wheat), as one of the most important crop plants worldwide. Consequently, aim of the research was to study the combined and single effects of Si (0, 150, 300, and 600 mg kg⁻¹ added as silicic acid) and PSB (B0, *Bacillus simplex* UT1, and *Pseudomonas sp.* FA1) on P uptake by wheat plant fertilized with soluble or insoluble P (Esfordi rock phosphate, RP) in a completely randomized design with factorial arrangement through a perlite potted experiment. In addition, the effects of various treatments on wheat shoot and root dry weight, activity of catalase, superoxide dismutase, and peroxidase enzymes, and the uptake of P by this plant were also investigated. Application of Si to wheat plants grown in soluble P or insoluble P medium markedly enhanced P use efficiency. Both *Pseudomonas sp.* FA1 and *B. simplex* UT1 showed a considerable role in improvement of root and shoot biomass and uptake of P (and K and Si) under both soluble and insoluble P fertilization conditions with *Pseudomonas sp.* FA1 being more effective than *B. simplex* UT1. Addition of 600 mg Si kg⁻¹ and *Pseudomonas sp.* FA1 significantly increased the P shoot concentration of wheat plant fertilized with RP to an adequate level (> 0.3%) in the range of P-fertilized plants. The information on the availability of P following PSB and Si addition to plant growth medium may help in better management of P fertilization.

Keywords: Silicon, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus simplex*, available Phosphorus

* Corresponding author, Email: leila.rezakhani@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر سطوح مختلف لجن فاضلاب شهری بر برخی خصوصیات خاک و رشد گیاه تربچه (*Raphanus sativus*)مریم نیک قدمی^{۱*}، امیر فتوت^۲ و رضا خراسانی^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد^۲ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد^۳ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

لجن فاضلاب منبعی غنی از عناصر غذایی به شمار می رود و به همین علت به عنوان یک کود ارزان قیمت مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است. در این پژوهش به منظور بررسی نقش لجن فاضلاب بر برخی خواص شیمیایی خاک و خصوصیات رشدی گیاه تربچه، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل لجن فاضلاب در پنج سطح (۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ تن در هکتار) به ترتیب معادل (۰، ۱۱/۵۳، ۲۳/۰۶، ۴۶/۱۲ و ۹۲/۲۴ گرم بر کیلوگرم خاک) بودند و پس از آماده سازی گلدان ها گیاه کشت و بعد از اتمام دوره کشت برداشت شد. نتایج نشان داد که کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب بر میزان pH، هدایت الکتریکی (EC)، درصد کربن آلی (OC) و وزن خشک اندام هوایی و غده تربچه تاثیر معنی دار ($p < 0.05$) داشت. افزودن لجن فاضلاب باعث کاهش pH و افزایش EC و OC خاک شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی و غده تربچه مربوط به سطح ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب بود و در سطح ۸۰ تن در هکتار لجن فاضلاب وزن خشک اندام هوایی و غده تربچه کاهش یافت. به نظر می رسد کاربرد لجن فاضلاب در سطوح مناسب منبع غنی به عنوان کود برای تربچه محسوب می شود.

واژه های کلیدی: کربن آلی، pH، هدایت الکتریکی، وزن خشک گیاه، کود آلی

مقدمه

لجن فاضلاب شهری، ماده جامدی است که در روش های مختلف تصفیه به منظور حذف آلاینده های معلق و محلول از فاضلاب در تصفیه خانه های فاضلاب به دست می آید. در سال های اخیر کاربرد لجن فاضلاب در خاک های کشاورزی به عنوان یک روش نسبتا ایمن برای دفن پسماند حاصل از تصفیه فاضلاب های شهری مورد توجه قرار گرفته است (Bolan و Duraisam، ۲۰۰۳) و ارزش کودی آن در تحقیق های متعدد در کشورهای مختلف نشان داده شده است (Smith، ۱۹۹۲).

استفاده از لجن فاضلاب به خصوص در کشورهایی با آب و هوای خشک مثل ایران به دلیل کمبود مواد آلی بیشتر مورد توجه می باشد کودهای آلی به طور موثری می تواند سبب افزایش رشد محصولات شود و وزن خشک و اندام هوایی و ریشه گیاهان را به طور قابل ملاحظه ای افزایش دهد (Wang و همکاران، ۲۰۰۸). لجن فاضلاب علاوه بر تاثیر بر غلظت عناصر غذایی موجود در خاک، بر خواص شیمیایی خاک مانند pH، هدایت الکتریکی و کربن آلی نیز اثرگذار است (Agrawal و Singh، ۲۰۱۰). تجزیه مواد آلی موجود در لجن می تواند منجر به تولید اسیدهای آلی مانند اسید مالیک، پروپوئیک و اسید سیتریک می شود و نهایتا باعث کاهش pH خاک می شوند و همچنین فرایندهای نیتریفیکاسیون، سولفوریکاسیون و اکسیداسیون مواد آلی نیز در این مورد اثرگذار است. لجن فاضلاب همچنین قابلیت هدایت الکتریکی بالایی دارد که باعث شوری خاک می شود (Wong و Wong، ۲۰۰۰).

با گذشت چندین سال از شروع به کار تصفیه خانه فاضلاب التیمور مشهد در استان خراسان رضوی لجن تولید شده خصوصا برای سبزیجات از جمله تربچه مورد استفاده کشاورزان بوده، بنابراین به نظر رسید که قبل از انجام هرگونه توصیه به کشاورزان منطقه برای استفاده از این ماده، تاثیر آن بر رشد گیاه تربچه و تغییرات شیمیایی خاک مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۸ - ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشهد اجرا گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تیمار لجن فاضلاب شهری شامل سطوح ۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار و در سه تکرار اجرا گردید. خاک مورد آزمایش از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری، از مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی مشهد با رده typic haplocalcid تهیه و به منظور یکنواختی از الک چهار میلی متری عبور داده شد، سپس هوا خشک گردید. برخی خصوصیات اولیه خاک مطابق روش های مرسوم آزمایشگاهی اندازه گیری شدند. بدین صورت که هدایت الکتریکی و pH به ترتیب در عصاره و گل اشباع و با استفاده از دستگاه های هدایت سنج الکتریکی (JENWAY4310) و pH متر (METROHM632). کربن آلی به روش هضم تر واکلی و بلاک، نیتروژن کل به روش کجدال، فسفر فراهم به روش اولسن، پتاسیم قابل دسترس به روش استات آمونیوم، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی، بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه گیری شدند. لجن مورد استفاده (از نوع هضم شده و بی هوازی)، از تصفیه خانه التیمور مشهد تهیه و پس از هوا خشک کردن از الک چهار میلی متری عبور داده شد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش و لجن مورد استفاده در جدول یک آورده شده است. برای کشت گیاه در ابتدا گلدان های ۳ کیلویی مورد استفاده قرار گرفت و بر اساس جرم مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب با خاک و لجن پر شدند. در هر

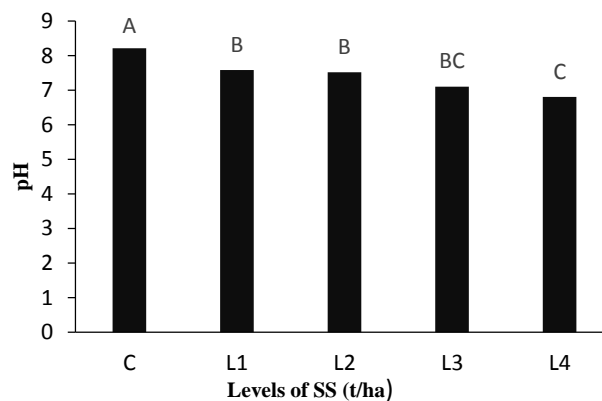
گلدان بذر تربچه به تعداد ۱۵ عدد کشت شد و پس از ۲۰ روز از کاشت، بوته‌ها تنک شدند تا فضای کافی برای رشد گیاه وجود داشته باشد، به طوری که در هر گلدان سه بوته نگه داشته شد. در مدت رشد گیاهان در گلخانه، عملیات آبیاری تا رساندن خاک به رطوبت ظرفیت مزرعه انجام شد. در انتهای فصل رشد نمونه‌های غده و اندام هوایی از محل طوقه جدا شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها در ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر چندین بار شستشو داده شدند. سپس نمونه‌ها در پاکت کاغذی و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند و پس از این مدت به منظور تعیین وزن خشک اندام هوایی و غده توزین گردیدند. در پایان آزمایش تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار JMP 8 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج انجام شدند.

جدول ۱ - برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و لجن مورد استفاده در این پژوهش

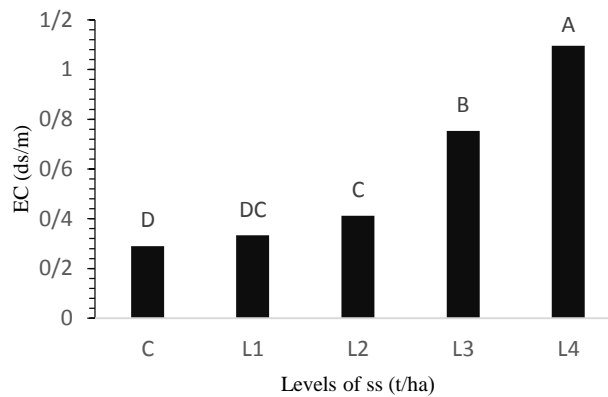
ویژگی	واحد	خاک	لجن فاضلاب
بافت	-	لوم	-
pH	-	۷/۸۷	۷/۴۶
هدایت الکتریکی	dS/m	۰/۲۴۸	۴/۰۸
کربن آلی	%	۰/۹۵	۱۸/۳
نیترژن کل	%	۰/۰۱	۴/۵
پتاسیم قابل جذب	mg/kg	۲۳۸	۱۹۶۵
فسفر قابل جذب	mg/kg	۵	۹۲۵
آهک	%	۱۹/۰۶	-
اهن		۲/۴۶	۳۶۵/۹۷
روی	mg/kg	۰/۶۱	۷۱/۲
مس	mg/kg	۰/۷۷	۲۲/۳۵

نتایج و بحث:

نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف لجن بر مقدار pH خاک پس از کشت تربچه در شکل ۱ نشان داده شده است. طبق این نتایج، سطوح مختلف لجن به کار برده شده باعث کاهش معنی‌دار ($p < 0.05$) مقدار pH خاک شد. بیشترین و کمترین میزان pH خاک به ترتیب در دو تیمار شاهد (۸/۷۵) و سطح ۸۰ تن در هکتار لجن (۶/۸) مشاهده شد. چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار لجن در مقایسه با شاهد به ترتیب باعث کاهش ۷/۶، ۸/۵، ۱۳/۵ و ۱۷/۱ درصدی مقدار pH خاک شدند. تاثیر سطوح مختلف لجن بر میزان pH خاک در مطالعات دیگری نیز بررسی شده است و نتایج عمدتاً کاهش این پارامتر در پی استفاده از لجن گزارش کرده اند. Latare و همکاران (۲۰۱۴) نیز با بررسی اثرات باقیمانده لجن فاضلاب بر گیاه گندم گزارش کردند که pH خاک پس از استفاده از لجن فاضلاب کاهش یافت. این محققین علت کاهش pH خاک را تجزیه مواد آلی و تولید اسیدهای آلی موجود در لجن فاضلاب بیان کردند.

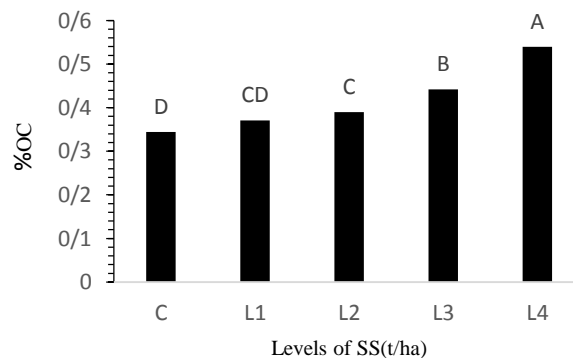


نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف لجن بر مقدار EC خاک پس از کشت تربچه در شکل ۲ نشان داده شده است. طبق این نتایج، سطوح مختلف لجن به کار برده شده باعث افزایش معنی دار ($p < 0.05$) مقدار EC خاک شد. کمترین و بیشترین EC خاک به ترتیب در دو تیمار شاهد (۰/۲۹) و سطح ۸۰ تن در هکتار لجن (۱/۰۵) مشاهده شد. چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار لجن در مقایسه با شاهد به ترتیب باعث افزایش ۰/۱۴، ۰/۴۲، ۱/۵۰، ۲/۷۷ برابر مقدار EC خاک شدند. طولایی و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش EC خاک را به دنبال کاربرد لجن فاضلاب در گیاه تربچه گزارش کردند. که علت این امر ناشی از افزایش عناصر غذایی محلول می باشد.



نمودار ۲- اثر سطوح لجن فاضلاب بر EC خاک

نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف لجن بر مقدار کربن آلی (%OC) خاک پس از کشت تربچه در شکل ۳ نشان داده شده است. طبق این نتایج، سطوح مختلف لجن به کار برده شده باعث افزایش معنی دار ($p < 0.05$) مقدار کربن آلی خاک شد. کمترین و بیشترین مقدار کربن آلی خاک به ترتیب در دو تیمار شاهد (۰/۳۴) و سطح ۸۰ تن در هکتار لجن (۰/۵۳) مشاهده شد. چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار لجن در مقایسه با شاهد به ترتیب باعث افزایش ۰/۷، ۱۳، ۲۸، ۵۶ درصدی مقدار کربن آلی خاک شدند. Navas و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند به دلیل بالا بودن ماده آلی موجود در لجن فاضلاب و همچنین ارتقا کیفیت شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک کربن آلی خاک نیز افزایش می یابد.



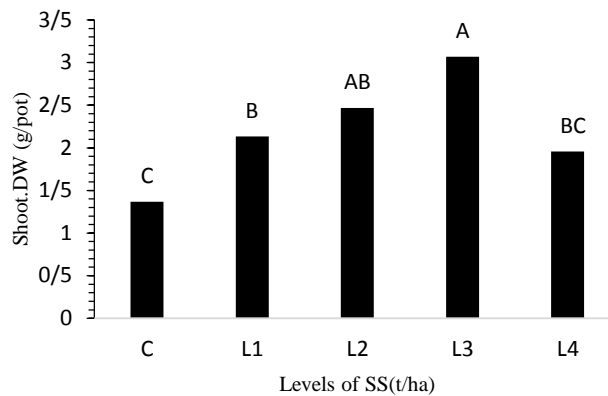
نمودار ۳- اثر سطوح لجن فاضلاب بر میزان کربن آلی خاک

اثر لجن فاضلاب بر وزن خشک اندام هوایی و غده تربچه:

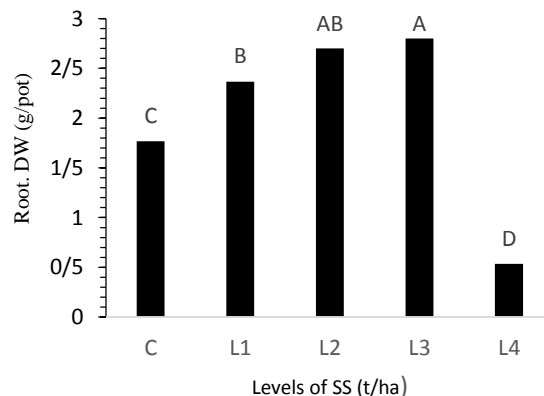
نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده تاثیر معنی دار ($p < 0.05$) سطوح مختلف لجن فاضلاب بر وزن خشک اندام هوایی (شکل ۴) و غده تربچه (شکل ۵) می باشد. نتایج مقایسه میانگین ها نیز نشان می دهد که با افزایش میزان لجن فاضلاب وزن خشک اندام هوایی و غده تربچه افزایش

یافت به طوریکه این افزایش فقط تا سطح ۴۰ تن در هکتار لجن ادامه داشت و بعد از آن کاهش یافت. بیشترین وزن خشک مربوط به سطح ۴۰ تن در هکتار لجن (۳/۰۶ گرم بر گلدان) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (۱/۳ گرم بر گلدان) مشاهده شد. همچنین همین روند برای غده تربچه نیز صادق بود با این تفاوت که بیشترین وزن خشک مربوط به سطح ۴۰ تن در هکتار لجن (۲/۸ گرم بر گلدان) و کمترین مقدار وزن خشک مربوط به سطح ۸۰ تن در هکتار لجن (۰/۵ گرم بر گلدان) بود. بنابراین تغییرات وزن خشک گیاه را می‌توان به بالا بودن میزان ماده آلی در لجن و نقش مثبت لجن در افزایش غلظت برخی عناصر غذایی همچون نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، منیزیم، وجود درصد بالایی از مواد آلی در لجن فاضلاب، بهبود شرایط فیزیکی خاک از طریق افزایش پایداری خاکدانه‌ها نسبت داد. به نظر می‌رسد این عوامل منجر به افزایش باروری خاک و بهبود رشد گیاه گردیده است.

کومار و چوپرا (۲۰۱۶) در مطالعه لجن فاضلاب شهری در سطوح مختلف گزارش کردند که لجن فاضلاب باعث افزایش عملکرد گیاه شد و حداکثر کارایی آن در خصوصیات مورفولوژیکی گیاه در تیمار ۵۰ درصد لجن فاضلاب مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت لجن فاضلاب می‌تواند سبب افزایش عملکرد گیاه و وزن خشک آن شود ولی با توجه به شوری ایجاد شده توسط لجن فاضلاب برای گیاه، مانع رشد گیاه در سطوح بالای لجن فاضلاب شده و در مقادیر بیش از یک حد مشخصی باعث سمیت عناصر در گیاه و کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود که این نتیجه در گیاه تربچه نیز صادق بود. با توجه به نمودار ۲ که سطح ۸۰ تن در هکتار لجن فاضلاب بیشترین شوری را داشته و کاهش وزن خشک ساقه و غده در این سطح نیز می‌تواند ناشی از شوری بالا باشد بطوریکه افزایش رشد فقط تا تیمار ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب صادق بود و در سطح ۸۰ تن در هکتار کاهش وزن خشک گیاه مشاهده شد.



نمودار ۴- اثر سطوح لجن فاضلاب بر وزن خشک اندام هوایی تربچه



نمودار ۵- اثر سطوح مختلف لجن فاضلاب بر وزن غده تربچه

نتیجه‌گیری:

این پژوهش نشان داد که کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب می‌تواند باعث کاهش pH خاک و افزایش هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک شود همچنین تیمار ۸۰ تن در هکتار لجن فاضلاب باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و غده تربچه شد و بیشترین وزن خشک اندام



هوایی و غده تربچه تیمار ۴۰ تن در هکتار لجن مشاهده شد بنابراین قبل از استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود، خصوصیات خاک و لجن و گیاه مورد نظر باید بررسی شود تا از مسائلی همچون سمیت عناصر، شوری و عدم تعادل در عناصر غذایی جلوگیری شود.

منابع:

- طولایی، زی، رحیمی، ق.آ، معروفی، ص.ف. ۱۳۹۲. تجمع فلزات سنگین در بخش هوایی و ریشه تربچه رشیاخته در خاک های اصلاح شده با لجن فاضلاب. نشریه پژوهش حفاظت آب و خاک، ۲۱ (۲).
- Bose, S.V., Rai, A., Bhattacharya, K., and Ramanathan, A.L. 2007. Translocation of metals in pea plants grown on various amendment of electroplating industrial sludge. *Bioresour Technol*, 99, 4467-4475.
- Bolan, N.S., and V.P. Duraisamy. 2003. Role of inorganic and organic soil amendments on immobilisation and phytoavailability of heavy metals: A review involving specific case studies. *Aust. J. Soil Res*, 41, 533-555.
- Kumar, V., and A. K. Chopra. 2016. Agronomical Performance of High Yielding Cultivar of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Grown in Sewage Sludge Amended Soil. *Research in Agriculture*, 1(1), 1-24
- Latare, A. M., O. Kumar., S. K. Singh., and A. Gupta. 2014. Direct and residual effect of sewage sludge on yield, heavy metals content and soil fertility under rice-wheat system. *Ecol. Eng*, 69, 17-24.
- Navas, A., Bermu'dez, F., and Mach'in, J. 1998. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. *Geoderma*, 87, 123-135.
- Singh R.P., and Agrawal, M. 2010. Variations in heavy metal accumulation, growth and yield of rice plants grown at different sewage sludge amendment rates. *J. Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73, 632-641.
- Smith, S.R. 1992. Sewage sludge and refuse compost as peat alternatives for conditioning impoverished soils. *J. Hort. Sci*, 67 (2), 703-716.
- Wong, J.W.C. and Wong, M.H. 2000. The growth of *Brassica chinensis* in heavy-metal-contaminated sewage sludge compost from Hong Kong. *J. Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 81, 209-216.
- Wang, X., T. Chen., Y. Ge., and Y. Jia. 2008. Studies on land application of sewage sludge and its limiting factors. *J. Hazard. Mater.* 160, 554-555. 46.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of Different Levels of Domestic Sewage Sludge on Selected Soil Properties and Radish Growth

Nikghadami^{*1}, M., Fotovat², A., Khorasani, R.³

¹M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Mashhad, Iran

²Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Mashhad, Iran

³Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Mashhad, Iran

Abstract

Sewage sludge is a rich source of nutrients, therefore it is considered as a cheap manure for plants in agriculture. This study aims at investigating the effect of domestic sewage sludge on some soil chemical properties and radish growth. A research based on a completely randomized design with three replications was conducted in the greenhouse of Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture, in 2018. Sewage sludge was consumed at five levels (0, 10, 20, 40, 80 t ha⁻¹) during plant growth. The results indicated that the use of the sewage sludge in different treatments had significant impact ($p < 0.05$) on pH, EC (electrical conductivity), OC (organic carbon) and dry weight and radish tuber. The addition of sewage sludge reduced pH and increased soil EC and OC. The highest shoot dry weight and tuber of radish and the lowest shoot dry weight and tuber of radish were observed at the level of 40 ton and 80 ton, respectively. In general, the application and selection of suitable sewage sludge as a fertilizer in soil should be carefully controlled.

Keywords: Organic carbon, pH, EC, Dry weight, Organic Fertilizer

* shayegh2013@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تداوم پابلوت های تغذیه بهینه در مزارع کشاورزان ضمانت تغییر پایدار متوسط تولید محصولات کشاورزی

حسین صفاری^{۱*}، محمد رضا بلالی^۲، لیلیا رضاخانی^۳

^۱ استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

^۲ استادیار پژوهش و رئیس بخش تحقیقات حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و شیمی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

^۳ دانشجوی دکتری علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج

چکیده

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در تلاش منسجمند تا با انتقال دانش و نوآوری از طریق اجرای پابلوت در مزارع و باغات کشاورزان خلاء عملکرد را کاهش و متوسط تولید را در سطح کلان افزایش دهند. تحلیل اثربخشی مصرف بهینه کود در ۱۴۹۲ مزرعه و ۱۱۴۲ هکتار در دهه ۷۰ و تعداد ۷۳ پابلوت تحقیقی ترویجی تغذیه تلفیقی زراعی و باغی در بیش از ۲۰۱ نقطه در ۱۹ استان کشور در سالهای زراعی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ نشان داد که بیش از ۲۰ درصد افزایش عملکرد کمی همراه با افزایش کیفیت را دربرداشته و به طور متوسط هفت تا ۱۴ میلیون ریال برای محصولات زراعی و ۲۷۰ میلیون ریال در محصولات باغی درآمد کشاورز را افزایش داده است. بررسی مسیر تحقیق برای توسعه از اقدام برای کشف نوآوری تا تاثیر بلند مدت در سطح وسیع برای تغییر عملکرد نشان داد انجام پابلوت مرحله میانی فرایند بوده که بیانگر اثربخشی تحقیقات در سطح کوچک است و تداوم آن به مدت حد اقل سه تا پنج سال منجر به تغییر نگرش و تاثیر گذاری درازمدت و تعمیم به کل منطقه می باشد. اما در کشور انجام پابلوت ها عمدتاً یکساله بوده و با توجه به نتایج مثبت در صورتی که تداوم یابد با تغییر نگرش و افزایش انگیزه بهره برداران تغییر تولید را همراه خواهد داشت که بایستی سرلوحه برنامه های آتی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پابلوت تغذیه گیاه، مصرف بهینه کود، انتقال یافته، تعمیم پذیری، پذیرش

مقدمه

عملکرد بالقوه عبارتست از عملکرد یک رقم در شرایط تامین رطوبت و مواد غذایی کافی و در شرایطی که تنشها کنترل می شود. عملکرد واقعی عبارت از عملکردی است که در شرایط عینی مزرعه کشاورز در یک منطقه بدست می آید. این عملکرد در شرایط مدیریت غالب منطقه از نظر تاریخ کاشت، رقم غالب، تراکم و مدیریت تغذیه و کنترل آفات و بیماریها حاصل می شود. در نقاط مختلف جهان شکاف بین عملکرد پتانسیل و واقعی برای محصولات مختلف ممکن است از ۲۰ تا ۸۰ درصد تغییر نماید (جلالی و همکاران ۱۳۹۶). حجاریور و همکاران، ۱۳۹۶ در تحلیل خلاء عملکرد گندم دیم و آبی استان گلستان ۵۰ تا ۶۰ درصد را تخمین زده که در عوامل محدود کننده عملکرد در گندم دیم عدم محلول پاشی عناصر غذایی (۱۵ درصد)، عدم مصرف بهینه نیتروژن و پتاسیم ۱۲ درصد، عدم مصرف کود دامی ۱۱ درصد و در گندم آبی عدم مصرف بهینه نیتروژن ۲۵ درصد را برآورد نموده اند. بدین ترتیب کمبود عناصر غذایی و عدم مصرف بهینه کود یکی از عوامل موثر در این خلاء عملکرد است. تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی فعالیت می نمایند تا به طور هماهنگ این خلاء عملکرد را با انتقال دانش و نوآوری و تسهیل دستیابی بهره برداران به آنها پر نموده و تولید را در سطح کلان افزایش دهند. تحلیل بیش از ۲۳۶۰۰ داده تجزیه خاک حاصل از طرحهای تحقیقاتی کلان کشور بیانگر آن است که میزان کربن آلی در ۶۱/۶ درصد خاکهای کشور کمتر از یک درصد می باشد. بیش از ۷۰ درصد خاک های ایران در حال حاضر با مشکل کمبود فسفر روبرو هستند. میزان پتاسیم قابل استفاده ۲۸/۶ درصد خاکهای کشور کمتر از ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم می باشد. همچنین میزان آهن قابل استفاده ۴۳/۸ درصد خاکهای کشور کمتر از پنج میلی گرم در کیلوگرم، میزان روی قابل استفاده ۷۰ درصد خاکهای کشور کمتر از یک میلی گرم در کیلوگرم، میزان منگنز قابل استفاده ۲۰/۱ درصد خاکهای کشور کمتر از چهار میلی گرم در کیلوگرم و میزان مس قابل استفاده ۲۶/۸ درصد خاکهای کشور کمتر از یک میلی گرم در کیلوگرم می باشد که عمدتاً ناشی از عدم مصرف بهینه کود، کشت متراکم و ... می باشد. رفع این کمبودها با مصرف بهینه کود در اراضی وسیع تحت کشت کشور که بیش از چهار میلیون بهره بردار در آن فعالیت می کنند کاری دشوار است که فعالیت نظام مند می طلبد اما ابتدا ببینیم مصرف بهینه چه میزان قادر است عملکرد را افزایش دهد. بر اساس مطالعات FAO بر روی جمع بندی ۴۰ هزار آزمایش، ۳۰ تا ۵۵ درصد افزایش تولید محصولات

مرهون استفاده مناسب از انواع کودهای شیمیایی می باشد (Hamdallah, ۲۰۰۰). از طرف دیگر استوارت و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۳۶۲ فصل زراعی بیان نمودند که ۳۰ تا ۵۰ درصد از عملکرد مزارع و باغها به مصرف کودهای تجاری وابسته است. در ایران تحقیقات حاصلخیزی خاک از سال ۱۳۳۶ شروع و مصرف کودهای شیمیایی رو به افزایش نهاده و در سالهای اخیر مصرف بهینه کودهای شیمیایی، آلی و زیستی در دستور کار بوده و تحقیقات متعددی در این راستا انجام و انتقال نتایج آنها از طریق پایلوت های تغذیه گیاهی برای محصولات زراعی و باغی در سراسر کشور با کمک بخش اجرا و ترویج در مزارع و باغات کشاورزان انجام شده است. سوال اساسی که این مقاله به دنبال پاسخ به آن است که سهم مصرف بهینه کود در پر کردن خلاء عملکرد چه میزان بوده و آیا فرایند انتقال دانش مصرف بهینه کود کامل شده است.

مواد و روشها

به منظور ارزیابی اثرات انتقال آخرین یافته های تحقیقات کاربردی برای افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی نتایج پایلوت های تغذیه گیاهی انجام شده در ۱۴۹۲ مزرعه و ۱۱۴۲ هکتار در دهه ۷۰ و تعداد ۷۳ پایلوت تحقیقی ترویجی تغذیه تلفیقی گیاه در بیش از ۲۰۱ نقطه در ۱۹ استان کشور در محصولات زراعی و باغی اعم از گندم و جو آبی، گندم و جو دیم، کلزا، چغندر قند، سیب زمینی، پیاز، سیب، هلو، آلو، انگور، انار در سالهای زراعی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ اجرا شده مورد تحلیل قرار گرفت. نوع طرح آزمایشی در قالب نمونه های جفت شده به صورت تیمار شاهد (عرف زارع) و تیمار مصرف بهینه توصیه تلفیقی کودی بود که در مساحت مورد نظر در مزرعه و باغ کشاورزان با مشارکت مدیریت جهاد کشاورزی و ترویج هر استان پیاده سازی شد. قبل از اجرای تیمار توصیه کودی از خاک مزرعه و یا باغ مورد نظر نمونه برداری انجام شد پس از انجام آزمون خاک و بررسی نتایج نسبت به محاسبه میزان توصیه عناصر غذایی مورد نیاز از منابع کودهای، آلی، شیمیایی و زیستی اقدام گردید. تیمار عرف زارع نیز بر اساس نظر کشاورز با مدیریت یکسان اعمال گردید. در زمان برداشت با کیل گیری و حضور محقق، مروج و کارشناس بخش اجرا میزان تغییر عملکرد و سایر عوامل تعیین گردیده است.



شکل ۱. اجرای مشارکتی پایلوت و مراحل نمونه برداری و برداشت



نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل ۱۴۹۲ مزرعه و ۱۱۴۲ هکتار اجرای عملیات مصرف بهینه کود در دهه ۷۰ در پایلوت های تغذیه گندم منجر به ۱۱ تا ۱۹/۵ درصد افزایش عملکرد دانه گندم شده است (جدول ۱). اجرای مصرف بهینه ۴۷ پایلوت در سال ۱۳۹۴ در محصولات باغی ۱۴/۸ تا ۲۸/۱ و در محصولات زراعی ۲/۵۶- تا ۳۱ درصد افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۲). اجرای پایلوت در در چهارده مزرعه و چهار استان خوزستان، فارس، سیستان و بلوچستان و گرگان در سال ۱۳۹۵ به طور میانگین مصرف بهینه کود در کشور، عملکرد دانه را ۲۱ درصد (۷۰۲ کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۲). در سال ۱۳۹۶ نجام پایلوت مصرف بهینه در محصول کلزای ۱۲ استان به طور متوسط ۲۴ درصد افزایش عملکرد و ۱۴۳۷۰۰۰ ریال افزایش درآمد نشان داد (جدول ۳). با تحلیل میزان اثربخشی مصرف بهینه کود در مزارع و باغات کشور در پایلوت های تغذیه گیاهی که به طور متوسط بیش از ۲۰ درصد افزایش عملکرد را نشان می دهد این سوال پیش می آید که آیا اجرای پایلوت ها مرحله نهایی پر کردن خلاء عملکرد در سطح کل اراضی کشاورزی کشور است. به عبارت دیگر آنچه در فرایند تحقیق بدست می آید در مرحله توسعه و گسترش به منطق وسیع الزامات خاص خود را می طلبد. ارزشیابی این مسیر شامل یک فرایند نظام مند برای جمع آوری، تحلیل و تفسیر اطلاعات است که در آن تعیین می شود آیا هدف های مورد نظر تحقق یافته اند یا در حال تحقق یافتن هستند و به چه میزان و گام های بعدی تصمیم گیری را تسهیل می نماید. الگو های مختلف ارزشیابی در برنامه های ترویجی وجود دارد (اسدی و شریفی، ۱۳۸۵). الگوی هفت سطحی بنت شامل نهاده ها^۱، فعالیت ها^۲، شرکت مردم^۳، عکس العمل ها^۴، تغییر در دانش، عقاید، مهارت ها و آرزوها^۵، تغییرات عملی^۶ و نتایج نهایی^۷ (نوذر منفرد، ۱۳۹۰) یکی از مدل های شناخته شده در ارزشیابی برنامه های ترویجی است که مشخص می نماید انتقال یافته های تحقیقاتی تا چه حد فرارفته و ایا در بسط به عموم بهره برداران و کل منطقه به تاثیر بلند مدت (Impact) دست یافته (شکل ۳) تا بتواند خلاء عملکرد را پر کرده و با افزایش متوسط تولید کل تولید را تغییر دهد. همان طور که در شکل سه مشخص است مسیر تحقیق از اقدام برای کشف نوآوری در آزمایشگاه و پلات های آزمایشی تا انجام پایلوت در مزارع بهره برداران که بیانگر اثربخشی تحقیقات در سطح کوچک است شروع شده اما برای توسعه گسترش در سطح وسیع الزامات دیگری را می طلبد که به تعمیم عرضی و طولی^۸ نیازمند است تا مجموعه عوامل زنجیره تولید^۹ فراهم شده و تغییر تولید را تسهیل نماید. در این راستا مطالعات جهانی به ویژه در هند نشان داده است پایلوت ها در میانه راه تحقیق برای توسعه بوده و بایستی سه تا پنج سال ادامه یابند تا با تغییر نگرش بهره برداران انگیزه انجام توصیه ها را در سطح وسیع پیدا نمایند. تحلیل پایلوت های کشور نشان داد که علیرغم نتایج مثبت ملاحظه شده متأسفانه عمدتاً یکساله بوده و به تغییر نگرش بهره برداران منجر نمی شود که بایستی سرلوحه برنامه های آتی قرار گیرد.

¹ Input

² Activities

³ Participation

⁴ Reaction

⁵ Knowledge, Attitude, Skills

⁶ Practice change/ Med- term Outcomes

⁷ Impact

⁸ Out and Up Scaling

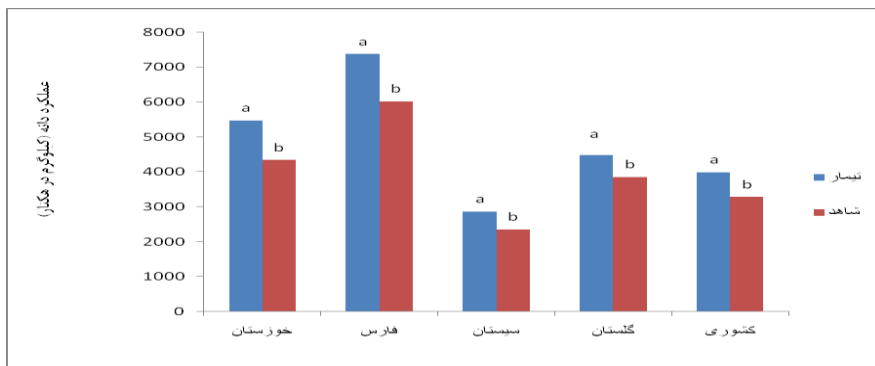
⁹ Value chain

جدول ۱. نتایج اجرای پایلوت مصرف بهینه کود در گندم در دهه ۱۳۷۰

نام محصول	نوع عملیات	سطح عملیات	درصد افزایش عملکرد	افزایش عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	نوع طرح
گندم	مصرف بهینه کود	۸۵۷ مزرعه	۱۱-۱۴	۴۸۳-۶۲۹	تحقیقات ملی موسسه ۱۳۷۵-۱۳۷۷
گندم	محلول پاشی	۸۹۲ هکتار	۵/۱۵	۶۶۹	پایلوت های تغذیه سال ۱۳۷۷ موسسه
گندم	مصرف بهینه کود	۶۳۵ مزرعه	۵/۱۹	۸۷۸	طرح های ۳۰ هکتاری ۱۳۷۸ موسسه
گندم	مصرف بهینه کود	۲۵۰ هکتار	۱۹	۹۵۴	مشترک موسسه و وزارت بهداشت

جدول ۲. نتایج اجرای پایلوت مصرف بهینه کود در محصولات زراعی و باغی ۱۳۹۴

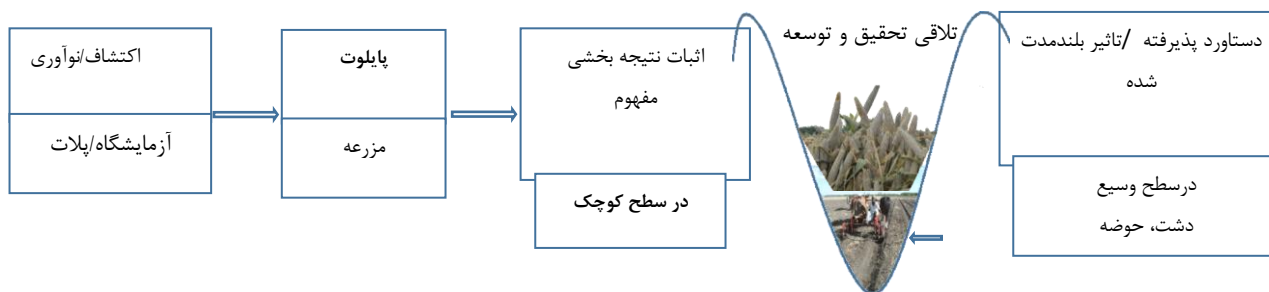
شهرستان	تعداد مزرعه یا باغ	محصول	عملکرد تیمار شاهد (تن در هکتار)	عملکرد تیمار کودی (تن در هکتار)	درصد افزایش عملکرد	سود افزایش تولید (تومان)
مرند	۱	سیب	۳۶/۷	۴۷	۲۸/۱	+۲۳۵۰۰۰۰۰
ملکان	۱	انگور	۵۴	۶۲	۱۴/۸	+۳۲۵۰۰۰۰۰
شبستر	۱	پیاز	۷۸	۷۶	-۲/۵۶	-۲۶۰۵۰۰۰
سراب	۱	سیب زمینی	۵۸/۵	۶۲	۵/۹۸	+۲۹۳۰۰۰۰
استانهای مختلف کشور	۳۰	گندم آبی	۵/۵۹	۶/۵۱	۱۶/۵۲	+۹۴۸۰۰۰
مازندران، زنجان و لرستان	۱۳	گندم و جو دیم	۱/۸۸	۲/۴۶	۳۱	+۷۰۰۰۰۰



شکل ۲. نقش مدیریت تلفیقی تغذیه در عملکرد و اجزاء عملکرد در پایلوت های گندم ۱۳۹۵

جدول ۳. نتایج اجرای پایلوت مصرف بهینه کود در پایلوت های کلزا در کشور ۱۳۹۶-۱۳۹۷

استان	عملکرد تیمار کودی (kg /ha)	عملکرد عرف زارع (kg /ha)	میانگین اختلاف عملکرد (kg /ha)	درصد افزایش نسبت به عرف زارع
خراسان رضوی	۲۹۹۹	۲۱۳۵	۸۶۴	۴۰
ورامین	۳۱۴۱	۲۳۴۱	۸۰۰	۳۴
آذربایجان شرقی	۳۵۷۵	۳۲۶۳	۳۱۲	۱۰
اصفهان	۴۲۱۵	۳۳۲۶	۹۰۰	۲۷
اردبیل (مغان)	۳۳۱۱	۲۷۲۷	۵۸۴	۲۱
بوشهر	۱۹۵۰	۱۶۸۵	۲۶۵	۱۶
خوزستان (اهواز)	۳۱۳۹	۲۱۱۹	۱۰۲۱	۴۸
خوزستان (دزفول)	۳۲۱۳	۲۸۳۴	۳۷۹	۱۳
کرمانشاه	۴۶۵۰	۴۳۳۰	۳۲۰	۷
گلستان	۱۸۹۷	۱۵۱۲	۳۸۵	۲۵
فارس	۴۲۱۶	۳۴۱۰	۷۸۳	۲۴
مازندران	۲۹۵۰	۲۳۸۳	۵۶۷	۲۴
میانگین کشور	۳۲۷۱	۲۶۷۲	۵۹۶	۲۴



شکل ۳. مسیر تحقیق برای توسعه از کشف نوآوری تا تاثیر بلند مدت

منابع

- اسدی، ع و م، شریفی. ۱۳۸۵. درآمدی برارزشیابی در ترویج کشاورزی، مبانی مفهومی، دسته بندی های مفهومی و سویه های کاربردی. مجله جهاد شماره ۲۷۳. مهر و آبان ۱۳۸۵
- حجاریپور، ا.، ا. سلطانی، ا. زینلی، ح. کشیری، ا. آینه بند و م. ناظری. ۱۳۹۶. ارزیابی خلا عملکرد گندم (*Triticum aestivum.L*) با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکر در استان گلستان. مجله علوم زراعی ایران.
- جلالی، ا.ه.، ح. سالمی. ۱۳۹۶. افزایش بهره‌وری آب با کاهش فاصله میانگین عملکرد سیب زمینی در منطقه با عملکرد آن در مزارع کشاورزان پیشرو (مطالعه موردی: منطقه فریدن اصفهان). نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی. جلد ۵. شماره ۱.
- منفرد، ن. ۱۳۹۰. ارزشیابی در ترویج. نشریه فنی سازمان جهاد کشاورزی بوشهر. مرکز مدارک علمی و کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

- Hamdallah, G. 2000. Soil fertility management: the need for new concepts in the region. A Paper presented at the Regional Workshop on Soil Fertility Management through Farmer Field Schools in the Near East, 2 - 5 October 2000, Amman, Jordan.
- Lobell, D. B., K. G. Cassman and C. B. Field. 2009. Crop Yield Gaps: their importance, magnitudes and causes. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 34: 179-204.
- Stewart, W. M., D. W. Dobb, A. E. Johnston and T. J. Smith. 2005. The Contribution of Commercial Fertilizer Nutrients to Food Production. *Agronomy Journal.* 97: 1-6.
- Van Ittersum MK and Donatelli M (2003) Cropping system models: science, software and applications. Special issue *Eur. J. Agron.* 18, 187–393.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Continuity on farm pilot project of balanced fertilization guaranteeing sustainable agricultural production

Saffari¹, H., Balali², M.R., Rezakhani³, L.

¹ Assistant Prof. of Research, Soil and Water Research Institute Karaj, Iran

² Assistant Prof. of Research, Head of the Department of Soil Fertility Research, Plant Nutrition and Soil Chemistry Soil and Water Research Institute Karaj, Iran

³ Phd student of soil science in faculty of agriculture and natural resources, Karaj, Iran

Abstract

Harmonious agricultural research, education, and extension activities expecting to increase average of production at large scale through knowledge and technology transfer by implementation of balanced fertilization on farm. Effectiveness analysis of balanced fertilization on selected farms as a pilot in 1492 farms and 1142 hectares in the 1990s and 73 agricultural pilot projects in more than 201 locations of 19 provinces during 2016 till 2019 indicated that an increase of more than 20% in average compare to farmers' behavior. Also 7 to 14 million rials for agronomy increased 270 million rials for horticultural crop increased farmer's income in average. The study of the research impact pathway for development from discovery to explore innovation to long-term impact at large scale showed that on farm pilot is the middle phase of the process, indicating the effectiveness of research at a small level, and its continuity at least three to five years could have generalized and institutionalize results in the whole region. But in the country, pilot testing implementing only one year. Given the positive outcomes, if sustained, will bring about a change in attitudes and incentives for producers to shift production, which should be the key to future plans.

Keywords: On farm pilot, balanced fertilization, technology transfer, scaling, adoption



اثر کاربرد توام کود گاوی و سوپرفسفات تریپل بر بهره‌دهی سیستم زراعی و بیلان فسفر خاک طی دو سال کشت تناوبی گندم-ذرت

علوفه ای

فرهاد مشیری^{۱*}، عبدالحسین ضیائیان^۲، مجید فروهر^۳، منوچهر کلهر^۴، مریم سبطی^۵ و حمید ملاحسینی^۶

^۱ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۲ دانشیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران

^۳ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

^۴ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

^۵ محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۶ استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

کمبود فسفر در اکثر خاکهای ایران، انتخاب راهکارهای مناسب برای تضمین تولید پایدار در کنار ارتقای سطح فسفر خاک را ضروری نموده است. بدین منظور آزمایشی در دو سال (۱۳۹۱-۱۳۹۳) در شش ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی کشور با کشت مداوم گندم و ذرت علوفه ای در کرت های ثابت انجام شد. اثر هفت تیمار عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده در طرح آزمایشی بصورت بلوک‌های نواری در سه تکرار بر میزان تولید سیستم زراعی و بیلان فسفر خاک مورد آزمون قرار گرفت. کاربرد سوپرفسفات تریپل به مقدار توصیه شده (۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به طور میانگین با ۳۲ درصد افزایش در بهره‌دهی سیستم زراعی همراه بود. کاربرد کود گاوی سبب کاهش ۲۵ درصدی مصرف کود شیمیایی گردید. بهره-دهی سیستم زراعی با کاربرد توام ۷۵ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کود گاوی نسبت به شاهد ۳۳ درصد افزایش یافت. بیلان فسفر خاک در اثر کاربرد سوپرفسفات تریپل در تمام سطوح منفی بود. در حالی که کاهش مصرف کود شیمیایی به میزان ۲۵ درصد همراه با مصرف کود گاوی، بیلان فسفر را با میانگین ۱۱۶ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. نتایج نشان داد کاربرد توام کود گاوی و سوپرفسفات تریپل نه تنها با پایداری تولید در سیستم زراعی گندم-ذرت علوفه ای همراه است بلکه با افزایش بیلان فسفر به تجمع فسفر خاک و افزایش حاصلخیزی خاک منجر خواهد شد.

کلمات کلیدی: بهره‌دهی سیستم زراعی، بودجه بندی فسفر خاک، مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، آزمایش کرت ثابت

مقدمه

میزان فسفر قابل استفاده در ۷۰/۲ درصد از خاکهای زراعی کشور کمتر از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم و در محدوده خیلی کم تا متوسط می-باشد. از این رو افزودن فسفر به خاک ضروری است (بلالی و همکاران، ۱۳۹۳).. به‌منظور رفع کمبود فسفر در کشور، معمولاً از کودهای شیمیایی وارداتی استفاده می‌شود. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه یکی دیگر از روشهای آزمون شده برای تامین فسفر مورد نیاز گیاه 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 فسفر استفاده می‌شود (Vanlauwe و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات گذشته اثر مثبت کاربرد توام کودهای آلی و شیمیایی را در تامین فسفر مورد نیاز محصولات نشان می‌دهد. میرزاشاهی (۱۳۸۶) گزارش داد که با مصرف ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی می‌توان تا ۲۵ درصد از مصرف کودهای شیمیایی حاوی عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در زراعت ذرت کاست. Opala و همکاران (۲۰۱۱) با جایگزینی ۶۷ و ۳۳ درصد از ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر مورد نیاز کشت ذرت با کودهای آلی بیان داشتند که کاربرد توام کود آلی و سوپر فسفات تریپل نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی برتری دارد. Otinga و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که عملکرد ذرت در اثر کاربرد توام کود آلی و کود سوپر فسفات تریپل به‌گونه‌ای که بتواند ۲۶ کیلوگرم فسفر در هر هکتار به خاک اضافه کند به میزان چشمگیری بیشتر از اثر مصرف همین مقدار فسفر با مصرف سوپر فسفات تریپل به تنهایی می‌باشد. بیشترین کارایی زراعی از کاربرد فسفر با جایگزینی ۷۵ درصد از کود سوپر فسفات تریپل با کود آلی به دست آمد. از طرف دیگر در مدیریت بهینه کودی علاوه بر تولید بالا در یک سیستم زراعی می‌بایست سایر شاخص های کارکردی سیستم از جمله تعادل در بیلان عناصر غذایی خاک

تضمین شود (Bruulsema و همکاران، ۲۰۰۸). در صورت کشت مداوم و عدم کاربرد فسفر در خاک به میزان مناسب بیلان منفی فسفر، کاهش حاصلخیزی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد محصول محتمل است. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر بخشی کاربرد توام کود آلی و شیمیایی در تامین فسفر مورد نیاز و تعادل بخشی به بیلان فسفر خاک در یک سیستم زراعی فشرده انجام شد.

مواد و روش‌ها

پروژه در مناطق مختلف زراعی-زیستگاهی ایران (Agroecological zones) با خصوصیات اقلیمی سرد تا گرم و خشک تا نیمه مرطوب و در ۶ ایستگاه تحقیقاتی کرج (البرز)، طرق (خراسان رضوی)، زرقان (فارس)، سراب چنگایی (لرستان)، عراقی محله (گلستان) و گلپایگان (اصفهان) اجرا گردید. آزمایش به صورت بلوک خرد شده (نواری) در سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۳-۱۳۹۱) و با هفت تیمار اجرا شد. تیمارها شامل عدم مصرف فسفر (T1)، کاربرد ۱۰۰ (T2)، ۷۵ (T3) و ۵۰ (T4) درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده بر اساس آزمون خاک و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰ (T5)، ۷۵ (T6) و ۵۰ (T7) درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده بود. کود گاوی یکبار و تنها در شروع آزمایش مصرف گردید. خاک‌های مزارع انتخابی آهکی، با کربن آلی خیلی کم تا متوسط، دچار کمبود فسفر و با بافت لوم تا رسی سیلتی بود (جدول ۱). کود سوپرفسفات تریپل توصیه شده برای ایستگاه‌های تحقیقاتی مذکور به ترتیب ۱۵۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۳۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. مقدار فسفر در کود گاوی مصرفی در مناطق اجرای پروژه بین ۰/۳ تا ۱/۱ درصد متغیر بود (جدول ۲). در هر کشت، کود اوره به مقدار توصیه شده در سه تقسیط و کود سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک مصرف گردید. گندم و ذرت در کرت‌های ثابت به ابعاد ۳۰ متر مربع کشت گردید. در پایان هر کشت، نمونه‌های گیاهی از فواصل هر سه متر مربع از هر کرت برداشت شد. وزن دانه در گندم و وزن علوفه در ذرت علوفه ای اندازه گیری شد. غلظت فسفر در دانه و کاه گندم و علوفه ذرت اندازه گیری گردید. مقدار برداشت فسفر از حاصلضرب تولید محصول در غلظت فسفر به دست آمد. بهره‌دهی کل سیستم زراعی از طریق مجموع ارزش اقتصادی تولید محصول در هر بار کشت گندم و ذرت و تبدیل آن به ازای هر تن گندم تولیدی محاسبه شد (Thind و همکاران، ۲۰۱۹). بودجه بندی فسفر با محاسبه کل مقدار فسفر (P) ورودی از هر دو منبع کود گاوی و سوپرفسفات تریپل و کل فسفر خروجی (کل فسفر برداشت شده توسط محصولات) انجام شد. بیلان فسفر با تفاضل مقدار ورودی از خروجی فسفر در کل سیستم زراعی محاسبه شد (Roy و همکاران، ۲۰۰۳).

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در مزارع محل اجرای آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقاتی

ایستگاه تحقیقاتی	pH	EC	کربن آلی		کربنات کلسیم معادل		فسفر قابل استفاد	پتاسیم قابل استفاد	رس	سیلت	شن	بافت
			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹						
کرج	۸/۰	۱/۴	۶/۰	۷۵	۷/۳	۲۸۹	۲۸	۳۵۳	۳۶۰	لوم		
							۷					
طرق	۸/۰	۱/۸	۴/۶	۱۹۴	۶	۱۱۳	۲۲	۴۸۰	۳۰	لوم		
زرقان	۸/۰	۱/۳	۵/۹	۴۴۳	۸/۵	۲۴۲	۴۲	۴۶۰	۱۲	رس سیلتی		
سراب چنگایی	۷/۹	۰/۴۵	۱/۰	۴۰۰	۵	۴۲۰	۳۵	۴۶۰	۱۹	رس سیلتی		
			۱۰									
عراقی محله	۷/۶	۱/۷	۱/۰	۲۳۰	۵/۴	۴۸۲	۲۸	۵۶۰	۱۶۰	لوم رسی سیلتی		
			۱۵									
گلپایگان	۷/۶	۱/۷	۳/۲	۲۸۹	۱۰/۸	۱۵۹	۱۲	۴۰۰	۴۸	لوم		

نتایج و بحث

نتایج پژوهش نشان داد که کاربرد سوپرفسفات تریپل در سطح توصیه شده (بسته به مزرعه آزمایشی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) سبب افزایش معنی دار بهره‌دهی سیستم زراعی تناوب گندم-ذرت علوفه ای در تمام ایستگاه های تحقیقاتی به جز ایستگاه زرگان گردید (جدول ۳). میزان افزایش تولید با مصرف سوپرفسفات تریپل از ۱۸/۵ درصد در ایستگاه عراقی محله تا ۵۱ درصد در ایستگاه طرق متغیر بود. کاهش کاربرد کود شیمیایی فسفری به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده با کاهش اندک در میزان بهره‌دهی سیستم همراه بود. کاربرد نصف مقدار توصیه شده کود شیمیایی در اکثر موارد اختلاف معنی داری با شاهد (عدم مصرف کود فسفری) نداشت. دریاشناس و همکاران (۱۳۸۹) مصرف سالیانه فسفر در تناوب گندم-ذرت را برای دستیابی به عملکرد مطلوب ضروری دانستند.

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کود گاوی مصرفی در محل های اجرا

ایستگاه تحقیقاتی	pH*	EC*	کربن آلی	نیترژن کل	فسفر کل	پتاسیم کل	رطوبت	افت در ۴۰.۰°C	نیترات	آمونیم
		ds m ⁻¹	%	%	%	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
کرج	۹/۲	۶/۱	۳۳/۳	۱/۸	۰/۸	۱/۶	۱۶/۹	۶۵/۶	۲۳۷	۵۳۰
طرق	۸/۷	۲۵/۸	۳۸/۷	۲/۶	۰/۹۵	۱/۴	۹/۴	۷۰/۶	۱۶	۶۱۰
زرگان	۸/۰	۱۶/۲	۳۱/۶	۱/۵	۰/۳۰	۲/۴	۵/۵	۵۱/۴	۲۹۷	۵۰۰
سراب چنگایی	۸/۷	۲۳/۷	۳۴/۸	۲/۱	۰/۵۲	۴/۷	۳/۵	۵۳/۹	۱۲۴۶۳	۱۸۰
عراقی محله	۸/۵	۷/۴	۳۴/۹	۲/۳	۱/۱	۲/۲	۱۰/۶	۳۱/۴	۴۲۱۲	۱۴۰
گلپایگان	۸/۵	۷/۴	۳۴/۹	۲/۳	۱/۱	۲/۲	۱۰/۶	۶۱/۴	۴۲۱۲	۱۴۰

* اندازه گیری شده در عصاره ۱:۵

کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی سبب افزایش بهره‌دهی سیستم زراعی شد. به طور میانگین بیشترین اثر کاربرد توام کود آلی و شیمیایی نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی بر میزان بهره‌دهی سیستم زراعی در ایستگاه طرق (۱۷ درصد) و سراب چنگایی (۱۴ درصد) و کمترین اثر در ایستگاه گلپایگان و کرج به ترتیب به میزان ۰/۳ و ۲/۰ درصد گزارش گردید. در شرایط کاربرد کود گاوی با کاهش مصرف کود سوپر فسفات تریپل تاثیر قابل ملاحظه ای بر میزان بهره‌دهی سیستم زراعی مشاهده نشد. در ایستگاه های طرق، زرگان و سراب چنگایی در شرایط کاربرد ۲۰ تن کود گاوی با کاهش مصرف کود شیمیایی تا ۲۵ درصد مقدار توصیه شده نه تنها کاهشی در بهره‌دهی سیستم زراعی حاصل نشد بلکه افزایش اندکی پنج درصدی نیز گزارش گردید. این اثر به میزان کمتری با کاهش ۵۰ درصدی کود شیمیایی در شرایط کاربرد کود آلی نیز مشاهده شد. در زرگان فارس بیشترین بهره‌دهی سیستم پس از دو سال کشت با مصرف کود گاوی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار (۵۰ درصد مقدار توصیه شده) به دست آمد. این اثر به میزان کمتر در ایستگاه طرق نیز مشاهده شد. در این آزمایش کود گاوی در سال اول آزمایش مصرف گردید و اثرات باقیمانده آن بر کاهش مصرف کود شیمیایی تا دو سال کشت تناوبی گندم-ذرت علوفه ای قابل اندازه گیری بود. میرزاشاهی (۱۳۸۶) اثر کاربرد توام کود حیوانی و کود شیمیایی بر کاهش مصرف کود شیمیایی را در کشت ذرت تا ۳ سال پس از مصرف کود آلی گزارش کرده است.

جدول ۳- تاثیر کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی بر میزان بهره‌دهی سیستم زراعی تناوب گندم -ذرت علوفه ای در انتهای دو سال کشت ۱۳۹۳-۱۳۹۱ (تن در هکتار)*

تیمار [£]	کرج	طرق	زرگان	سراب چنگایی	عراقی محله	گلپایگان
T1	۱۹/۶c	۱۶/۷c	۲۴/۳d	۱۷/۳c	۲۰/۰c	۱۶/۶b

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

۲۳/۴a	۲۳/۷ab	۲۴/۶ab	۲۹/۳bcd	۲۵/۲ab	۲۴/۱ab	T2
۲۰/۰ab	۲۲/۹ab	۲۰/۸bc	۲۹/۹bcd	۲۲/۰abc	۲۳/۶abc	T3
۱۹/۵ab	۲۰/۸abc	۲۱/۳b	۲۷/۲cd	۱۸/۷bc	۲۳/۹ab	T4
۲۱/۸ab	۲۴/۶a	۲۷/۱a	۳۱/۲abc	۲۶/۳a	۲۶/۷a	T5
۲۱/۷ab	۲۴/۳a	۲۵/۶a	۳۱/۵ab	۲۶/۱a	۲۳/۱abc	T6
۱۹/۶ab	۲۲/۸ab	۲۳/۳ab	۳۲/۰a	۲۵/۰ab	۲۳/۳abc	T7

* بهره‌دهی سیستم زراعی بر حسب کل گندم تولیدی محاسبه شده است. تیمار های T1, T2, T3, T4, T5, T6 و T7 به ترتیب عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده می‌باشد

با کاربرد یکبار کود گاوی در شروع آزمایش مقدار ورود فسفر (P) به سیستم زراعی و خاک نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی افزایش قابل ملاحظه ای داشت. به طور میانگین مقدار فسفر ورودی در شرایط کاربرد کود گاوی به همراه سوپرفسفات تریپل به مقدار توصیه شده (بسته به مزرعه آزمایشی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) ۲/۴ برابر بیش از شرایط مصرف کود شیمیایی به تنهایی بود. بیشترین ورود فسفر در ایستگاه طرق و عراقی محله به ترتیب به میزان ۳۸۰ و ۳۳۰ کیلوگرم در هکتار به محاسبه گردید. این امر بیشتر ناشی از مقدار بالای فسفر در کود گاوی مصرفی در این ایستگاه ها می‌باشد (جدول ۴). با مصرف فسفر چه به صورت کود شیمیایی و چه به صورت توام با کود گاوی مقدار خروجی فسفر از سیستم زراعی (برداشت فسفر توسط محصول گندم و ذرت) افزایش یافت. به طور میانگین خروج فسفر با مصرف سوپرفسفات تریپل به مقدار توصیه شده ۳۳ درصد بیش از شاهد بود. کاربرد توام کود آلی و شیمیایی نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی خروج فسفر را افزایش داد. این افزایش در طرق به میزان ۲۴ درصد، در زرقان و عراقی محله و سراب چنگایی به میزان ۱۷ درصد مشاهده شد.

جدول ۴- بودجه بندی فسفر ورودی و خروجی سیستم زراعی تناوب گندم-ذرت علوفه ای در انتهای دو سال کشت ۱۳۹۱-۱۳۹۳ (کیلوگرم در هکتار)

ایستگاه تحقیقاتی											
تیمار	کرج		طرق		زرقان		سراب چنگایی		عراقی محله		گلبایگان
	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی	فسفر خروجی	فسفر ورودی
T1	۰	۱۰۳	۰	۹۱	۱۳۲	۰	۵۷	۰	۱۸۰	۰	۶۷
T2	۱۲۰	۱۴۲	۱۲۰	۱۳۷	۱۶۰	۱۷۰	۱۳۰	۸۳	۱۱۰	۱۹۹	۱۰۴
T3	۹۰	۱۴۹	۹۰	۱۱۹	۱۲۰	۱۶۰	۹۸	۷۵	۸۳	۱۷۷	۸۷
T4	۶۰	۱۵۲	۶۰	۱۱۵	۸۰	۱۵۵	۶۵	۷۴	۵۵	۱۷۷	۸۵
T5	۲۸۰	۱۷۴	۳۸۰	۱۴۵	۲۲۰	۱۸۸	۲۳۴	۹۲	۳۳۰	۲۰۳	۹۵
T6	۲۵۰	۱۵۱	۳۴۰	۱۷۴	۱۸۰	۱۹۶	۲۰۲	۹۳	۳۰۳	۲۱۱	۸۹
T7	۲۲۰	۱۵۲	۳۰۰	۱۴۲	۱۴۰	۱۸۶	۱۶۹	۸۶	۲۷۵	۲۳۲	۹۰

تیمار های T1, T2, T3, T4, T5, T6 و T7 به ترتیب عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده می‌باشد

بیلان فسفر در تمام مزارع به جز سراب چنگایی با کاربرد کود شیمیایی فسفری منفی بود (جدول ۵).

جدول ۵- تاثیر کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی بر بیلان فسفر در سیستم زراعی تناوب گندم -ذرت علوفه ای در انتهای دو سال کشت ۱۳۹۱-۱۳۹۳ (کیلوگرم در هکتار)

تیمار	ایستگاه تحقیقاتی / استان
-------	--------------------------

گلپایگان	عراقی محله	سراب چنگایی	زرقان	طرق	کرج	
-۶۷	-۱۸۰	-۵۷	-۱۳۲	-۹۱	-۱۰۳	T1
-۲۴	-۸۹	۴۷	-۱۰	-۱۷	-۲۲	T2
-۲۷	-۹۴	۲۳	-۴۰	-۳۰	-۵۹	T3
-۴۵	-۱۲۲	-۹	-۷۵	-۵۵	-۹۲	T4
۲۰۶	۱۲۷	۱۴۲	۳۲	۱۶۵	۱۰۶	T5
۱۹۱	۹۲	۱۰۹	-۱۶	۱۰۶	۹۹	T6
۱۷۰	۴۴	۸۳	-۴۶	۱۰۸	۶۸	T7

تیمار های T1, T2, T3, T4, T5, T6 و T7 به ترتیب عدم مصرف فسفر، کاربرد ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده و کاربرد ۲۰ تن کود گاوی پوسیده به همراه ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل توصیه شده می‌باشد

بیان منفی فسفر با کاهش مصرف کود افزایش یافت. با کاهش مصرف سوپر فسفات تریپل تا ۵۰ درصد مقدار توصیه شده میزان تخلیه فسفر خاک در زرقان، کرج و طرق به ترتیب ۷/۵، ۴/۲ و ۳/۲ برابر افزایش یافت. کاربرد توام کود گاوی و کود شیمیایی با افزایش بیان فسفر همراه بود. بیشترین بیان مثبت فسفر با کاربرد سوپر فسفات تریپل در شرایط مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار به دست آمد. بیان فسفر با مصرف ۷۵ درصد کود شیمیایی توصیه شده در شرایط کاربرد کود گاوی نسبت به مصرف کود شیمیایی توصیه شده به تنهایی به ترتیب در کرج، طرق، سراب چنگایی، عراقی محله و گلپایگان به میزان ۱۲۱، ۱۲۳، ۶۲، ۱۸۱ و ۲۱۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. زلفی باوریانی (۱۳۸۵) در تناوب ۴ ساله پیاز، کلزا، باقلا و اسفناج در خاکی با فسفر قابل استفاده ۶/۶ میلی گرم در کیلوگرم نشان داد با کاربرد سوپر فسفات تریپل به تنهایی مقدار فسفر قابل استفاده خاک تا ۴۰ درصد کاهش می‌یابد در حالی که با مصرف سوپرفسفات تریپل به همراه کاربرد سالیانه ۱۵ تن کود دامی مقدار فسفر قابل استفاده خاک در سطح ۶/۴ میلی گرم در کیلوگرم نگهداشته شد. توصیه مصرف کود در ایران بر اساس راهبرد سطح کفایت استوار است (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۱). در این راهبرد حداقل کود مصرف شده و نیاز غذایی گیاه ملاک تصمیم گیری است با این حال ممکن است انتخاب این راهبرد به افزایش و یا نگهداشت فسفر خاک منتهی نشود (Reetz, ۲۰۱۶).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف فسفر برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری در سیستم زراعی تناوب گندم-ذرت ضروری است. کاربرد کود گاوی به همراه کود شیمیایی در تامین فسفر مورد نیاز موثر بوده و امکان کاهش تا ۲۵ درصد کود شیمیایی در صورت استفاده از کود آلی وجود دارد. اثر کود آلی در کاهش مصرف کود شیمیایی تا دو سال قابل دستیابی است. کاربرد کود فسفوری در سطح کفایت لزوماً با بیان مثبت فسفر همراه نیست. این امر می‌تواند در صورت ادامه کشت و کار به تخلیه فسفر خاک و کاهش سطح حاصلخیزی خاک منجر شود. در حالی که کاربرد توام کود آلی و شیمیایی علاوه بر تضمین تولید محصول در بهبود بیان فسفر خاک نیز موثر است. کاربرد توام کود آلی و شیمیایی به افزایش ذخیره فسفر خاک نیز کمک خواهد نمود. کاربرد توام کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند راهکاری اقتصادی برای تحقق راهبرد انباشت و نگهداشت در توصیه های کودی و افزایش میزان فسفر خاک و تضمین پایداری حاصلخیزی خاک باشد.

منابع

بلالی، م. ر.، رضایی، ح.، و مشیری، ف. ۱۳۹۳. وضعیت حاصلخیزی خاک های کشور و ضرورت ارتقای توان ان برای خدمات رسانی به تولیدات کشاورزی. ص. ۴۸-۱۷. در کتاب: خاوازی، ک. و همکاران (نویسندگان). برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در راستای افزایش خود اتکالی محصولات زراعی راهبردی ۱۴۰۴-۱۳۹۳. جلد اول، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

دیراشناس، ع. م.، سلیم پور، س.، خوگر، ز.، رضایی، ح. و خادمی، ز. ۱۳۸۸. بررسی اثرات فسفر تازه و باقیمانده در تناوب زراعی گندم-ذرت. گزارش نهایی پروژه. نشریه شماره ۱۴۹۸. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.



- زلفی باوریانی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثرات کود حیوانی بر قابلیت استفاده و بازیابی فسفر باقیمانده. گزارش نهایی پروژه، نشریه شماره ۱۲۹۱. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- طهرانی، م. م.، بلالی، م. ر.، مشیری، ف. و دریاشناس، ع. م. ۱۳۹۱. توصیه و برآورد کود در ایران: چالشها و راهکارها. مجله پژوهش های خاک، ۲۶، ۱۲۳-۱۴۴.
- میرزاشاهی، ک. ۱۳۸۶. تاثیر استفاده توام مواد آلی (کودحیوانی) و کودهای شیمیایی بر عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و مواد آلی خاک. گزارش نهایی پروژه، نشریه شماره ۱۵۴۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
- Bruulsema, T., Chen, F., Garcia, F., Ivanova, S., Li, S., Nagendra Rao, T., and Witt, C. 2008. A global framework for best management practices for fertilizer use. IPNI concept paper No. 1. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Georgia, USA.
- Opala, P. A., Othieno, C. O., Okalebo, J. R., and Kisinyo, J. R. 2011. Effects of combining organic materials with inorganic phosphorus sources on maize yield and financial benefits in western Kenya. *Experimental Agriculture*, 46, 23-34.
- Otinga, A. N., Pypers, P., Okalebo, J. R., Njoroge, R., Emongole, M., Six, L., Vanlauwe, B., and Merckx, R. 2013. Partial substitution of phosphorus fertilizer by farmyard manure and its localized application increases agronomic efficiency and profitability of maize production. *Field Crops Research*, 140, 32-43.
- Reetz, H. F. 2016. *Fertilizers and their efficient use*. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, France.
- Roy, R. N., Misra, R. V., Lesschen, J. P., and Smaling, E. M. 2003. Assessment of soil nutrient balance. *Approaches and methodologies*. FAO Bulletin No. 14. Rome, Italy.
- Thind, H. S., Sharma, S., Singh, Y., and Sidhu, H. S. 2019. Rice-wheat productivity and profitability with residue, tillage and green manure management. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 113, 113-125.
- Vanlauwe, B., Diels, J., Sanginga, N., and Merckx, R. 2002. *Integrated plant nutrient management in sub-saharan Africa, from concept to practice*. CAB International, Oxford, UK.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Integrated application of cow manure and triple superphosphate on crop system productivity and phosphorus balances in soil in two years rotation of wheat-silage corn

Moshiri^{*1}, F., Ziaeiian², A. H., Forouhar³, M., Kalhor⁴, M., Sebti⁵, M., Mollahoseini⁶, H.

¹ Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

² Associate Prof., Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zarghan, Iran

³ Scientific staff, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

⁴ Scientific staff, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorramabad, Iran

⁵ Researcher instructor, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

⁶ Assistant Prof., Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran

Abstract

Phosphorus deficiency in most soils of Iran has necessitated the choice of suitable methods for ensuring sustainable production along with increasing soil phosphorus levels. For this purpose, an experiment was carried out in two years (2012-2014) in six agricultural research stations with continuous cropping of wheat and silage corn in permanent plots. The effect of seven treatments including a control, application of 100, 75 and 50% recommended rate of triple superphosphate (TSP) and application of 20t of cow manure with 100, 75 and 50% recommended rate of TSP on the productivity of crop system and soil P balances was tested in strip block design with three replications. The use of cow manure reduced the application of chemical fertilizer by 25%. On average, application of TSP at the recommended rate (100 to 200 kg/ha) increased the cropping system productivity by 32%. Integrated application of cow manure with 75% recommended rate of triple superphosphate enhanced the productivity of cropping systems by 33% in comparison to control. Soil P balance was negative at all levels of TSP. While the use of fertilizer at 75% recommended rate with cow manure increased soil P balance by 116 kg per hectare on average. The results showed that the integrated application of TSP with cow manure is associated not only with sustainable production of wheat-silage corn system but also by positive balanced of soil P that can be lead to accumulation of soil P and increasing soil fertility.

Keywords: Cropping system productivity, Soil phosphorus budgeting, integrated soil fertility management, permanent plot experiment

* Corresponding author, Email: fmoshiri@swri.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر بیوجار بر پارامترهای نشت یونی، محتوای کلروفیل و مورفولوژی برگ گلرنگ تحت تنش خشکی

زهرا عرب بافرانی^۱، محمد جواد قانعی بافقی^{۲*}، مصطفی شیرمردی^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان^۲ استادیار گروه مهندسی طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان^۳ استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده

استفاده بهینه از ضایعات کشاورزی موجب کاهش فشار بر محیط زیست خواهد شد. بیوجار ماده کربنی است که از گرمادهی بقایای گیاهی در شرایط اکسیژن محدود یا بدون اکسیژن به دست می‌آید. استفاده از بیوجار جهت تامین مواد آلی برای رشد گیاه و اصلاح کننده ای برای بهبود خصوصیات خاک بسیار رونق یافته است. از آثار بیوجار می‌توان به پایداری بالا، جلوگیری از آبخوئی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش تخلخل و ظرفیت نگهداری آب، اشاره نمود. به منظور بررسی اثر بیوجار بر پارامترهای نشت یونی، محتوای کلروفیل برگ و مورفولوژی گیاه گلرنگ تحت تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه اردکان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح بیوجار (۰، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی) و چهار سطح تنش خشکی (۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه) بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد چهار درصد بیوجار منجر به افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل برگ نسبت به شاهد و تیمارهای یک و دو درصد بیوجار شد. کمترین مقدار کلروفیل در بالاترین سطح خشکی مشاهده شد. کاربرد یک و دو درصد بیوجار نشت یونی را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد.

کلمات کلیدی: خشکی، بیوجار، گلرنگ، نشت یونی، کلروفیل

مقدمه

خشکی شایع‌ترین تنش محیطی است که به‌طور تقریبی باعث محدود ساختن تولید در ۲۵ درصد از اراضی جهان شده است. خشک‌سالی ۱۳۷۷-۱۳۷۸ در ایران موجب کاهش حدود ۲ میلیون هکتار (معادل ۳/۱۶ درصد) در سطح کاشت و ۵ میلیون تن (معادل ۳/۹ درصد) در تولید محصولات زراعی گردید (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۵). تنش خشکی پس از بیماری‌ها به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان زراعی است که ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی جهان را به خود اختصاص داده و ۳۸ درصد کره زمین در این مناطق زندگی می‌کنند (Tuteja و Mahajan، ۲۰۰۵). واکنش گیاهان نسبت به کمبود آب در سطوح مختلف از سلول تا تمام گیاه متفاوت است و بسته به شدت و مدت تنش و نیز بر حسب گونه‌ی گیاه، ژنوتیپ‌های متعلق به یک گونه و ویژگی‌های ذاتی خاک متغیر می‌باشد (Chaves و همکاران، ۲۰۰۲؛ Jaleel و همکاران، ۲۰۰۸). تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش رشد، سطح برگ، وزن تر و خشک، کاهش فتوسنتز، تخریب و کاهش آنزیم‌ها و پروتئین‌ها، تجمع اسیدهای آمینه، کاهش تشدیدکننده‌های رشد، آسیب به رنگیزه‌ها و پلاستیدها، کاهش کلروفیل و کاهش رشد ریشه می‌گردد. از جمله صفاتی که تحت تاثیر تنش خشکی، افزایش می‌یابد نشت یونی است، که افزایش آن نشان دهنده کاهش پایداری غشا می‌باشد (Baji و همکاران، ۲۰۰۱). تنش خشکی باعث ایجاد اختلال در فعالیت‌های غشای سلول می‌شود و در نتیجه پایداری غشای سلولی کاهش می‌یابد که منجر به نشت یونی برگ از داخل سلول به بیرون آن می‌شود. اندازه‌گیری شاخص نشت یونی از بافت گیاه روش مناسبی برای برآورد میزان پایداری غشا تحت تاثیر تنش خشکی است (Medrano و همکاران، ۲۰۰۲). به‌طور کلی کاهش محتوای آب بافت‌های گیاهی تحت تاثیر کم آبی باعث محدودیت رشد گیاه و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی می‌شود (Levit، ۱۹۸۰) که باعث تغییرات بیوشیمیایی و صدمات اکسیداتیو می‌گردد که از عوامل مهم محدود کننده رشد و تولیدات گیاهی هستند (Allen، ۱۹۹۵).

نیاز شدید به تامین مواد غذایی و گیاهان دارویی برای جمعیت رو به رشد کشور از یک طرف و رسیدن به خود کفایی در امر محصولات کشاورزی و بی‌نیازی از واردات و ایجاد امنیت غذایی و دارویی از طرف دیگر، ضرورت افزایش تولیدات گیاهی در کشور را امری بدیهی کرده است. با توجه به اینکه بیشتر نقاط کشورمان در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و از لحاظ منابع آبی دارای محدودیت می‌باشد، اهمیت کشت گیاهان مقاوم به خشکی را آشکار می‌سازد. گلرنگ به دلیل داشتن برگ‌های خاردار و ریشه‌های طویل، باتوان جذب بالا از بخش‌های عمیق‌تر خاک به‌عنوان یک گیاه مقاوم به تنش خشکی شناخته می‌شود که از دیرباز در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله هندوستان، ایران و دیگر نقاط خاورمیانه و شرق آفریقا کشت می‌شده است و از گیاهان بومی و با ارزش ایران به‌شمار می‌رود (Bassil و Bassil، ۲۰۰۲). این گیاه با داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه، دارای آینده

* ایمیل نویسنده مسئول: mjghaneib@ardakan.ac.ir

روشنی از جهت توسعه است و در مناطقی که درجه حرارت پایین و خاک‌هایی با حاصلخیزی کم دارند، دارای رشد و نمو موفقی می‌باشد؛ با این وجود تنش خشکی با محدودیت رشد گیاه و تاثیر بر روی صفات فیزیولوژیک از قبیل دمای برگ، کاهش آب برگ و شاخص پایداری غشای برگ می‌تواند بسیاری از جنبه‌های متابولیسم و رشدی گیاه را تحت تاثیر قرار دهد و در نهایت باعث کاهش عملکرد گیاه شود (Koutroubas و Paspadoska، ۲۰۰۵؛ Pasban Eslam، ۲۰۱۱). سطح زیر کشت گلرنگ در جهان ۷۲٪ میلیون هکتار و میزان تولید دانه ۵۳٪ میلیون تن است و در ایران به ترتیب هزار هکتار و ۵۰۰ تن می‌باشد که نسبت به سایر گیاهان دانه روغنی بسیار ناچیز است (فاتو، ۲۰۰۷).

عامل اصلی حاصلخیزی زمین‌های زراعی، ماده آلی است. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی منجر به کاهش روز افزون این ماده در زمین‌های کشاورزی شده و عملکرد محصول را کاهش داده است. کاربرد کودهای آلی در خاک‌های کشاورزی جهت حفظ حاصلخیزی خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن و حفظ تعادل در برابر تنش‌های محیطی، امری اجتناب‌ناپذیر است. از دیرباز از بقایای کشاورزی، لجن فاضلاب، زباله‌های شهری و کودهای دامی جهت تولید این ماده گران‌بها استفاده شده است. مصرف مستقیم این مواد در زمین‌های زراعی ممکن است تولید مواد سمی و پاتوژن‌ها را به همراه داشته باشد، به همین دلیل لازم است این مواد به محصولات پایدار و بی‌ضرر آلی تبدیل شوند (Zhang و sun، ۲۰۱۴). بیوچارها محصولات غنی از کربن هستند که در شرایط بی‌هوایی و یا اکسیژن کم طی عملیات حرارتی بالا تولید می‌شود و کاربرد آن‌ها در زمین‌های زراعی از نظر زراعی و محیط زیستی می‌تواند مفید باشد (Kumar و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده از بیوچار در زمین‌های کشاورزی جهت تامین مواد آلی برای رشد گیاه و اصلاح کننده ای برای بهبود خصوصیات خاک بسیار رونق یافته است (Nevo و همکاران، ۲۰۱۰؛ Domene و همکاران، ۲۰۱۴). این ماده تاثیر عمده‌ای در کاهش گازهای گلخانه‌ای و بهبود پدیده گرمایش جهانی طی فرایند ترسیب کربن دارد (Liu و همکاران، ۲۰۱۴). از آثار دیگر بیوچار می‌توان به پایداری بالا، جلوگیری از آبهوشی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش تخلخل و ظرفیت نگهداری آب، افزایش بهره‌وری از کود، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کاهش مقاومت کششی خاک و نفوذ بهتر ریشه اشاره نمود (Knowles و همکاران، ۲۰۱۱). هدف از انجام این پژوهش، تعیین تاثیرات بیوچار بر روی شاخص‌های نشت یونی، طول و عرض برگ و میزان کلروفیل برگ در شرایط کم‌آبیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آماده سازی خاک و بیوچار:

برای انجام این تحقیق خاک غیر شور تهیه و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک به روش‌های معمول تعیین شد. EC و pH در عصاره اشباع، بافت به روش هیدرومتری، رطوبت ظرفیت مزرعه با دستگاه صفحات فشاری و کربن آلی به روش والکلی و بلک تعیین شد (جدول ۱). برای تهیه بیوچار از ضایعات پسته در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط حداقل اکسیژن استفاده شد. برخی از خصوصیات بیوچار تهیه شده در جدول (۱) آورده شده است. EC و pH در بیوچار در عصاره ۱:۱۰ اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک و بیوچار مورد استفاده در این تحقیق

پارامتر	واحد اندازه‌گیری	خاک	بیوچار
pH		۷/۸	۹/۹۷
EC	mS.cm ⁻¹	۱/۷	۳/۲۱
OC	%	۰/۵۴	-
Clay	%	32.6	-
Silt	%	49	-
Sand	%	18.4	-
Texture		Sandy Clay Loam	-
Ash content	%	-	64.5
Biochar yield	%	-	31.3

طرح آزاری و اعمال تیمارها:

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای در گلدان‌هایی پلاستیکی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متری و با گنجایش ۲ کیلوگرم خاک، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه بار تکرار، در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه اردکان انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح تنش خشکی (۰، ۴۰، ۶۰ و ۲۰ درصد

ظرفیت مزرعه) بود. تیمار بیوچار تولید شده از درخت پسته در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد در چهار سطح صفر، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی مورد پژوهش قرار گرفت. بر این اساس ۴۸ گلدان با بستر بیوچار مذکور در بالا آماده و در هر گلدان ۴ بذر کاشته شد. پس از جوانه زنی و رشد اولیه سه بوته حذف و یک بوته که رشد بهتری داشت باقی ماند. تیمارها پس از هفته اول رشد (۴ برگی شدن بوته‌ها) اعمال گردید. تیمارها به مدت ۲ ماه اعمال شد و سپس پارامترهای نشت یونی، طول و عرض برگ و میزان کلروفیل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

نشت یونی:

جهت اندازه‌گیری نشت یونی از روش Lutts و همکاران (۱۹۹۵) استفاده شد. بدین منظور از هر بوته آخرین برگ کاملاً توسعه یافته جدا شد و از هر یک، دو قطعه با ابعاد ۵/۵ سانتی‌متری تهیه شد. نمونه‌ها بعد از پاک‌سازی توسط آب مقطر درون فالتون تیوب‌هایی حاوی ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. سپس با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) به دست آمد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و مجدداً هدایت الکتریکی (EC_2) اندازه‌گیری شد. در پایان درصد نشت یونی از طریق رابطه زیر محاسبه شد

$$\text{درصد نشت یونی} = \frac{EC_1}{EC_2} * 100$$

معادله ۱

کلروفیل، طول و عرض برگ:

جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل از دستگاه کلروفیل سنج استفاده شد. آخرین برگ توسعه یافته جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل توسط دستگاه مذکور انتخاب شد. به منظور اندازه‌گیری طول و عرض برگ، از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ^۱ استفاده شد. بدین منظور دو برگ از هر بوته جدا و در زیر دوربین تعبیه شده روی دستگاه قرار داده شد و با نرم‌افزار کامپیوتری طول و عرض برگ در مقیاس سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری:

تجزیه واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر تیمار بیوچار بر محتوای کلروفیل برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما بر شاخص‌های طول و عرض برگ معنی‌دار نبود. تاثیر خشکی بر محتوای کلروفیل برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ولی بر طول و عرض برگ معنی‌دار نبود. برهمکنش بیوچار و خشکی بر هیچکدام از این پارامترها معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای خشکی و بیوچار بر روی شاخص‌های کلروفیل، نشت یونی، طول و عرض برگ

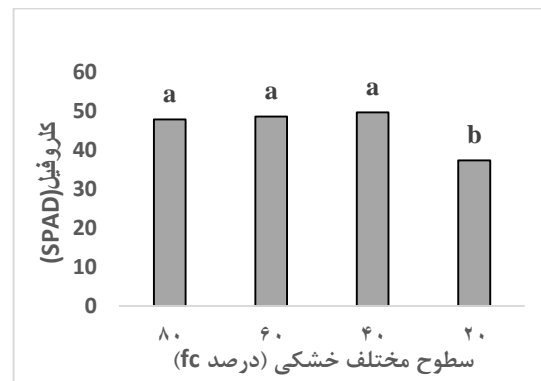
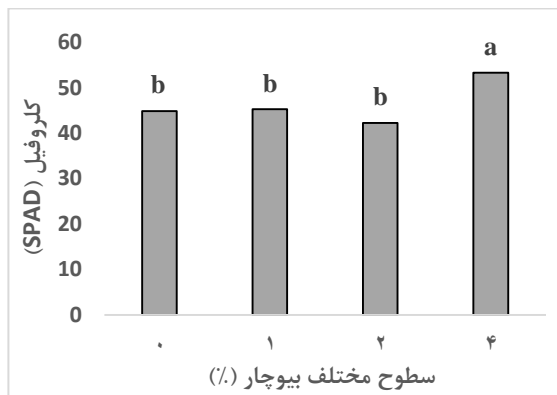
منبع تغییر	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات	
		کلروفیل	طول برگ
بیوچار	۳	۲۲۱/۸۹**	۶/۳۴ ^{ns}
خشکی	۳	۱۵۳/۶۹*	۱۷/۲۱ ^{ns}
بیوچار*خشکی	۹	۳۹/۳۱ ^{ns}	۷۹/۵۴ ^{ns}
خطا	۳۲	۳۱/۵۶	۶۱/۶۲
کل	۴۷		
ضریب تغییرات		۱۲/۴۵	۴۶/۸۰

ns عدم معنی داری *معنی داری در سطح پنج درصد ** معنی داری در سطح یک درصد

نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن نشان داد که محتوای کلروفیل برگ در تیمار چهار درصد بیوچار نسبت به شاهد بطور معنی‌داری افزایش یافت. این درحالی است که دو تیمار کاربرد یک و دو درصد بیوچار نتوانستند محتوای کلروفیل برگ را نسبت به شاهد افزایش دهد. علاوه بر این تیمار چهار درصد بیوچار دارای محتوای کلروفیل بالاتری نسبت به سطوح یک و دو درصد بیوچار بود (شکل ۱).

¹ Leaf Area Meter

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین سطح تنش خشکی دارای کمترین محتوای کلروفیل بود که نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (SPAD ۲۶/۳۷ برای تیمار خشکی ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه در مقابل SPAD ۴۵/۷۵ برای تیمار شاهد). با این وجود سطوح دیگر خشکی (۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه) از نظر محتوای کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. پژوهش Nabil و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان کلروفیل در درخت سیب کاهش یافت. حیدری و همکاران (۱۳۹۲) نیز دریافتند که محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. صفاهانی لنگرودی و همکاران (۱۳۹۶) دریافتند که کاربرد بیوجار اثرات منفی کم آبیاری را بر محتوای کلروفیل در گیاه کدو تخم کاغذی کاهش داد و میزان پاسخ به بیوجار در مقادیر پایین، با افزایش شدت کم آبیاری کند و متوقف شد. رجبی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند که کاربرد بیوجار تفاله پسته سبب افزایش معنی‌دار اعداد قرائت شده به‌وسیله کلروفیل‌متر نسبت به شاهد در گیاه اسفناج شد.



شکل ۱. مقایسه میانگین تاثیر بیوجار و خشکی بر محتوای کلروفیل برگ به روش دانکن. حروف لاتین مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد.

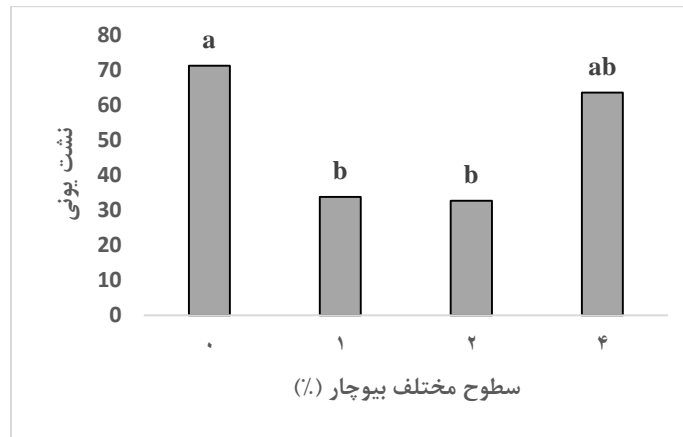
نشت یونی:

لازم به ذکر است که در زمان اندازه‌گیری پارامتر نشت یونی، گیاهان تحت تنش خشکی سطح چهار (۲۰ درصد ظرفیت مزرعه) دچار خشکی شدند و امکان اندازه‌گیری نشت یونی در این سطح امکان‌پذیر نبود لذا نتایج ارائه شده مربوط به چهار سطح بیوجار و سه سطح تنش خشکی (۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس اثر بیوجار و خشکی بر نشت یونی نشان داد که اثر بیوجار بر این پارامتر در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. این در حالی است که اثر خشکی و برهمکنش خشکی و بیوجار بر نشت یونی معنی‌دار نشد. کریمی افشار و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند با افزایش تنش خشکی در دو اکوتیپ زیره سبز، نشت یونی افزایش یافت. حسنی مقدم و همکاران (۱۳۹۴) نیز به این نتیجه رسیدند که با افزایش شدت تنش خشکی در تمام ارقام انار مورد بررسی، نشت یونی برگ افزایش یافت.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای بیوجار (B)، خشکی (D) و برهمکنش (B*D) آنها بر شاخص نشت یونی

میانگین مربعات	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات
نشت یونی		
۲۱۵۱/۸*	۳	B
۲۹۲/۴ ^{NS}	۲	D
۱۱۹۴/۸۶ ^{NS}	۶	B*D

نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که کاربرد یک و دو درصد بیوجار منجر به کاهش معنی‌دار نشت یونی نسبت به شاهد شد. با این وجود کاربرد چهار درصد بیوجار نتوانست تفاوت معنی‌داری در نشت یونی نسبت به شاهد باعث شود. نتایج حاکی از آن بود که بین سطوح یک، دو و چهار درصد بیوجار تفاوت معنی‌داری در ارتباط با نشت یونی وجود نداشت.



شکل ۲. مقایسه میانگین تاثیر بیوجار بر نشت یونی به روش دانکن. حروف لاتین مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد که منجر به کاهش رشد و در نهایت تولید محصولات کشاورزی می‌شود. یافته‌های این تحقیق نشان داد که گیاه گلرنگ با افزایش سطح تنش خشکی دچار کاهش محتوای کلروفیل برگ شد اما مقاومت گیاه به تنش خشکی باعث شد که این کاهش فقط در سطوح بالای تنش خشکی مشاهده شود. نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن بود که بیوجار به‌عنوان یک اصلاح‌کننده آلی قادر است باعث بهبود شرایط رشدی گیاه در شرایط تنش‌های محیطی از جمله خشکی شود و با بهبود محتوای کلروفیل و کاهش نشت یونی، رشد را تحت تاثیر قرار دهد. با این وجود سطح بیوجار مصرفی با توجه به آنالیز شیمیایی آن به‌ویژه در ارتباط با پارامتر شوری بیوجار باید مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- حسنی مقدم، الف. اثنی عشری، م. رضائی نژاد، ع. الف. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی شش رقم انار. مجله فناوری تولیدات گیاهی. جلد پانزدهم. شماره اول.
- حیدری، ن. پوریوسف، م. توکلی، الف. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). جلد ۲۷. شماره ۵. (ویژه‌نامه ۱).
- رجیبی، الف. صفزاده، ص. کریمیان، ن. رونقی، ع. الف. ۱۳۹۳. اثر بیوجار و کود شیمیایی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه اسفناج. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری.
- صفاهانی لنگرودی، ع. ر. نورا، ر. ۱۳۹۶. اثر سطوح مختلف بیوجار بر صفات فیزیولوژیک کدو (*Cucurbita pepo L.*) تحت تنش کمبود آب. نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال سیزدهم، - شماره ۴۹. صفحات ۱۳-۳۲.



- کریمی افشار، الف. باقی زاده، الف. محمدی نژاد، ق. ۱۳۹۳. ارزیابی فیزیولوژیک تحمل به خشکی دو اکوتیپ زیره سبز تحت شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای. سال ششم. شماره بیست و سوم.
- هاشمی دزفولی، الف. کوچکی، ع. بنایان، م. ۱۳۷۵. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

- Allen, R. D. 1995. Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plant Physiology. 107(4), 1049.
- Bassil, B. S. Kaffka, S. R. 2002. Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline and irrigatin. II. Crop Response to salinity. Journal of Agriculture and Water Management, 54: 81-92. (Jornal)
- Chaves, M. M. Pereira, J. S. Maroco, J.,Rodrigues, M. L. Ricardo, C. P. P.,Osorio, M. L. Carvatho, I. Faria, T. Pinheiro, C. 2002. How plants copewith water stress in the fieldphotosynthesis and growth? Annales ofBotany, 89. 907-916.
- Domene, X. Mattana, S. Hanley, K. Enders, A. Lehmana, J. 2014. Medium-term effects of com biochar addition on soil biota activities and founctions in a temperate soil cropped to com. Soil Biology and Biochemistry. 72. 152-16۲
- F. A. O. 2007. Available (online: <http://www.FAO.org>).
- Jaleel, C. A. Sankar, B. Murali, P. V.,Gomathinayagam, M. Lakshmanan, G.M. A. Panneerselvam, R. 2008.Water deficit stress effects on reactiveoxygen metabolism in Catharanthusroseus L. Impact on ajmalicineaccumulation. Colloids Surfaces.Biointerfaces, 62, 105-111
- Iranian Vegetable Oil Industry Association (IVOI). 2011. Available at Web site <http://dpea.moc.gov.ir/shownews.asp>. (Verified 10 June 2012).
- Knowles, O. Robinson, B. Contangelo. A. Clucas. L. 2011. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids. Science of the total Environonment, 409: 3206-3210
- Koutroubas, S. D. Paspadoska, D. K. 2005. Adabtation, grain yield and oil content of safflower in Greece. VIth International Safflower Confrance, Istanbul 6-10 june: 161-167. (Jornal)
- Kumar, s. Masto, R. E. Ram, L. C. Sarkar, P. George, J. Selvi, V. A. 2013. Biochar pareparation from Pardenium hysterophrus and its potential use in soil application Ecological Engineering. 55. 67-72
- Levit, J. 1980. Responses of plants to invironment stress. Academic Press. New York. Vol. 2. Pp. 497.
- Liu, Z. Chen, X. Jing, Y. Li, Q. Zhang, Huang, Q. 2014. Effectsofbiochar amendment on rapeseed and ssweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil . Catena, 123: 45-51.
- Lutts, S. J. Kinet, M. Bouharmont, J.1995. Canges in plant response to NaCl during development of rice varieties differing in salinity resistance. Experimental Botany. 46: 1843-1852.
- Mahajan, S. Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses on overview. Archives of Biochemistry and Biophysics. 444(2). 139-158
- Medrano, H., Escolana, J. M., Bota, J., Gulias, J. and Flexas, J. 2002. Regulation of photosynthesis of 3C plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. Annual Botany, 88: 895-905.
- Nabil El, J. Aziz, A. Rachid, B. Mohamed, B. Lotfi, A. Mohamed Ch. 2018. Assesment of sustainable deficit irrigation in a Moroccan apple orchard as a climate change adaptatin strategy. 648. 574-581.
- Nevo, E. Chen, G. 2010. Droughth and salt tolerances in wild relatives for wheat and barley improvement. Plant, Cell and Environment, 33(4,) 670-685.
- Pasban Eslam, B. 2011. Evaluation of physiological indices for improving water deficit tolerance in spring safflower. Jornal of Agricultural Sciences and Technology .13. 327-338. (Jornal)
- Zhang, L. Sun, X. 2014. Changes in physical, chemical and microbiological properties during the two-stage co-compositing of green waste with spent mushroom compost and biochar. Bioresource Technology, 171: 574-284



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of biochar on ion leakage, chlorophyll content and morphology of safflower leaves under drought stress

Z., Arab Bafrani¹, M.J., Ghaneei-Bafghi^{2*}, M., Shirmar³,

¹ M. Sc. Student, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.

² Assistant Prof. of Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.

³ Assistant Prof. of Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources Ardakan University.

Abstract

Optimal use of agricultural wastes will reduce the pressure on the environment. Biochar is a carbon material that is obtained from the heating of plant remains under oxygen-bound or oxygen-free conditions. The use of biochar to provide organic matter for plant growth and a modifier has been very thriving to improve soil properties. The effects of biochar can be high stability, preventing leaching of plant nutrients, porosity and water holding capacity. In order to investigate the effect of Biochar on ionic leakage, leaf chlorophyll content and morphology of safflower under drought stress, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in Ardakan University greenhouse in 1397. The treatments consisted of four biochar levels (0, 1, 2 and 4 wt%) and four levels of drought stress (80, 60, 40 and 20% field capacity). The results of the mean comparison indicated that the application of four percent Biochar resulted in a significant increase in chlorophyll content of the leaves compared to the control and 1 and 2% Biochar treatments. The lowest chlorophyll content was observed at the highest level of drought. One and two percent biohazard used reduced ionic leakage significantly compared to control.

Keywords: Drought, Biochar, safflower, ionic leakage, chlorophyll

* Corresponding author, Email: mjghaneib@ardakan.ac.ir.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر متقابل بیوجار و خشکی بر روابط آبی و خصوصیات رشدی گیاه گلرنگ

زهرا عرب بافرانی^۱، محمد جواد قانع بافقی^{۲*}، مصطفی شیرمردی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

^۲ استادیار گروه مهندسی طبیعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

^۳ استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده

خشکی یکی از تنش‌های غیرزیستی است و اثر مهمی بر کاهش عملکرد در جهان دارد. اصلاح‌کننده‌های آلی مانند بیوجار در شرایط تنش می‌توانند برای گیاه مفید باشند. بیوجار نوعی ماده آلی غنی از کربن می‌باشد که از سوزاندن مواد آلی در شرایط اکسیژن کم و یا بدون اکسیژن تولید می‌شود. به منظور بررسی اثر بیوجار بر برخی پارامترهای گیاه گلرنگ تحت تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح بیوجار (۰، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی) و چهار سطح تنش خشکی (۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه) بود. نتایج نشان داد که کاربرد یک و دو درصد بیوجار منجر به افزایش پارامتر تعداد برگ نسبت به شاهد شد ولی کاربرد چهار درصد بیوجار منجر به افزایش معنی دار تعداد برگ، سطح برگ، و فاصله میانگره نسبت به شاهد نشد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین سطح تنش خشکی، کمترین مقدار RWC را دارا بود. این پژوهش نشان داد بیوجار به عنوان یک اصلاح‌کننده آلی قادر است باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه گلرنگ شود.

کلمات کلیدی: گلرنگ، تنش خشکی، بیوجار، محتوای نسبی آب برگ

مقدمه

تنش خشکی، از مهم‌ترین تنش‌های غیر زیستی است که منجر به محدودیت کشت در ۲۵ درصد از اراضی جهان شده است و تأثیرات قابل توجهی بر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه داشته و می‌تواند عملکرد گیاه را ۵۰ درصد کاهش دهد (Zobayed و همکاران، ۲۰۰۷؛ ZlatevYordanov، ۲۰۰۴). ایران با بارندگی حدود ۲۵۰ میلی متر و کمتر از یک سوم میانگین جهانی و تبخیر سالانه‌ی ۲۰ تا ۴۰ برابر میزان بارندگی (Khazaei، ۲۰۰۸)، جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود. در اثر کمبود آب، یون‌ها انباشته می‌شوند که این پدیده می‌تواند از طریق آسیب رساندن به سلول‌ها و پاره نمودن غشا، موجب تغییر در ماهیت پروتئین‌ها شود. از دیگر آسیب‌های ناشی از تنش خشکی، می‌توان به از بین رفتن محتویات فتوسنتزی و کاروتنوئید در برگ اشاره نمود. به دلیل بسته شدن روزنه‌ها، جذب کربن دی اکسید در برگ کاهش یافته و فعالیت تیلاکوئیدها نیز کم می‌شود. تنش خشکی همچنین باعث شکسته شدن کلروپلاست‌ها، کاهش مقدار کلروفیل و میزان فعالیت آنزیم‌ها طی فرایند فتوسنتز، کاهش رشد گیاه، کاهش سطح برگ، وزن تر و خشک و کاهش تشدید کننده‌های رشد می‌شود (Monakhova و Chernyadev، ۲۰۰۲؛ Levit، ۱۹۸۰). محتوای نسبی آب برگ، جهت نشان دادن وضعیت آب گیاه، معرف خوبی است و از شاخص‌های مناسب جهت تعیین میزان مقاومت گیاه نسبت به خشکی می‌باشد. در انتهای دوره تنش، گیاهانی که محتوای نسبی آب بالاتری داشته باشند میزان مقاومت آن‌ها نسبت به خشکی بیشتر است (خزائی، ۱۳۸۱). کاهش محتوای آب نسبی و بسته شدن روزنه‌ها اولین تأثیر تنش خشکی است که با ایجاد اختلال در مواد فتوسنتزی، عملکرد محصول را کاهش می‌دهد (Yang همکاران، ۲۰۰۷؛ Molnár و همکاران، ۲۰۰۲). تشکیل برگ در مریستم‌ها و توسعه سطح برگ، تحت تأثیر پتانسیل پایین آب برگ کاهش می‌یابد و حتی ممکن است متوقف شود

(Kriedemann، ۱۹۸۶). Fatima و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند، در همه ارقام گیاه علف لیمو با افزایش شدت تنش خشکی، محتوای نسبی آب برگ کمتر شد. تنش خشکی می‌تواند در اثر ریزش برگ‌ها در طول مراحل رشد، بر سطح برگ موثر باشد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۱). مانی وانان و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی دریافتند، تنش خشکی منجر به کاهش طول ریشه و ساقه، سطح برگ، وزن خشک و میزان کلروفیل می‌شود. خسروی ابرخان و همکاران (۱۳۹۴) دریافتند که اعمال سطوح مختلف تنش رطوبتی تعداد برگ را نسبت به گروه شاهد در گیاه خرفه کاهش داد. به‌طور کلی،

* ایمیل نویسنده مسئول: mjghaneib@ardaka.ac.ir



رشد گیاه تحت تنش خشکی، در نتیجه‌ی محدود شدن تعدادی از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل انتقال و جذب یون‌ها، تنفس، فتوسنتز و متابولیسم کربوهیدرات‌ها، مواد غذایی و هورمون‌ها کاهش می‌یابد (Cornic و Briantais، ۱۹۹۱). تنش خشکی می‌تواند بسیاری از جنبه‌های متابولیسم و رشدی گیاه را از طریق محدود ساختن رشد گیاه و تاثیر بر روی صفات فیزیولوژیک از جمله دمای برگ، کاهش آب برگ و شاخص پایداری غشای برگ تحت تاثیر قرار دهد و منجر به کاهش عملکرد گیاه شود (Koutroubas و پاپاداسکا، ۲۰۰۵؛ Pasban، ۲۰۱۱).

مدیریت سنتی بقایای گیاهی و تجزیه کودهای حیوانی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند متان و اکسیدهای نیتروژن شده که به ترتیب ۲۵ و ۲۹۸ بار بیشتر از کربن دی اکسید می‌تواند منجر به تغییر اقلیم شود. دفن بقایا نیز بسیار پر هزینه است و با ورود نیترات و سایر آلاینده‌ها به آب‌های زیرزمینی سلامت انسان و محیط زیست را به خطر می‌اندازد (Forster و همکاران، ۲۰۰۷). اعمال مدیریت صحیح و کاربرد تکنیک‌های مناسب جهت حفظ ذخیره رطوبتی خاک از اقدامات مناسب برای افزایش راندمان آبیاری، حاصلخیزی خاک و بهبود عملکرد گیاه می‌باشد. بیوپچار، ماده‌ای متخلخل و غنی از کربن (۸۹ درصد) است که در دمای زیاد و در شرایط بی‌هوایی و یا اکسیژن کم تولید می‌شود. این ماده به دلیل داشتن ساختار مناسب جهت ذخیره آب و مواد غذایی، می‌تواند محافظ خوبی در برابر خشکی و شوری به‌ویژه در خاک شنی باشد. این ماده ماندگاری بالایی (۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سال) در خاک دارد (Liu و همکاران، ۲۰۱۴؛ Singla و همکاران، ۲۰۱۴) و می‌تواند با ترسیب کربن تاثیر زیادی در کاهش گازهای گلخانه‌ای و بهبود پدیده گرمایش جهانی داشته باشد (Liu و همکاران، ۲۰۱۴). از دیگر فواید بیوپچار می‌توان به توانایی جذب عناصر به دلیل داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، افزایش CEC خاک، حفاظت از خاک و گیاه در برابر بیماری‌ها، بهبود ساختار و پایداری خاک، افزایش نفوذپذیری و تعدیل pH خاک اسیدی، جلوگیری از آنبوشی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش تخلخل و ظرفیت نگهداری آب، افزایش بهره‌وری از کود و کاهش مقاومت کششی خاک اشاره نمود (Patel و Mishra، ۲۰۰۹؛ Knowles و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین بیوپچار از طریق افزایش کارایی گیاه در استفاده از فسفر و نیتروژن، باعث افزایش عملکرد در بسیاری از گیاهان می‌شود (Blackwell و همکاران، ۲۰۰۹). Suppadit و همکاران (۲۰۱۲) اثر سطوح مختلف بیوپچار تولید شده از بستر بلدرچین در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد را بررسی کردند و نشان دادند که شاخص سطح برگ تحت تاثیر افزایش بیوپچار، افزایش یافت.

گلرنگ زراعی (Safflower) یا کاشفه گیاهی یکساله، با نام علمی *Carthamus tinctorius L.*، از خانواده *Compositae*، راسته *Asteraceae*، رده *Dicotyledones* و زیر رده *Gamopetales*، با ریشه اصلی عمیق و اکثراً دارای برگ‌های خاردار می‌باشد که این ویژگی توانایی تحمل خشکی و گرما را در آن ایجاد نموده است. (Mundel and Bergman, 2009). ویژگی‌های مطلوب این گیاه از جمله خواص پزشکی (می و همکاران، ۲۰۱۵) پ ۴)، صنعتی (Mihaela و همکاران، ۲۰۱۳)، خوراکی (Tso و همکاران، ۲۰۱۲)، کیفیت بالای روغن دانه (به دلیل وجود بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب سیرنشده به‌ویژه، اسید چرب لینوئیک و اولئوئیک)، مقاومت به شوری (Gengmao، ۲۰۱۵) و خشکی، نیاز رطوبتی اندک (Thomas، ۲۰۱۰؛ Sacilik، ۲۰۰۷)، سازگاری گسترده به دماهای پایین زمستان و کوتاه بودن فصل رشد و نمو در تابستان (Klages، ۲۰۰۹)، از جمله مواردی است که گلرنگ را به عنوان یک گیاه با ارزش مطرح ساخته است. با توجه به اهمیت گلرنگ در ایران، و اثرات زیان‌بار خشکسالی، این پژوهش به منظور بررسی اثر متقابل بیوپچار و خشکی بر روی روابط آبی گیاه گلرنگ و خصوصیات رشدی آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده سازی خاک و بیوپچار

دراین تحقیق از خاک غیر شور (با EC ۱/۷ میلی زیمنس بر سانتی‌متر) با بافت Sandy Clay Loam استفاده شد. pH خاک مورد استفاده ۷/۸ اندازه گیری شد. بیوپچار مورد استفاده از ضایعات پسته در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شد و از آن عصاره اشباع ۱:۱۰ استخراج شد و pH آن ۹/۹۷ و EC در آن ۳/۲۱ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بود.

طرح آماری و اعمال تیمارها

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه‌بار تکرار، در گلدان‌هایی پلاستیکی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متری و با گنجایش ۲ کیلوگرم خاک، در سال ۱۳۹۸ در گلخانه دانشگاه اردکان انجام شد. تیمار خشکی شامل سطح آبیاری در چهار سطح ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه و تیمار بیوپچار حاصل از گرماکافت (پیرولیز) چوب درخت پسته در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. چهار سطح صفر، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی برای بیوپچار در نظر گرفته شد. در ۴۸ گلدان خاک مورد نیاز بر اساس طرح بالا آماده شد و بذر گلرنگ در آن کشت گردید پس از ۴ برگی شدن



بوته‌ها برای اعمال تنش خشکی، تیمارهای مختلف از ظرفیت مزرعه با توزین مداوم گلدان‌ها به مدت ۲ ماه اعمال گردید. در پایان پارامترهای محتوای نسبی آب برگ، سطح برگ و تعداد برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت.

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

جهت اندازه‌گیری این شاخص، ابتدا از هر بوته چهار برگ کاملاً توسعه یافته جدا و وزن تر (FW) آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت، جهت محاسبه وزن اشباع (TW) در ظرف محتوی آب مقطر (در دمای اتاق و نور کم) غوطه‌ور شدند. در پایان برای اندازه‌گیری وزن خشک (DW)، برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار داده شدند. سپس محتوای نسبی آب برگ از طریق معادله زیر محاسبه شد.

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} * 100$$

شاخص سطح برگ (LAI)

به منظور اندازه‌گیری این شاخص، از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter) استفاده شد. بدین منظور بزرگترین برگ‌های هر بوته (دو برگ) جدا و در معرض دوربین تعبیه شده بر روی دستگاه قرار داده شد و با نرم‌افزار کامپیوتری، سطح برگ در مقیاس سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد.

تعداد برگ و فاصله میان‌گره

تعداد کل برگ برای هر بوته، ۷۲ روز بعد از کشت شمارش شد. در همین زمان، فاصله میان‌گره برای هر بوته (فاصله برگ دوم تا سوم) با استفاده از خط‌کش در مقیاس میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر بیوچار بر تعداد برگ و فاصله میان‌گره در سطح یک درصد و بر شاخص سطح برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که اثر خشکی بر RWC در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بر شاخص‌های تعداد برگ، فاصله میان‌گره و سطح برگ اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز واریانس اثر تیمار بر روی شاخص‌های تعداد برگ، فاصله میان‌گره، سطح برگ و RWC

میانگین مربعات				درجه آزادی (df)	منبع تغییر
RWC	سطح برگ	میان‌گره	تعداد برگ		
۹۸۷/۶۲ ^{NS}	۶۹۷۹۷/۹۳*	۵/۵۸ ^{**}	۱۵۴/۹۴**	۳	بیوچار
۳۵۵۴/۹۹*	۷۰۶۵/۵۸ ^{NS}	۰/۹۰ ^{NS}	۱۰/۷۳ ^{NS}	۳	خشکی
۷۶۴/۴۶ ^{NS}	۸۰۰۱/۶۵ ^{NS}	۱/۴۸۸ ^{NS}	۳۴/۲۲ ^{NS}	۹	بیوچار*خشکی
۸۷۶/۹۷	۱۵۲۸۴/۰۳	۰/۸۷	۱۴/۷۹	۳۲	خطا
				۴۷	کل
۱۵/۵۳	۱۹/۱۴	۲۰/۳۰	۱۹/۳۱		ضریب تغییرات (CV)

تعداد برگ:

نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که با افزایش سطوح مختلف بیوچار به خاک تعداد برگ گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین تعداد برگ در تیمار چهار درصد بیوچار (۲۵/۲۵) و کمترین تعداد برگ در تیمار شاهد (۱۴/۷۸) مشاهده شد. هر دو تیمار یک و دو درصد بیوچار، تعداد برگ گیاه نسبت به شاهد افزایش دارند ولی بین تیمار یک و دو درصد بیوچار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این در حالی

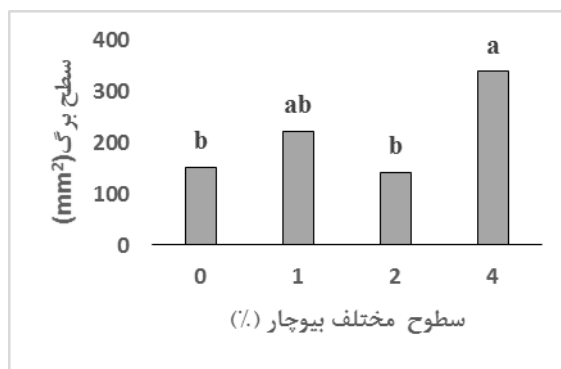
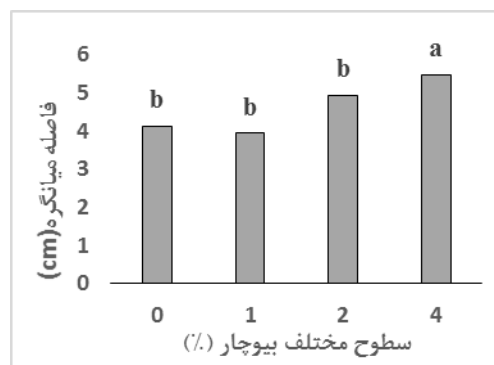
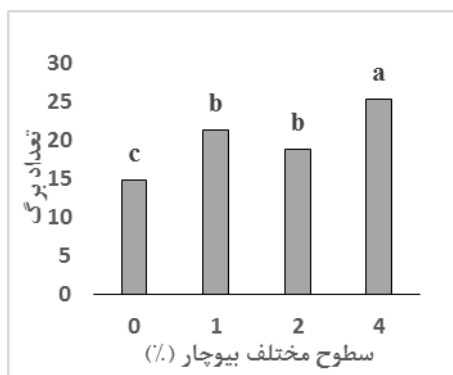
است که تیمار چهار درصد بیوجار نسبت به شاهد و سطوح یک و دو درصد افزایش نشان داد (شکل ۱). Blackwell و همکاران، (۲۰۰۹) دریافتند که بیوجار قادر است عملکرد گیاه را افزایش دهد.

فاصله میانگروه:

نتیج حاکی از آن بود که تیمار چهار درصد بیوجار باعث افزایش معنی دار فاصله میانگروه نسبت به تیمارهای شاهد و کاربرد یک و دو درصد بیوجار شد. با این وجود کاربرد یک و دو درصد بیوجار در خاک تفاوتی در این پارامتر نسبت به شاهد ایجاد نکرد.

سطح برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین سطح برگ در تیمار کاربرد چهار درصد بیوجار مشاهده شد. که افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشت. این در حالی است که کاربرد یک و دو درصد بیوجار تفاوت معنی داری نسبت به شاهد ایجاد نکرد. بین دو سطح یک و دو درصد بیوجار و همچنین دو و چهار درصد بیوجار تفاوت معنی داری مشاهده نشد. با این وجود سطح برگ در تیمار کاربرد چهار درصد بیوجار نسبت به تیمار دو درصد افزایش معنی داری نشان داد.

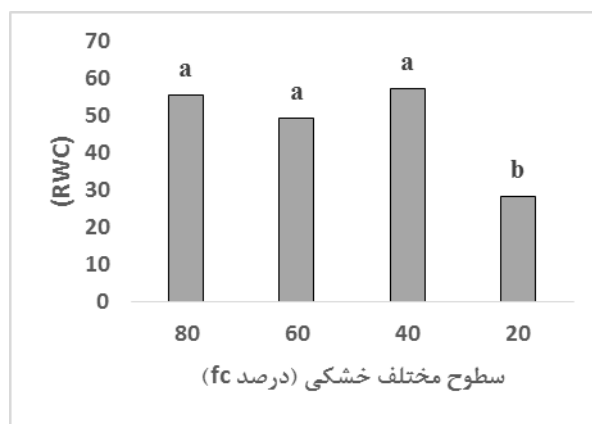


شکل ۱. مقایسه میانگین اثر بیوجار بر شاخص‌های تعداد برگ، فاصله میانگروه و سطح برگ به روش دانکن در سطح پنج درصد.

RWC:

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش سطح خشکی تا ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه تغییر معنی داری در پارامتر RWC مشاهده نشد اما در بالاترین سطح تنش خشکی پایین ترین مقدار RWC به دست آمد که نسبت به دیگر سطح خشکی کاهش معنی داری را نشان داد. بروجردنیا و همکاران (۱۳۹۴) در شرایط تنش خشکی، کاهش محتوای نسبی آب را در گیاه لوبیا گزارش کردند. یعقوبیان و یعقوبیان (۱۳۹۳) نیز دریافتند که با

افزایش شدت تنش خشکی در گیاه گلرنگ محتوای نسبی آب گیاه کاهش می‌یابد و بیشترین مقدار آب برگ را در آبیاری کامل گزارش کردند. ولی در پژوهش‌های Martinez و همکاران (۲۰۰۷) و Ghanbari و همکاران (۲۰۱۳) تفاوتی در میزان محتوای نسبی آب گیاه در اثر ایجاد تنش نسبت به شاهد مشاهده نشده بود. Gamareldawla و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که با افزایش بیوچار، محتوای نسبی آب در گیاه گوجه فرنگی تحت تنش خشکی افزایش یافت.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر خشکی بر شاخص RWC به روش دانکن در سطح پنج درصد. وجود حروف لاتین مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد بیوچار به‌عنوان یک اصلاح‌کننده آلی قادر است باعث بهبود شاخص‌های رشدی گیاه گلرنگ شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنش خشکی می‌تواند با اختلال در روابط آبی گیاه، رشد آن را تحت تاثیر قرار دهد. همانگونه که در تحقیقات دیگر نیز بیان شده، بیوچار با مکانیسم‌های مختلف می‌تواند با بهبود شرایط رشد ریشه و همچنین تاثیر بر فراهمی عناصر غذایی در خاک، بر شاخص‌های رشدی مهم گیاه از قبیل سطح برگ اثر مثبت داشته و در نهایت رشد گیاه را افزایش دهد. با افزایش سطح برگ، سطح فعال فتوسنتزی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که کاربرد بیوچار در سطح مناسب بتواند به گیاه در شرایط تنش‌های محیطی مانند خشکی کمک قابل توجهی کند.

منابع

- بروجردنیا، م. بی همتا، م. ر. عالمی سعید، خ. عبدوسی. ۱۳۹۴. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول، نشت الکترولیتها و محتوای (Phaseolus vulgaris L.) آب نسبی لوبیا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال هشتم. شماره بیست و نهم.
- خسروی ابرخان، س. مداح حسینی، رحیمی، الف. ۱۳۹۴. بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات رویشی گیاه خرفه. در اولین همایش بین المللی و چهارمین همایش ملی گیاهان داوربی و کشاورزی پایدار.
- کوچکی، ع. و سردنیا، ع. ح. ۱۳۷۱. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- یعقوبیان، ی. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای گلرنگ. دومین کنفرانس بین المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی.
- Cornic, G. and Briantais, J.M., 1991. Partitioning of photosynthetic electron flow between CO₂ and O₂ reduction in a C₃ leaf (Phaseolus vulgaris L.) at different CO₂ concentrations and during drought stress. *Planta*, 183(2), pp.178-184.
- Fatima, S., Abad Farooqi, A.H., Ansari, S.R. and Sharma, S., 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martinii* (palmarosa) cultivars. *Journal of Essential Oil Research*, 11(4), pp.491-496.



- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G. and Nganga, J., 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Chapter 2. In *Climate Change 2007. The Physical Science Basis*.
- Gengmao, Z., Yu, H., Xing, S., Shihui, L., Quanmei, S. and Changhai, W., 2015. Salinity stress increases secondary metabolites and enzyme activity in safflower. *Industrial crops and products*, 64, pp.175-181.
- Ghanbari, A.A., Shakiba, M.R., Toorchi, M. and Choukan, R., 2013. Morpho-physiological responses of common bean leaf to water deficit stress. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1), pp.487-492.
- Khazaei, A. 2008. Drought and its effect on the major crops production in dry lands. Ministry of Agriculture, The Rural Research Office Center, Tehran, Iran (in Persian).
- Klages, K. H. W. 2009. Idaho Agr. Expt. Sta. Bull. 222.
- Knowles, O.A., Robinson, B.H., Contangelo, A. and Clucas, L., 2011. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids. *Science of the Total Environment*, 409(17), pp.3206-3210.
- Koutroubas, S.D. and Papakosta, D.K., 2005. Adaptation, grain yield and oil content of safflower in Greece. In *Proceedings of the VIth International Safflower Conference, Istanbul-Turkey, 6-10 June, 2005. SAFFLOWER: a unique crop for oil spices and health consequently, a better life for you*(pp. 3-166). Engin Maatbacilik Ltd. Scedilla~ ti.
- Kriedemann, P.E., 1986. Stomatal and photosynthetic limitations to leaf growth. *Functional Plant Biology*, 13(1), pp.15-31.
- Levit, J. 1980. Responses of plants to environment stress. Academic Press. New York. Vol. 2. Pp. 497.
- Liu, Z., Chen, X., Jing, Y., Li, Q., Zhang, J. and Huang, Q., 2014. Effects of biochar amendment on rapeseed and sweet potato yields and water stable aggregate in upland red soil. *Catena*, 123, pp.45-51.
- Mihaela, P., Josef, R., Monica, N. and Rudolf, Z., 2013. Perspectives of safflower oil as biodiesel source for South Eastern Europe (comparative study: Safflower, soybean and rapeseed). *Fuel*, 111, pp.114-119.
- Mishra, P.C. and Patel, R.K., 2009. Use of agricultural waste for the removal of nitrate-nitrogen from aqueous medium. *Journal of environmental management*, 90(1), pp.519-522.
- Molnár, I., 2002. The effects of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and of *Aegilops biuncialis* genotypes originating from various habitats. *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4), pp.115-116.
- Monakhova, O. F., & Chernyadev, I. I. 2002. Protective role of karolin-4 in wheat plants exposed to soil drought. *Applied and Environmental Microbiology*, 38, 373-380.
- Mundel, H. H., . Bergman, J. W. 2009. Safflower. In: Vollmann, J. and I. Rajcan (ed.), *Handbook of Plant Breeding 4 Oil Crops*, Springer, and New York.
- Pasban, E.B., 2011. Evaluation of physiological indices for improving water deficit tolerance in spring safflower.
- Sacilik, K., Tarimci, C. and Colak, A., 2007. Moisture content and bulk density dependence of dielectric properties of safflower seed in the radio frequency range. *Journal of Food Engineering*, 78(4), pp.1111-1116.
- Singla, A., Dubey, S.K., Singh, A. and Inubushi, K., 2014. Effect of biogas digested slurry-based biochar on methane flux and methanogenic archaeal diversity in paddy soil. *Agriculture, ecosystems & environment*, 197, pp.278-287.
- Suppadit, T., N. Phumkokrak, and P. Pongsuk. 2012. The effect of using quail litter biochar on soybean (*Glycine max* L. Merr.) production. *Chil. J. Agric. Res.* 72: 244-251.
- Thomas, C. A. 2010. *Plant Disease Repr.* 35, 454455.
- Tso, P., Caldwell, J., Lee, D., Boivin, G.P. and DeMichele, S.J., 2012. Comparison of growth, serum biochemistries and n-6 fatty acid metabolism in rats fed diets supplemented with high-gamma-linolenic acid safflower oil or borage oil for 90 days. *Food and chemical toxicology*, 50(6), pp.1911-1919.
- Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y.Z., Yao, X.Q. and Yin, H.J., 2007. Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. *Photosynthetica*, 45(4), pp.613-619.
- Zobayed, S.M.A., Afreen, F., Kozai, T. 2007. Phytochemical and physiological changes in the leaves of *St. Johns wort* plants under a water stress condition. *Environmental and Experimental Botany*. 59,109-116.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Interaction effect of Biochar and drought on the water relationships and growth characteristics of safflower

Z., Arab Bafrani¹, M.J., Ghaneei-Bafghi^{2*}, M., Shirmar³

¹ M. Sc. Student, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.

² Assistant Prof. of Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.

³ Assistant Prof. of Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources Ardakan University.

Abstract

Drought is one of the abiotic stresses and is the major cause of yield reduction worldwide. Organic amendments such as biochar can be useful for the plant under stress. Biochar is a carbon-rich organic material produced from burning organic matter under low or without oxygen conditions. In order to investigate the biochar effect on some parameters of safflower plant under drought stress, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The treatments consisted of four Biochar levels (0, 1, 2 and 4 %) and four levels of drought stress (80, 60, 40 and 20% field capacity). The results showed that application of one and two percent biochar resulted in an increase in the number of leaves in comparison with control, but the application of 4% Biochar did not result in a significant increase in the number of leaves, leaf area and internally spacing compared to the control. Comparison of mean values showed that the highest level of drought stress had the lowest RWC.

Keywords: safflower, Drought stress, Biochar, RWC

* Corresponding author, Email: mjghaneib@ardakan.ac.ir.ac.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تعیین حدود بهینه غلظت عناصر غذایی برگ در پسته رقم احمدآقایی با استفاده از روش DOP

سیدجواد حسینی‌فرد^{۱*}، مجید بصیرت^۲، ناصر صداقتی^۱، اکبر محمدی محمدآبادی^۳، محمدرضا نیکویی^۴
^۱ استادیار پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
^۲ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۳ مربی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
^۴ کارشناس ارشد پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

چکیده

روش‌های مختلفی برای استفاده از نتایج تجزیه برگ در تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این تحقیق از روش انحراف از درصد بهینه (DOP) جهت تعیین حد بهینه عناصر غذایی برگ در درختان پسته رقم تجاری احمدآقایی در استان کرمان استفاده شد. به این منظور تعداد ۲۴۷ باغ پسته دارای رقم احمدآقایی در استان کرمان انتخاب شد. باغ‌های پسته انتخابی به دو دسته عملکرد بالا و پایین تقسیم شدند. در هر باغ انتخابی، نمونه‌برداری‌های برگ و اندازه‌گیری وزن محصول خشک انجام شد. غلظت عناصر غذایی برگ شامل عنصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز و بور با نمونه‌گیری برگ در اواخر تیرماه تا اوایل مرداد ماه و تجزیه آن در آزمایشگاه تعیین گردید. پس از آن با استفاده از روش انحراف از درصد بهینه نسبت به تعیین حد بهینه عناصر غذایی در برگ درختان پسته رقم احمدآقایی اقدام شد. براساس نتایج محاسبات این روش، حد بهینه در رقم احمدآقایی در سال پرمحصول (ON) برای عنصر نیتروژن ۲/۵، فسفر ۰/۱۷، پتاسیم ۱/۸، کلسیم ۲/۸، منیزیم ۱/۰ درصد و آهن ۱۲۰، منگنز ۵۵، روی ۲۳، مس ۹ و بور ۴۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک به دست آمد. برای همین رقم در سال کم محصول (Off) حد بهینه نیتروژن ۲/۱، فسفر ۰/۱۹، پتاسیم ۱/۹، کلسیم ۲/۵، منیزیم ۰/۸ درصد و آهن ۹۰، منگنز ۴۵، روی ۲۶، مس ۶ و بور ۵۰۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک تعیین شد.

کلمات کلیدی: تجزیه برگ، سال پرمحصول، سال کم‌محصول

مقدمه

یافتن روش موثر برای تعیین وضعیت تغذیه‌ای گیاه از اهداف بسیاری از دانشمندان تغذیه گیاه بوده است. روش‌های رایج شامل تجزیه خاک و بافت گیاهی می‌باشد (Mourao filho, 2004). تجزیه بافت گیاهی روش مستقیمی برای ارزیابی وضعیت تغذیه گیاه به‌شمار می‌آید (Halmark and Beverly, 1991). چندین روش برای استفاده از نتایج تجزیه برگ در تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه پیشنهاد و مورد استفاده قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به روش‌های غلظت بحرانی^۱، دامنه کفایت^۲ و سیستم تلفیقی تشخیص و توصیه^۳ معروف به روش دریس، تشخیص چندگانه عناصر غذایی^۴ و روش انحراف از درصد بهینه^۵ اشاره نمود. روش انحراف از درصد بهینه روش ساده و در عین حال کاربردی و جدیدی است که برای بررسی وضعیت تغذیه‌ای و کوددهی متعادل استفاده می‌شود. در تحقیقی که توسط مستشاری و همکاران (۱۳۸۹) بر روی ۲۰ باغ زیتون رقم زرد از شهرستان طارم به منظور شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای باغ‌های زیتون و تعیین انحراف از درصد بهینه (DOP) به اجرا درآمد، مشخص شد که ترتیب نیاز تغذیه‌ای باغات زیتون به عناصر غذایی به شکل $N > Fe > Mn > Zn > K > P > B > Cu$ می‌باشد و غلظت استاندارد عناصر غذایی برای ازت ۱/۳۸، فسفر ۰/۰۶۹، پتاسیم ۱/۶۹۵ درصد و برای آهن ۴۹۹/۵، روی ۲۱، مس ۵، منگنز ۵۲/۵ و بور ۲۴/۴ میکروگرم بر گرم ماده خشک گیاهی گزارش شد. در مورد درختان پسته قبلاً مطالعاتی با استفاده از روش دریس (حشمتی رفسنجانی و ملکوتی، ۱۳۷۸ و حسینی‌فرد، ۱۳۸۹) انجام شده است. اما با توجه به اینکه این روش

* ایمیل نویسنده مسئول: hosseinifard@pri.ir

¹Critical Value Approach (CVA)

²Sufficiency Range (SR)

³Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)

⁴Compositional Nutrient Diagnosis (CND)

⁵Deviation from Optimum Percentage (DOP)



قادر نیست بین مناطقی که مصرف کود در آن‌ها زیاد و یا کم ولی متعادل است، تفاوتی قائل شود (ملکوتی، ۱۳۷۸) در این تحقیق سعی شد از روش جدیدتر و ساده‌تر روش انحراف از درصد بهینه جهت تعیین حد بهینه عناصر غذایی برگ در درختان پسته رقم تجاری و مهم احمدآقایی در مناطق پسته‌کاری استان کرمان استفاده شود. بدیهی است تعیین حد بهینه غلظت عناصر غذایی در برگ درختان پسته در این رقم و ارتباط آن‌ها با عملکرد و کیفیت میوه می‌تواند منجر به کوددهی متعادل گردد. کوددهی متعادل عملکرد بالاتر و با کیفیت‌تری ایجاد می‌نماید.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق تعداد ۲۴۷ باغ پسته رقم احمدآقایی در استان کرمان انتخاب شد. باغ‌های پسته انتخابی به صورتی انتخاب شدند تا نماینده‌ای از خاک، دور آبیاری و مدیریت منطقه مورد مطالعه بوده و از نظر عملکرد، دامنه وسیعی را شامل شوند به طوری که بتوان آن‌ها را به دو دسته عملکرد بالا و پایین تقسیم کرد. برای انتخاب اولیه علاوه بر رقم و مقدار متوسط محصول، دور آبیاری و سن درختان بیشتر مدنظر بود به طوری که باغ‌های با دور آبیاری ۴۰ تا ۵۰ روزه و سن ۲۰ تا ۴۰ سال انتخاب شد. سپس برای هر باغ پرسشنامه‌ای در مورد مشخصات و خصوصیات مختلف تکمیل شد که موارد مهمی مانند نوع رقم، دور آبیاری، سن درختان، مساحت باغ، عملیات کوددهی، شاخص‌های مدیریتی مختلف در باغ و مقدار متوسط عملکرد (وزن خشک پسته) در آن ثبت شد. در طول چهار سال اجرای تحقیق وزن محصول خشک یادداشت شده و تقسیم باغ‌ها براساس عملکرد این چهار سال انجام شد. با اطلاعات به دست آمده باغ‌ها براساس متوسط عملکرد چهارساله به دو گروه «عملکرد بالا» و «عملکرد پایین» تقسیم شد. براساس اطلاعات به دست آمده و تجربیات موجود عملکرد متوسط بیشتر از ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عملکرد بالا و عملکرد متوسط کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عملکرد پایین در نظر گرفته شد. غلظت عناصر غذایی برگ شامل عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، مس، منگنز و بور با نمونه‌گیری برگ در اواخر تیرماه تا اوایل مرداد ماه از برگ‌های سالم میانی شاخه‌های بدون بار و تجزیه آن در آزمایشگاه تعیین گردید. پس از انتقال نمونه‌های برگ به آزمایشگاه، نمونه‌های برگ خشک شده در آن (دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد)، آسیاب و یک گرم از آنها به کروزه چینی منتقل و در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ ساعت به خاکستر تبدیل و خاکستر حاصل با اسیدکلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد. در عصاره حاصل غلظت عناصر کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون کمپلکسومتری و آهن، روی، منگنز و مس با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. فسفر به روش رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر و پتاسیم به روش نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شد. ازت کل موجود در برگ‌ها نیز به روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).

با استفاده از روش انحراف از درصد بهینه (DOP) حد بهینه عناصر غذایی در برگ درختان پسته هر رقم به طور جداگانه تعیین شد. رابطه مربوط به روش انحراف از درصد بهینه به صورت زیر است:

$$DOP = [(C * 100) / Cref] - 100$$

در این فرمول

C: غلظت عنصر غذایی در نمونه گیاهی که در نظر است نیاز کودی آن تعیین گردد

Cref: غلظت عنصر غذایی در گیاهی است که از لحاظ عملکرد و کیفیت در شرایط مطلوب قرار دارد ولی از لحاظ سایر شرایط مشابه شرایط

نمونه مجهول می‌باشد. در تفسیر نتایج حاصل از این روش دو قانون ساده وجود دارد.

الف) مقدار قدر مطلق شاخص انحراف از درصد بهینه اهمیت و یا شدت خروج از حالت تعادل را نشان می‌دهد، زیرا عدد صفر بیانگر حالت

تعادل و مقادیر بالای قدر مطلق شاخص انحراف از درصد بهینه نشان دهنده انحراف زیاد از حالت تعادل می‌باشند.

ب) برای هر عنصر مقدار منفی شاخص انحراف از درصد بهینه نشان دهنده حالت کمبود و مقدار مثبت نشان دهنده حالت زیادی آن عنصر

است.

این روش به عدم تعادل عناصر گیاه رتبه داده و ترتیب عدم تعادل را برای عناصر مختلف نشان می‌دهد.

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزارهای SPSS و Exell مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و حدود بهینه عناصر غذایی برگ در رقم

احمدآقایی و وضعیت تغذیه ای باغ‌های با عملکرد پایین در این رقم تجاری و مهم مشخص شد.

نتایج و بحث

نتایج برخی ویژگی‌های مهم کمی مدیریتی در باغ‌های عملکرد بالا و پایین در رقم احمدآقایی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که از نظر سن درختان، دور آبیاری و مقدار آب مصرفی باغ‌های انتخابی عملکرد بالا و پایین در یک رقم تفاوت معنی‌دار آماری ندارند. در واقع هدف این بود که باغ‌هایی انتخاب شوند که از نظر سن و خصوصیات کمی مدیریتی موثر بر وضعیت عناصر غذایی برگ نظیر دور آبیاری و مقدار آب مصرفی تفاوت معنی‌دار نداشته باشند و باغ‌هایی برای به دست آوردن حد بهینه عناصر غذایی (شاخص‌های روش انحراف از درصد بهینه) و اولویت کمبود عناصر غذایی در باغ‌های با عملکرد پایین استفاده شوند که تا حد ممکن از نظر بیشتر ویژگی‌های مهم مانند هم بوده و تفاوت آن‌ها در حاصلخیزی خاک و مدیریت تغذیه باشد. بنابراین از کل باغ‌های انتخاب شده در مرحله اول، تعدادی که دارای این ویژگی نبودند کنار گذاشته شدند.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های مهم کمی مدیریتی در باغ‌های عملکرد بالا و پایین در رقم احمدآقایی

ویژگی مدیریتی	نوع باغ	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
سن درختان (سال)	عملکرد بالا	۳۰/۵ a	۷/۵	۲۲	۳۸
دور آبیاری (روز)	عملکرد پایین	۲۹/۷ a	۷/۲	۲۴	۳۸
مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار در سال)	عملکرد بالا	۴۵a	۱۱/۵	۳۴	۵۰
	عملکرد پایین	۴۸a	۱۲/۹	۳۷	۵۵
	عملکرد بالا	۸۶۸۰a	۵۴۵	۶۷۵۰	۱۰۱۰۰
	عملکرد پایین	۸۴۹۵ a	۶۰۷	۶۲۲۰	۹۸۷۰

* در مورد هر ویژگی میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون t از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۲ درصد باغ‌ها را از نظر ویژگی‌های مهم کیفی مدیریتی مانند نوع کوددهی، انجام عملیات محلولپاشی و انجام عملیات مبارزه با علف هرز نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که مدیریت کوددهی، محلولپاشی و دفع علف‌های هرز در باغ‌های با عملکرد بالا بهتر بوده است به ویژه در مورد انجام محلولپاشی عناصر غذایی کلسیم، روی و منگنز اختلاف فاحشی بین درصد باغ‌های با عملکرد بالا و پایین وجود دارد به طوریکه باغ‌های با عملکرد بالا بیشتر از محلولپاشی این عناصر استفاده کرده‌اند. همچنین باغ‌های با عملکرد بالا بیشتر از نحوه کوددهی چالکود در مقایسه با روش کوددهی سطحی برای کودهای آلی و شیمیایی با کاربرد خاکی بر روی کودهای آلی استفاده نموده‌اند.

جدول ۲. وضعیت ویژگی‌های کیفی مدیریتی (برحسب درصد باغ‌ها) در باغ‌های عملکرد بالا و پایین در رقم احمدآقایی

نوع باغ	نوع کوددهی		انجام عملیات محلولپاشی					انجام عملیات مبارزه با علف هرز		
	چالکود	سطحی	کلسیم	آهن	روی	منگنز	مس	نامناسب	متوسط	خوب
عملکرد بالا	۸۵	۱۵	۲۰	۸۸	۵۱	۴۰	۷۲	۳۷	۴۳	۲۰
عملکرد پایین	۶۸	۳۲	۳	۷۲	۳۵	۱۷	۶۴	۴۵	۵۲	۳

میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر غلظت عناصر غذایی برگ در باغ‌های با عملکرد بالا در رقم احمدآقایی و در دو سال پرمحصول (ON) و کم محصول (Off) در جدول ۳ نشان داده شده است. از میانگین غلظت عناصر غذایی این باغ‌ها به عنوان ارقام استاندارد برای محاسبه شاخص‌های انحراف از درصد بهینه استفاده گردید (Montanes و همکاران ۱۹۹۳). حد بهینه در رقم احمدآقایی در سال پرمحصول (ON) برای عناصر نیتروژن ۲/۵، فسفر ۰/۱۷، پتاسیم ۱/۸، کلسیم ۲/۸، منیزیم ۱/۰ درصد و آهن ۱۲۰، منگنز ۵۵، روی ۲۳، مس ۹ و بور ۴۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک به-



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



دست آمد. برای همین رقم در سال کم محصول (Off) حد بهینه نیتروژن ۲/۱، فسفر ۰/۱۹، پتاسیم ۱/۹، کلسیم ۲/۵، منیزیم ۰/۸ درصد و آهن ۹۰، منگنز ۴۵، روی ۲۶، مس ۶ و بور ۵۰۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک تعیین شد.

جدول ۳. حدود مطلوب عناصر غذایی برگ براساس روش انحراف از درصد بهینه

عنصر غذایی	وضعیت سال آوری	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
نیتروژن (%)	سال پرمحصول (ON)	۲/۵	۰/۹	۱/۲۰	۳/۲
	سال کم محصول (OFF)	۲/۱	۰/۷	۱/۱۰	۳/۰
فسفر (%)	سال پرمحصول (ON)	۰/۱۷	۰/۴	۰/۰۹	۰/۲۱
	سال کم محصول (OFF)	۰/۱۹	۰/۵	۰/۱۰	۰/۲۶
پتاسیم (%)	سال پرمحصول (ON)	۱/۸	۰/۹	۰/۸۰	۲/۴
	سال کم محصول (OFF)	۱/۹	۰/۹	۰/۹۰	۲/۶
کلسیم (%)	سال پرمحصول (ON)	۲/۸	۰/۷	۱/۰۰	۲/۵
	سال کم محصول (OFF)	۲/۵	۰/۶	۰/۹۰	۲/۳
منیزیم (%)	سال پرمحصول (ON)	۱/۰	۰/۶	۰/۳۰	۱/۸
	سال کم محصول (OFF)	۰/۸	۰/۵	۰/۳۰	۱/۴
آهن (ppm)	سال پرمحصول (ON)	۱۲۰	۳۷	۸۶	۱۶۰
	سال کم محصول (OFF)	۹۰	۳۵	۷۸	۱۵۰
روی (ppm)	سال پرمحصول (ON)	۲۳	۹/۰	۸/۲	۳۱/۳
	سال کم محصول (OFF)	۲۶	۹/۵	۷/۸	۳۳/۸
منگنز (ppm)	سال پرمحصول (ON)	۵۵	۱۹/۰	۲۷/۵	۶۴/۸
	سال کم محصول (OFF)	۴۵	۱۷/۷	۲۲/۱	۵۹/۸
مس (ppm)	سال پرمحصول (ON)	۹	۲/۶	۴/۵	۱۱/۱
	سال کم محصول (OFF)	۶	۲/۱	۳/۷	۱۰/۲
بور (ppm)	سال پرمحصول (ON)	۴۲۰	۱۰۵	۲۸۷	۵۱۱
	سال کم محصول (OFF)	۵۰۰	۱۰۲	۲۶۶	۶۰۷

این تحقیق، اولین پژوهشی است که برای تعیین شاخص‌های روش انحراف از درصد بهینه، سال‌های کم محصول و پرمحصول به طور جداگانه در نظر گرفته شدند. در تنها تحقیق انجام شده قبلی که روی درختان پسته و در ۴۰ باغ بر روی رقم عباسعلی دامغان و با استفاده از روش انحراف از درصد بهینه انجام شده (اخسانی و همکاران، ۱۳۹۴) چنین تفکیکی انجام نشده است. این محققین غلظت بهینه عناصر غذایی در برگ باغ‌های پسته با عملکرد نسبی بالا برای عناصر پر مصرف ازت، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۱/۹۶، ۰/۱ و ۱/۵۳ درصد و برای عناصر کم مصرف آهن، منگنز، روی، مس و بور به ترتیب ۱۱۹ و ۱۲۴/۵، ۴۵/۱۱، ۳/۷، ۵/۱ و ۱/۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم تعیین کردند. حشمتی و ملکوتی (۱۳۷۷) در باغات با عملکرد بالا برای استفاده در روش دریس، غلظت مطلوب نیتروژن را ۲/۲ درصد، فسفر را ۰/۱۱ درصد، پتاسیم را ۱/۵ درصد، کلسیم را ۱/۷۰ درصد، منیزیم را ۰/۷ درصد، روی و آهن را به ترتیب ۳۰ و ۷۰ و منگنز را ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم و مس را ۸ میلی گرم بر کیلوگرم در برگ پسته گزارش کرده اند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش برای اولین بار غلظت بهینه عناصر غذایی برگ برای یک رقم مشخص پسته (احمدآقایی) و برحسب وضعیت سال آوری محصول (سال پرمحصول و کم محصول تعیین شد. نتایج نشان داد که حد بهینه غلظت عناصر غذایی در رقم احمدآقایی در سال پرمحصول (ON) برای عناصر نیتروژن ۲/۵، فسفر ۰/۱۷، پتاسیم ۱/۸، کلسیم ۲/۸، منیزیم ۱/۰ درصد و آهن ۱۲۰، منگنز ۵۵، روی ۲۳، مس ۹ و بور ۴۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک است. برای همین رقم در سال کم محصول (Off) حد بهینه نیتروژن ۲/۱، فسفر ۰/۱۹، پتاسیم ۱/۹، کلسیم ۲/۵، منیزیم ۰/۸ درصد و آهن



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



۹۰، منگنز ۴۵، روی ۲۶، مس ۶ و بور ۵۰۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک تعیین شد. این حدود بهینه می‌تواند برای تفسیر نتایج تجزیه برگ در جهت مدیریت تغذیه باغ‌های پسته رقم احمدآقایی که یکی از مهمترین ارقام تجاری پسته ایران بوده و سطح زیرکشت آن نیز رو به افزایش است، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- طباطبایی، س.ح.، نیشابوری، م.ر.، فرداد، ح. و لیاقت، ع.م. ۱۳۸۴. تأثیر مدیریت زراعی در زراعت ذرت بر مقدار نفوذ پایه خاک در آبیاری جویچه‌ای. مجله علوم خاک و آب، ۱۹ (۲)، ۲۶۲-۲۵۵.
- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره ۹۸۲، ۱۸۵ ص.
- حسینی فرد، س. ج. ۱۳۸۹. خاک و تغذیه. صفحات ۴۹۴-۴۲۰. در مهرنژاد، م. ر. و جوانشاه، ا. (تدوین‌کنندگان). سند راهبردی تحقیقات پسته ایران. نشر جمهوری.
- حشمتی رفسنجانی، م. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۷. تعیین پیش نرم‌های دریس برای نه عنصر غذایی در برگ پسته. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۹، ۳۴۵-۳۵۱.
- مستشاری، م. ۱۳۸۹. شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و تعیین حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در درختان زیتون استان قزوین. گزارش نهایی طرح به شماره ۳۹۶۵۴. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. تهران. ایران.
- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ چهارم با بازنگری کامل. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۱ صفحه.

- Halmark, W.B. and Beverly, R.B. 1991. Review-An update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. Journal of Fertilizer Issues, 8, 74-88.
- Montanes, L., Heras, L., Abadia, J. and Samz, M. 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from optimum percentage (DOP). J. Plant Nutrition, 16 (7), 1289-1308.
- Mourao Filho, F.A.A. 2004. DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. Sci. Agric. 61, 550-560.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Determination of optimum level for nutrients in pistachio leaf of Ahmadaghaee cultivar using DOP method

Hosseinfard, S. J. ^{*1}, Basirat, M. ², Sedaghati, N. ¹, Mohammadi Mohammadabadi, A. ³, Nikouei Dastjerdi, M. R. ³

¹ Assistant prof., Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

² Assistant prof., Soil and Water Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

³ MSc., Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

Abstract

Different methods have been proposed for the use of leaf analysis results in the diagnosis of nutritional status of the plant that in this research, a method called deviation from optimal percentage (DOP) was used to determine the optimum level of leaf nutrients in pistachio trees of a commercial cultivar of Ahmadaghaei in Kerman province. The current research was conducted in 247 pistachio orchards with Ahmadaghaei cultivar. Selected pistachio orchards were divided into two groups of high and low yields. In each selected orchard, leaf sampling and dry weight measurement were performed. The concentrations of leaf nutrients including nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper, manganese and boron were measured by leaf sampling at the end of July to early August and analyzed in the laboratory. After that, using the optimal percentage deviation method, the optimum nutrient content was determined in the leaf of Ahmadaghaei pistachio cultivar. Based on the results of calculations of this method, the optimum level in Ahmadaghaei cultivar in the ON year for nitrogen 2.5, phosphorus 0.17, potassium 1.8, calcium 8.2, magnesium 1.0%, iron 120, manganese 55, zinc 23, copper 9 and Boron 420 µg/g of dry matter were obtained. In Off year, the optimum level for nitrogen 2.1, phosphorus 0.19, potassium 1.9, calcium 2.5, magnesium 0.8%, iron 90, manganese 45, zinc 26, copper 6 and boron 500 µg/g of dry matter, were determined.

Keywords: Leaf analysis, ON year, OFF year

* Corresponding author, Email: hosseinfard@pri.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تاثیر کاربرد گوگرد بر pH و شکل های شیمیایی گوگرد در ریزوسفر گیاه ذرت

سید هرمز سجادی^۱، فرهاد مشیری^{۲*}، ریحانه معتضدی^۳، محمدرضا اردکانی^۴، عبدالامیر بستانی^۵،
^۱ کارشناس ارشد تحقیقات موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲ استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۳ دانش آموزخته دانشگاه شاهد، تهران، ایران
^۴ استاد دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی کرج، کرج، ایران
^۵ دانشیار دانشگاه شاهد، تهران، ایران

چکیده

در خاکهای آهکی فراهمی عناصر غذایی کم بوده و کاهش موضعی pH خاک موثر می باشد. در تحقیق حاضر تاثیر گوگرد بر pH محیط ریزوسفر گیاه ذرت در ریشه دان (رایزوباکس) در شرایط گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل سری خاک (طالخنچه، قاسم خانی، قزلق و زرینه رود) و سطوح مصرف گوگرد پودری معادل (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. خاک ریزوسفری در فواصل مختلف از ریشه برش داده شد و مقدار pH، سولفات محلول و گوگرد قابل جذب اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد مصرف گوگرد به طور میانگین سبب کاهش pH به میزان ۰/۵۶ واحد در محیط ریزوسفر گردید. میزان کاهش pH در تمام فواصل از ریشه یکسان بود و تفاوتی بین خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری از نظر میزان کاهش pH مشاهده نشد. میزان کاهش pH به نوع خاک بستگی داشت به گونه ای که بیشترین کاهش pH در خاک سری قاسم خانی مشاهده شد. با کاربرد گوگرد غلظت سولفات محلول تا ۳۰ برابر در فاصله ۳ میلی متری ریشه افزایش یافت. گوگرد قابل جذب نیز در محیط ریزوسفر با مصرف گوگرد افزایش قابل ملاحظه ای یافت.

کلمات کلیدی: کاهش pH، خاک آهکی، ریزوسفر، رایزوباکس

مقدمه

مهمترین ویژگی خاک های ایران آهکی بودن و pH بالای آنها (بین ۷/۵ تا ۸/۲) می باشد. pH نشان دهنده وضعیت شیمیایی کلی خاک بوده و در فرایندهای شیمیایی و بیوشیمیایی خاک موثر است (Jillard و همکاران، ۲۰۰۳). در این خاکها شکل محلول و قابل جذب عناصر غذایی از جمله فسفر و عناصر کم مصرف کمتر از مقدار لازم برای رشد و نمو مناسب گیاه می باشد. بسیاری از محققین سعی کرده اند تا با کاهش pH از قدرت تثبیت عناصر غذایی در این خاک ها بکاهند. مصرف گوگرد به ویژه همراه با باکتری های تیوباسیلوس با تولید اسید سولفوریک در خاک باعث کاهش pH می گردد (بشارتی و همکاران، ۱۳۷۹؛ نوروزی، ۱۳۹۷). کشور ایران که دارای منابع عظیمی از گوگرد، ماحصل پالایشگاه های نفت و گاز است که می توان با آن مشکل pH بالای خاک های زراعی کشور را بر طرف نمود. برای تغییر pH خاک های آهکی با قدرت بافری بالا نیاز به مصرف مقادیر زیادی از گوگرد می باشد. تغییر موضعی pH محیط ریزوسفر در اثر کاربرد گوگرد می تواند روشی اقتصادی برای رفع مشکلات ناشی از pH بالا باشد. pH محیط ریزوسفر به دلیل تاثیر ترشحات ریشه ای در اغلب موارد کمتر از توده خاک است (Hinsinger و همکاران، ۲۰۰۹). کاربرد گوگرد بر تغییر شکل های شیمیایی آن در محیط ریزوسفر موثر بوده و این اثرات با توده خاک متفاوت است (Cao و Schung، ۲۰۰۲). مساله اساسی میزان و شدت تغییر pH محیط ریزوسفر در خاک های با قدرت بافری متفاوت در اثر کاربرد گوگرد می باشد. در این صورت مدیریت محیط ریزوسفر به عنوان روشی جایگزین و اقتصادی به جای اختلاط گوگرد با کل توده خاک می تواند مطرح گردد. مطالعات اندکی در رابطه با اثر گوگرد و تیوباسیلوس بر تغییرات pH در محیط ریزوسفر و در فواصل مختلف از ریشه وجود دارد. بنابراین تحقیق حاضر با بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر تغییر pH ناحیه ی ریزوسفر گیاه ذرت در خاک های آهکی با قدرت بافری متفاوت انجام گرفت.

مواد و روش ها

براساس اطلاعات موجود در موسسه تحقیقات خاک و آب، چهار سری خاک آهکی از استان های اصفهان، خراسان رضوی، گلستان و آذربایجان غربی انتخاب و از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری نمونه برداری شد (جدول ۱). نمونه ها پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. آزمایش گلخانه ایی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل، نوع خاک و سطوح مصرف گوگرد پودری معادل (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار در سال ۱۳۹۵ انجام شد. برای این بررسی از ریشه دان (Rhizobox) شامل دو بخش خاک - گیاه (بالایی) و خاک

* ایمیل نویسنده مسئول: fmoshiri@swri.ir



ریزوسفری (پایینی) استفاده شد (Wenzel و همکاران، ۲۰۰۱). خاک ها با گوگرد و مایه تلقیح *تیوباسیلیوس Halothiobacillus neapolitanus* تهیه شده از بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب تیمار شد. تعداد ۳ عدد بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در بخش خاک- گیاه ریشه دان کشت شد (شکل ۱). طول دوره روز در گلخانه ۱۶ ساعت و دما در محدوده ۲۴-۲۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید. برای آبیاری از فتیله های با قدرت جذب آب بالا که از یک طرف به خاک و از طرف دیگر به طرف آب متصل بود انجام شد (شکل ۱). سطح آب به طور روزانه کنترل و تا حد ۳/۴ ظرفیت ظرف ثابت نگه داشته شد. عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک به میزان ۲۰۰ میلی گرم نیتروژن از منبع اوره، ۵۰ میلی گرم فسفر از منبع مونو پتاسیم فسفات و ۱۴ میلی گرم آهن از منبع سبکترین آهن به صورت محلول قبل از کشت و در طول دوره رشد گیاه مصرف گردید. پس از گذشت ۸ هفته و تشکیل صفحه ریشه ای متراکم، گیاهان از محل طوقه قطع شدند. ریشه گیاهان از خاک جدا شده وزن خشک اندام هوایی و ریشه اندازه گیری گردید. خاک ریزوسفری به کمک دستگاه برش طراحی شده توسط Fitz و همکاران (۲۰۰۳) در همان رطوبت طبیعی در امتداد سطح ریشه، در فواصل یک میلی متری تا فاصله ۵ میلی متر برش داده شد (شکل ۲). باقیمانده خاک به عنوان خاک غیر ریزوسفری یا توده خاک در نظر گرفته شد (شکل ۲). در نمونه خاک های ریزوسفری برای اندازه گیری pH و EC از عصاره ۱:۲/۵ استفاده شد. سولفات محلول در همین عصاره و به روش کدورت سنجی اندازه گیری شد. گوگرد قابل جذب به روش عصاره گیری با سولفات کلسیم (علی احیایی و بهبهانی، ۱۳۸۲) و گوگرد کل در اندام هوایی به روش هضم با آب اکسیژنه و پرکلریک اندازه گیری شد. آنالیز و تحلیل داده ها به روش ANOVA با نرم افزار SAS و تهیه نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

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

بافت	گوگرد قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم (معادل درصد)	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)		مختصات جغرافیایی		سری خاک	استان
				pH	الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	عرض شمالی	طول شرقی		
لوم شنی	۱۰/۲۵	۰/۰۶	۸۴/۲	۰/۱۶	۸/۴۷	۵۱°۲۶/۹۸۵'	۳۲°۲۳/۵۷۵'	طالخنچه	اصفهان
لوم	۱۲/۷۵	۰/۲۲	۴۵/۸	۰/۲۷	۸/۷۵	۵۷°۱۷/۲۷۲'	۳۶°۵۵/۰۸۲'	قاسم خانی	خراسان رضوی
رس سیلتی	۷/۵	۰/۲۶	۱۳/۵	۰/۲۶	۸/۲۵	۵۴°۲۴/۵۹۲'	۳۷°۰۷/۵۰۷'	قزلق	گلستان
لوم	۱۹/۰	۱/۲۹	۱۴	۰/۳۶	۸/۱۶	۴۶°۳۳/۵۶۱'	۳۶°۴۰/۱۱۲'	زرینه رود	آذربایجان غربی

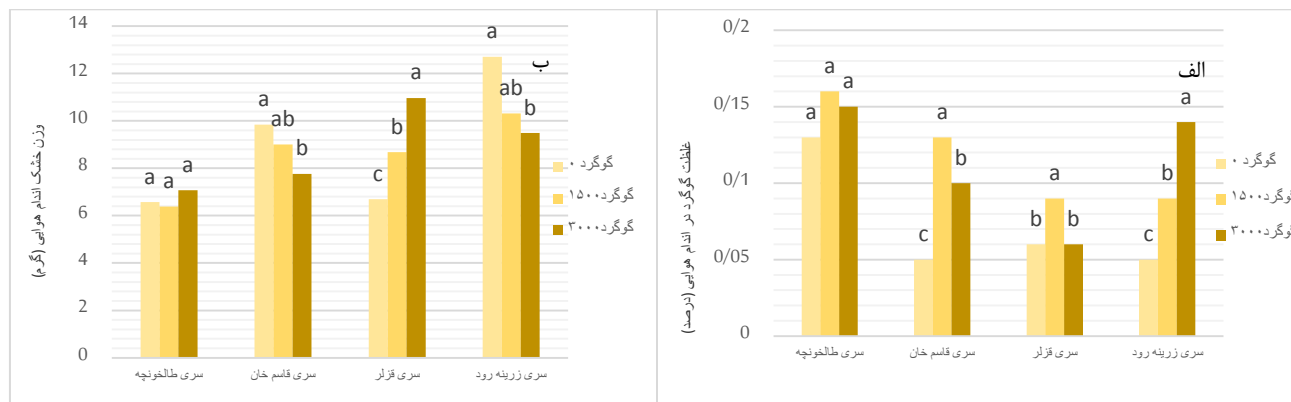


شکل ۲- نمایی از ابزار برش خاک

شکل ۱- نمایی از آزمایش ریشه دان در گیاه ذرت در گلخانه

نتایج و بحث

اثر گوگرد بر وزن خشک اندام هوایی ذرت بسته به نوع خاک متفاوت بود در خاک سری قزلر مصرف گوگرد باعث افزایش وزن خشک گردید. در حالی که در خاک سری قاسم خان و زرینه رود مصرف گوگرد با کاهش وزن خشک اندام هوایی همراه بود. گوگرد اثری بر وزن خشک و غلظت گوگرد در خاک سری طالخونچه نداشت. در حالی که در سایر خاک ها مصرف گوگرد سبب افزایش معنی دار غلظت در اندام هوایی ذرت گردید. متوسط عملکرد ماده ی خشک اندام هوایی ذرت در شرایط عدم مصرف گوگرد ۸/۶۲ گرم بود. با مصرف معادل ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار این میزان به ترتیب به ۸/۶۰ و ۸/۸۲ گرم رسید (شکل ۳). رشیدی و کریمیان (۱۳۷۸) نشان دادند که گوگرد تا سطح ۵ هزار میلی گرم در کیلوگرم بر وزن خشک ذرت تاثیری نداشته ولی در سطح ۱۰ هزار میلی گرم در کیلوگرم خاک باعث افزایش وزن خشک به میزان ۲۰ درصد شد. بشارتی و همکاران (۱۳۸۵) اعلام کردند گوگرد سبب افزایش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه ذرت در خاک آهکی می شود. کاهش قابل ملاحظه وزن خشک ذرت در اثر کاربرد گوگرد تا ۷/۵ تن در هکتار توسط خادم و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است.



شکل ۳- اثر مصرف گوگرد بر وزن خشک (الف) و غلظت گوگرد (ب) در اندام هوایی گیاه ذرت در هر یک از خاکهای مورد مطالعه

افزودن گوگرد سبب کاهش pH در خاک ها گردید. در تمام فواصل از ریشه، با مصرف گوگرد کاهش معنی دار pH معنی دار مشاهده شد. (جدول ۲). کمترین میزان کاهش pH در فاصله دو میلیمتری مشاهده شد. در فاصله یک میلیمتری از ریشه pH ریزوسفر در تمام خاک ها به جز زرینه رود مجدد افزایش نشان داد. این امر احتمالاً ناشی از تجمع کاتیونهای محلول به ویژه کلسیم در محیط اطراف ریشه به دلیل اختلاف سرعت جذب این کاتیون ها نسبت به سرعت انتشار آنها به سمت ریشه به ویژه در خاکهای آهکی می باشد. در تمام فواصل از ریشه با مصرف گوگرد pH خاک به طور معنی داری کاهش یافت. اثر گوگرد در کاهش pH خاک وابسته به فاصله از ریشه نبود. مقدار کاهش pH ناشی از مصرف گوگرد در تمام فواصل یکسان بود.



Zheng و همکاران (۲۰۱۱) نیز اثر محدود گوگرد بر کاهش pH در خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری را در گیاه کلزا گزارش نمودند. بیشترین کاهش pH به میزان ۰/۷۴ واحد با مصرف معادل ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در خاک های سری قاسم خانی و زرينه رود بود. کاهش pH در خاک سری قزلبا با ۰/۲ واحد کمترین مقدار بود. این امر احتمالاً ناشی از میزان رس خاک می باشد. خاک های سری قاسم خانی و زرينه رود با بافت لومی میزان رس کمتری نسبت به خاک قزلبا با بافت رسی سیلتی دارند. رس با جذب کاتیون ها و هیدروژن بر قدرت بافری اثرگذار است و خاک های سبکتر مقاومت کمتری در برابر کاهش pH دارند. مقدار و نوع رس در قدرت بافری pH خاک تاثیر بسزایی دارند (Wang و همکاران، ۲۰۱۵). به نظر می رسد در خاک های مورد مطالعه نقش رس در قدرت بافری خاک بیش از مقدار کربنات کلسیم خاک ها می باشد. در خاک طالخونچه علی رغم کربنات کلسیم بالا (۸۴/۲ درصد) کاهش pH خاک در اثر مصرف گوگرد بیش از خاک قزلبا با کربنات کلسیم پایین (۱۳/۵ درصد) بود. این خاک با بافت لوم شنی مقدار رس کمتری نسبت به خاک قزلبا دارد.

صرف نظر از نوع خاک و فاصله از ریشه در تمامی خاک ها با افزایش مصرف گوگرد غلظت سولفات محلول افزایش یافت (جدول ۳). در تمامی سری خاکها، در شرایط عدم مصرف گوگرد، مقدار سولفات محلول در فاصله یک میلی متری ریشه بیش از دیگر فواصل بود. با افزایش میزان مصرف گوگرد مقدار سولفات محلول در خاک افزایش یافت. بیشترین میزان افزایش غلظت سولفات محلول در خاک سری قاسم خانی و در فاصله سه میلیمتری از ریشه به میزان ۵۷ برابر اتفاق افتاد. تاثیر کاربرد گوگرد بر افزایش غلظت سولفات با افزایش فاصله از ریشه بیشتر شد. به گونه ای که به طور میانگین مصرف معادل ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد غلظت سولفات را در فاصله یک تا سه میلیمتری به میزان ۳۰ برابر و در فاصله بیش از پنج میلیمتری به میزان ۱۶ برابر افزایش یافت در حالی که این افزایش در فاصله یک میلیمتری ۱۰ برابر بود.

جدول - ۲ اثر مصرف گوگرد بر pH خاک در فواصل مختلف از ریشه در سری خاک های مورد مطالعه

نوع خاک				
مصرف گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	سری طالخونچه	سری قاسم خان	سری قزلبا	سری زرينه رود
۰	۸/۲۳a	۸/۳۱a	۸/۰۴bc	۸/۱۸a
۱	۷/۶۷cdefg	۷/۸۲bc	۷/۷۵efgh	۷/۸۴cde
۳۰۰۰	۷/۵۶efg	۷/۵۷efg	۷/۸۳def	۷/۴۴g
۰	۷/۹۱bc	۷/۹۴b	۷/۸۲def	۸/۰۹ab
۱۵۰۰	۷/۵۱fg	۷/۵۴fg	۷/۶۰hI	۷/۷۵def
۳۰۰۰	۷/۴۴g	۷/۴۳g	۷/۴۴I	۷/۴۷g
۰	۸/۳۵a	۷/۹۶b	۸/۲۳a	۸/۲۰a
۱۵۰۰	۷/۸۰cde	۷/۸۳bc	۷/۸۵de	۸/۰۱abc
۳۰۰۰	۷/۸۴cd	۸/۲۳a	۷/۶۶fgh	۷/۶۰fg
۰	۸/۲۵a	۸/۲۸a	۸/۱۹ab	۸/۱۱ab
۱۵۰۰	۷/۷۴cdef	۷/۸۳bc	۷/۸۴de	۷/۹۴bcd
۳۰۰۰	۷/۵۳fg	۷/۶۳def	۷/۶۰hI	۷/۵۵fg
۰	۸/۱۳ab	۸/۲۰a	۸/۱۹ab	۸/۱۴ab
۱۵۰۰	۷/۸۱cde	۷/۹۴b	۷/۹۷cd	۸/۰۵ab
۳۰۰۰	۷/۶۳defg	۷/۶۹cde	۷/۶۶fgh	۷/۷۳ef
۰	۸/۲۱a	۸/۲۸a	۸/۱۱abc	۸/۰۷ab
۱۵۰۰	۷/۵۶efg	۷/۷۶cd	۷/۷۸efg	۷/۸۲cde
۳۰۰۰	۷/۴۷g	۷/۴۹fg	۷/۶۴gh	۷/۵۱g

در هر ستون اعداد با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند.

با مصرف گوگرد، گوگرد قابل جذب در خاک افزایش یافت (جدول ۴). در شرایط عدم مصرف گوگرد، گوگرد قابل جذب به طور قابل ملاحظه ای در نزدیک به ریشه افزایش یافت. در شرایط معادل ۳۰۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار غلظت گوگرد قابل جذب در فاصله سه میلیمتری ریشه با بیشترین افزایش همراه بود. این افزایش در خاک زرينه رود بیشترین مقدار بود.

جدول ۳- اثر مصرف گوگرد بر میزان سولفات محلول (میلی اکی والان بر لیتر) خاک در فواصل مختلف ریشه در خاک های مورد مطالعه

سری زرينه رود	نوع خاک			مصرف گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	فاصله از ریشه (میلی متر)
	سری قزلر	سری قاسم خانی	سری طالخونچه		
۵/۱۶e	۷/۷۳d	۵/۹۸c	۱۶/۱۴e	۰	۱
۳۶/۹۷d	۳۹/۷۲c	۴۲/۱۹b	۳۳/۲۱d	۱۵۰۰	
۷۲/۰۲b	۷۲/۵۴a	۷۲/۹۹a	۷۴/۹۶a	۳۰۰۰	
۲/۰۹e	۴/۲۱d	۱/۲۰c	۳/۰۷f	۰	۳
۳۴/۱۸d	۳۵/۷۴c	۳۶/۰۹b	۴۸/۸۹c	۱۵۰۰	
۶۱/۹۷c	۷۴/۰۵a	۶۸/۱۳a	۶۰/۱۰b	۳۰۰۰	
۵/۲۵e	۵/۹۹d	۴/۱۶c	۴/۱۴f	۰	>۵
۱۰۰/۰۷a	۴۱/۷۵c	۳۷/۰b	۳۹/۹۳cd	۱۵۰۰	
۵۴/۱۶c	۵۸/۹۷b	۷۶/۲۳a	۷۵/۳۴a	۳۰۰۰	

در هر ستون، اعداد با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۴- اثرات متقابل فاصله از ریشه و سطوح مصرف گوگرد بر گوگرد قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) در سری خاک های مورد مطالعه

سری زرينه رود	نوع خاک			مصرف گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	فاصله از ریشه (میلی متر)
	سری قزلر	سری قاسم خانی	سری طالخونچه		
۱۲/۵۰e	۱۷/۰۸e	۲۶/۶۷ed	۲۵/۶۳d	۰	۱
۱۱۰/۸۲d	۱۴۳/۷۵b	۱۰۳/۷۵b	۱۳۹/۱۷b	۱۵۰۰	
۲۹۱/۲۵a	۱۸۷/۵۰a	۱۶۸/۷۵a	۲۷۵/۸۳a	۳۰۰۰	
۵e	۱۳/۷۵e	۱۶/۸۸ed	۲۷/۵۰d	۰	۳
۱۰۵d	۱۴۳/۷۵b	۷۱/۸۸c	۹۵/۶۳bc	۱۵۰۰	
۲۵۵b	۱۶۳/۱۳b	۱۶۱/۲۵a	۲۶۰a	۳۰۰۰	
۱۰/۸۳e	۱۲/۹۲e	۶/۲۵e	۱۵d	۰	>۵
۱۱۲/۵۰d	۶۳/۷۵d	۴۲/۵۰d	۸۲/۰۸c	۱۵۰۰	
۱۷۹/۵۸c	۱۱۲/۵۰c	۱۱۹/۱۷b	۹۸/۷۵bc	۳۰۰۰	

در هر ستون، اعداد با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان داد که در تمام خاکها کاربرد گوگرد سبب کاهش معنی دار pH خاک گردید. کاهش pH خاک ناشی از مصرف گوگرد تحت تاثیر ریزوسفر گیاه ذرت قرار نگرفت و بیشتر متاثر از میزان مصرف گوگرد بود. روند افزایش سولفات در محلول خاک ناشی از کاربرد گوگرد در نزدیک ریشه کمتر از فواصل دورتر از ریشه بود. مصرف گوگرد باعث افزایش گوگرد قابل جذب خاک گردید. افزایش گوگرد قابل جذب در محیط نزدیک به ریشه (کمتر از ۳ میلی متر) بیشتر از محیط دور از ریشه (بیش از ۵ میلی متر) بود که نشان می دهد گوگرد قابل جذب با مصرف گوگرد در خاک بیشتر در محیط ریزوسفر تجمع پیدا کرده است.



فهرست منابع

- علی احيایي، م. و بهبهانی، ع. ا. ۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- بشارتی، ح.، کریمی نیا، آ.، صالح راستین، ن.، یخچالی، ب.، خاوازی، ک. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. شناسایی تیوباسیلوس بومی ایران و ارزیابی تأثیر آنها در کاهش پ.هاش خاک. مجله علوم خاک و آب، ویژه نامه بیولوژی، ۱۲، ۷۳-۸۵.
- بشارتی کلایه ح.، خاوازی، ک.، و نورقلی پور، ف. ۱۳۸۵. بررسی کارآیی گوگرد و مایه تلقیح باکتری های جنس تیوباسیلوس بر جذب عناصر غذایی و عملکرد ذرت در یک خاک آهکی. مجله علوم خاک و آب، ۲۰، ۲۴۹-۲۶۲.
- رشیدی، ن. و نجفعلی، ک. ۱۳۷۸. تأثیر گوگرد و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت در یک خاک آهکی. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، مشهد، ایران.
- نوروزی، س.، سهرابی، ا.، خاوازی، ک. و متین فر، حمیدرضا. ۱۳۹۷. تاثیر مصرف گوگرد بر روند تغییرات pH و قابلیت جذب فسفر خاک در گندم. نشریه زیست شناسی خاک، ۶، ۲۹-۴۲.
- Cao, Z. H., and E. Schnug. 2002. Effect of crop growthon distribution and mineralization of soil sulfur fractions in the rhizosphere. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165, 249-254
- Fitz, W. J., W. W. Wenzel, G. Wieshammer and B. Istenic. 2003. Microtome sectioning causes artifacts in rhizobox experiments. *Plant and Soil*, 256: 455-462.
- Hinsinger, P., A. G. Bengough, D. Vetterlein, and I. M. Young. 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. *Plant and Soil* 321, 117-152.
- Jaillard, B., C. Prassard, and P. Hinsinger. 2003. Measurement of H⁺ fluxes and concentrations in the rhizosphere. p. 231-266. In Z. Rengel, (ed.) *Handbook of soil acidity*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Zheng A, et al. 2011. The effect of different rates and forms of sulphur applied on soil microbial biomass and activity. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9, 898-906.
- Wang, X., Tang, C., Mahony, S., Baldock, J. A., and Butterly, C. R. 2015. Factors affecting the measurement of soil pH buffer capacity: approaches to optimize the methods. *European Journal of Soil Science*, 66, 53-64.
- Wenzel, W. W., Wieshammer, G., Fitz, W. J., and Puschenreiter, M. 2001. Novel rhizobox design to assess rhizosphere characteristics at high spatial resolution. *Plant and Soil*, 237, 37-45.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of Sulphur Application on pH and Chemical Forms of Sulphur in the Rhizosphere of Maize

Sajadi¹, S. H., Moshiri^{*2}, F., Motazedi³, R. Ardakani⁴, M. R., Bostani⁵, A. A.

¹ Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

² Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

³ Graduate student, Shahed university

⁴ Professor, Department of agronomy and plant breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

⁵ Associate Prof., Soil Science Department, Shahed University

Abstract

In calcareous soils, availability of nutrients is low and localized reducing the soil pH can be effective. In the present study, the effect of sulfur on the pH changes of the maize rhizosphere in greenhouse conditions was assessed by rhizobox technics. Treatments were arranged in completely randomized design with factorial manner Four soils (Talhkhonche, Ghasem Khani, Ghezlar and Zarrinehroud) were treated with three levels of Sulfur (0, 1500 and 3000 kg ha⁻¹) in three replications. Rhizosphere soil was cut at different intervals from the root surface and pH values, dissolved sulfur and available sulfur were measured. The results showed that the consumption of sulfur resulted in a pH reduction of 0.56 units in rhizosphere. The pH reduction was the same at all distances from the root, and the difference between rhizospheric and non-rhizospheric soil was not observed for pH reduction. pH decline was related to soil type. The highest pH decreased was observed in Ghasem Khani soil. With the application of sulfur, the concentration of soluble sulfate increased up to 30 times at 3 mm root. The available sulfur also increased significantly in the rhizosphere environment with sulfur consumption.

Keywords: pH reduction, Calcareous soils, rhizosphere, Rhizob

* Corresponding author, Email: fmoshiri@swri.ir



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

بررسی اثر مواد آلی مختلف بر مقدار فسفر و روی قابل دسترس در خاک

بهاره کیانی^{۱*}، مجید فکری^۲، ابوالفضل خادمی جلگه نژاد^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

گرما کافت ماده آلی و تبدیل آن به بیوچار و ترکیب با خاک سبب بهبود حاصلخیزی خاک و ترسیب کربن گامی موثر در جهت افزایش تولید در واحد سطح می باشد. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر ماده خام اولیه و بیوچار های تولید شده بر مقدار فسفر و روی قابل جذب در خاک بوده که به صورت طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار شامل تیمارهای منابع آلی به میزان ۲٪ در ۷ سطح (شاهد، کود مرغی، بیوچار کود مرغی، پوست سخت گردو، بیوچار پوست سخت گردو، خاک اره و بیوچار خاک اره) انجام شد. تیمار با خاک گلدانها مخلوط گردید و گلدانها به مدت ۴۵ روز در شرایط گلخانه‌ای با دمای متوسط روزانه 30 ± 5 و شبانه 16 ± 5 درجه سانتی‌گراد در رطوبت ظرفیت زراعی خوابانیده شدند. سپس بذر سورگوم علوفه ای کاشته شد. نتایج نشان داد بیوچارهای تولید شده از منابع آلی مختلف بر میزان pH خاک اختلاف معنی داری نداشتند. اما خاک‌های تیمار شده با بیوچار سبب افزایش معنی دار EC شدند و کاربرد بیوچار سبب افزایش معنی دار فسفر و روی قابل استفاده خاک گردید و بیوچار کود مرغی به دلیل غنی تر بودن عناصر غذایی اثر بهتری بر حاصلخیزی و دسترسی عناصر غذایی خاک داشته است.

کلمات کلیدی: بیوچار، ماده آلی، عناصر غذایی، مدیریت بقایا

مقدمه

عدم مدیریت صحیح مصرف کودهای شیمیایی و کمبود ماده آلی در خاک سبب آلودگی منابع آب و خاک و برهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک شده است. استفاده از کودهای آلی امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۳). کود های آلی حاوی مقادیر مناسبی فسفر هستند. یکی از انواع منابع آلی، کود مرغی است که از نظر حاصلخیزی حائز اهمیت بوده و می تواند حتی جانشین کود های شیمیایی شود (Warren et al., 2006). پوست چوبی گردو که به عنوان ضایعات پس از جدا کردن مغز آن بدست می آید در داخل کشور بیشتر آن را در جهت سوزاندن استفاده کرده اند و البته با توجه به خصوصیات بسیار منحصر بفرد این پوست در صنایع کشاورزی به عنوان ماده اولیه برای تولید کربن فعال می تواند استفاده می شود (کاغذ چی و همکاران، ۱۳۸۰). کاربرد بقایای گیاهی در خاک، یک برنامه مدیریتی مناسب محسوب می شود، زیرا علاوه بر نقش حفاظتی آن، در اثر تجزیه این بقایا، میزان قابل توجهی ماده آلی به خاک وارد می شود. بیوچار مقاوم به تجزیه بوده (Singh et al., 2010) کودهای آلی دیگر به دلیل تجزیه سریع، اثر آنها پس از گذشت مدت زمان نسبتا کوتاهی به شدت کاهش یافته و یا تقریبا از بین می رود. لذا کشاورزان ملزم به مصرف مداوم و سالیانه این مواد در خاک هستند. (Havlin et al., 2005). و همچنین . بیوچار دارای صرفه اقتصادی، مدیریت سیستم پسماند و عاملی بلند مدت برای ترسیب اقتصادی و مطمئن کربن است (Sohi et al., 2010). با توجه به اهمیت ماده آلی در خاک به عنوانیک ماده افزودنی موثر در بهبود ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک (Vaccari et al., 2011) پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر بیوچارها ی مختلف در افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه خاک مورد آزمایش از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان از عمق ۰-۳۰ سانتی متر نمونه برداری شد آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۷ سطح (کود مرغی (M)، پوست سخت گردو (W)، خاک اره (S)، بیوچار کود مرغی (B.M)، بیوچار پوست سخت گردو (B.W) و بیوچار خاک اره (B.S) به میزان ۲ درصد وزنی و تیمار بدون ماده آلی به عنوان شاهد). تیمارها به مقدار ۲ درصد وزنی به خاک اضافه و مخلوط گردید و نهایتا داخل گلدان‌های پلاستیکی ۴ کیلوگرمی ریخته شدند. سپس گلدان‌ها را به مدت ۴۵ روز در شرایط گلخانه‌ای با دمای متوسط روزانه 30 ± 5 و متوسط شبانه 16 ± 5 درجه سانتی‌گراد و رطوبت در حد ظرفیت زراعی نگهداری شدند. پس از ۴۵ روز خوابانیدن، بذر گیاه سورگوم رقم علوفه‌ای (Moench (L) Sorghum bicolor) در هر گلدان کشت شد. آبیاری با آب مقطر و بر اساس ۲۵



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



درصد تخلیه ظرفیت زراعی انجام شد. پس از سبز شدن، تعداد گیاهچه‌های سورگوم به ۶ عدد تقلیل یافت. دو ماه پس از کاشت، برداشت گیاه سورگوم انجام شد و مقداری از خاک هر گلدان جمع آوری و خصوصیات شیمیایی تعیین شد. برای تهیه بیوچار از سه نوع ماده آلی (ضایعات چوب نجاری، ضایعات باغ گردو و کود مرغی). این ضایعات آسیاب شده و درون محفظه تولید بیوچار قرار داده شد. از کوره الکتریکی به منظور تهیه بیوچار استفاده شد، و برای عاری کردن سیستم از اکسیژن شیر مربوط به گاز N_2 با درصد خلوص ۹۹/۹۹ تنها به مدت ۵ دقیقه با جریان مشخص (۵ لیتر در دقیقه) به درون محفظه هدایت شده و بعد از ۵ دقیقه شیر خروجی گاز N_2 را بسته و راکتور راه اندازی می‌شود. بیوچارها برای تولید در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس و با زمان ماندگاری ۲ ساعت در شرایط عدم اکسیژن از پوست سخت گردو و کود مرغی و خاک اره تهیه شدند. پس از انجام فرایند گرما کافت و تولید بیوچارهای مد نظر، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها به روش‌های معمول اندازه گیری شد. داده های حاصل از آزمایش‌ها توسط نرم افزار SAS تحلیل آماری شد و نمودارهای مربوط با برنامه EXCEL رسم و نتایج تفسیر گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ماده‌آلی اولیه و بیوچارهای مصرفی مورد مطالعه به ترتیب در جدول ۱، ۲، و ۳ نشان داده شده است. بافت این خاک لوم شنی بوده و عامل شوری در این خاک محدود کننده نیست، pH آن ۷/۶ می باشد و میزان ماده آلی ۰/۲۵ درصد می باشد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک قبل از آزمایش

ویژگی	واحد	مقدار
pH	-	۷/۶
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع	دسی زیمنس بر متر	۳/۲
کربنات کلسیم معادل	درصد	۱۹
ظرفیت تبادل کاتیونی	سانتی مول در کیلوگرم	۸/۶
نیتروژن کل	درصد	۰/۰۲
کربن آلی	درصد	۰/۲۵
فسفر قابل استفاده	میلی گرم بر کیلوگرم	۵/۵
روی قابل عصاره گیری با DTPA	میلی گرم بر کیلوگرم	۰/۴۲
رس	درصد	۱۵
سیلت	درصد	۲۷
شن	درصد	۵۸

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی ماده اولیه مورد استفاده

ویژگی	واحد	کود مرغی	خاک اره	پوست چوبی گردو
pH	-	۷/۸۴	۷/۱	۷/۴
EC	دسی زیمنس بر متر	۶/۰۳	۳/۲	۳/۹
کربن آلی	درصد	۲۵	۲۸	۳۳
نیتروژن کل	درصد	۰/۹	۰/۰۱	۰/۰۳
فسفر	درصد	۰/۵	۰/۰۱	۰/۰۲
روی	میلی گرم بر کیلو گرم	۵۳۸	۶	۸

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی بیوچارهای مورد آزمایش

ویژگی	واحد	بیوچار کود مرغی	بیوچار خاک اره	بیوچار پوست چوبی گردو
pH	-	۸/۳	۷/۹	۸/۱
EC	دسی زیمنس بر متر	۶/۶	۵/۹	۶/۳
کربن آلی	درصد	۳۸	۴۱	۴۵/۳
نیتروژن کل	درصد	۱/۱	۰/۰۶	۰/۰۸
فسفر	درصد	۰/۸	۰/۰۳	۰/۰۵
روی	میلی گرم بر کیلو گرم	۷۲۱	۱۰	۱۲

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات اندازه گیری شده (P و Zn) قابل جذب در خاک

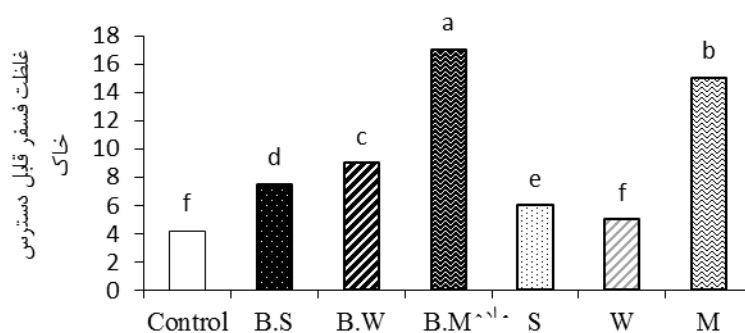
منابع تغییرات		درجه آزادی	
منابع ماده آلی (a)	۶	Zn	۲/۴۱*
خطای کل	۶۲	P	۴/۴۳**
ضریب تغییرات	-		۲۱/۳۹
			۰/۷۷
			۵۰/۰۶

** و * به ترتیب در سطح یک و ۵ درصد معنی دار است، NS معنی دار نیست.

۱- فسفر

نتایج نشان داد تیمارهای ماده آلی افزایش معنی داری ($p < 0.01$) بر مقدار فسفر قابل دسترس در خاک داشته است (جدول ۴). کاربرد بیوچار کود مرغی سبب افزایش ۴ برابری، کود مرغی افزایش ۳/۵ و بیوچار خاک اره ۲ برابر افزایش در مقدار فسفر قابل دسترس خاک نسبت به تیمار شاهد شده است، نسبت به تیمار شاهد شده است. (شکل ۱). دلیل کاهش مقدار فسفر خاک شاهد احتمالاً در اثر آهکی بودن خاک و تبدیل فسفر قابل استفاده به ترکیبات کم محلول آن مانند دی کلسیم فسفات، اکتا کلسیم فسفات، تری کلسیم فسفات و نهایتاً آپاتیت نسبت داد (نوربخش و همکاران ۱۳۷۶). افزایش حلالیت فسفر موجود در ساختار زیست توده در اثر افزایش حرارت در افزایش فراهمی این عنصر در خاک مؤثر است (Steiner *et al.*, 2007). همچنین در تحقیقی که توسط گاندل و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شد، دریافتند که سوختن یا زغال شدن مواد آلی تا حد زیادی می تواند سبب افزایش فراهمی فسفر بواسطه متصاعد شدن و شکستن پیوندهای فسفر آلی، و در نتیجه باقیماندن نمک های محلول فسفر همراه با مواد بیوچار شده گردد (Gundale and DeLuca, 2006). از طرفی این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش قابلیت هدایت الکتریکی و غلظت فسفر در بیوچار تولیدی نسبت به زیست توده اولیه می باشد، که از مهمترین مشخصه های کود مرغی و بیوچارهای تهیه شده از آن است (حلاج نیا و همکاران، ۱۳۸۵). ضمن اینکه افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها در اثر افزودن بیوچار به خاک در افزایش فراهمی فسفر مؤثر می باشد (Steiner *et al.*, 2008a). عموماً بیوچارهای تولیدی از فضولات حیوانی دارای محتوای فسفر زیادی هستند (Chan and Xu, 2009). از طرفی می توان دلیل افزایش مقدار فسفر قابل

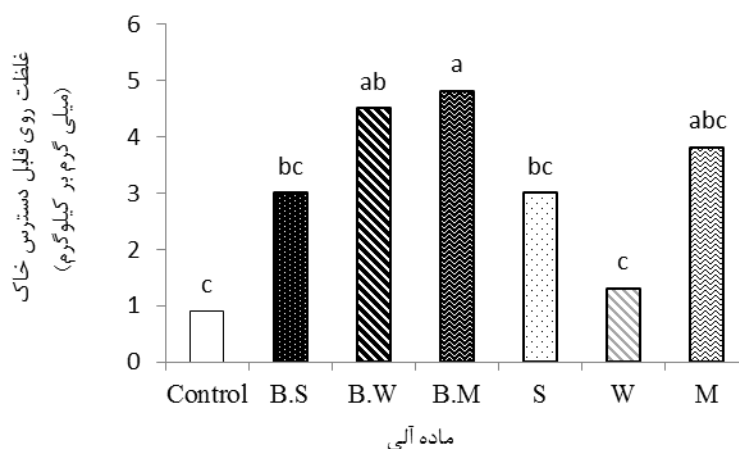
دسترس خاک در تیمار بیوچار پوست سخت گردو را به سطح ویژه بالای بیوچار که عموماً از شن و رس بالاتر است نسبت داد که منجر به چسبیدن یون فسفات به سطح ذرات بیوچار می شود و مقدار فسفر قابل دسترس خاک را افزایش می دهد (Kolb, 2007). و نتایج تحقیق حاضر با یافته های (Singh and Jones, 1976) مطابقت دارد.



شکل ۱: اثر تیمارهای ماده آلی و بیوچارهای مختلف بر غلظت فسفر قابل دسترس خاک در پایان دوره آزمایش (پوست سخت گردو (W)، کود مرغی (M)، خاک اره (S)، بیوچار پوست سخت گردو (B.W)، بیوچار کود مرغی (B.M)، بیوچار خاک اره (B.S)) (حروف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح آماری یک درصد هستند، هر ستون میانگین ۹ عدد است).

۲- روی

اثر تیمار کود مرغی و بیوچار کود مرغی در پایان دوره آزمایش بر غلظت روی قابل دسترس خاک در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است (جدول ۴). خاک های تیمار شده با بیوچار کود مرغی و کود مرغی دارای بیشترین غلظت روی قابل دسترس خاک نسبت به سایر تیمارها شده است. تیمار بیوچار کود مرغی نسبت به خاک شاهد ۴۳۳ درصد و بیوچار خاک اره و خاک اره سبب ۲۳۳ درصد افزایش و همچنین تیمار بیوچار پوست سخت گردو نسبت به خاک شاهد یک افزایش ۵ برابری در میزان روی قابل دسترس خاک داشته اند (شکل ۲). خاک های تیمار شده با پوست سخت گردو با توجه به (شکل ۲) اثر معنی داری نسبت به تیمار شاهد نداشته است. موثر نبودن پوست سخت گردو بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را می توان به دلیل بافت گیاهی سخت و مدت زمان کوتاه انجام آزمایش دانست که باعث کند شدن روند پوسیدگی ترکیبات گیاهی در خاک شده است (Gowariker *et al.*, 2009). از طرفی افزایش غلظت روی قابل دسترس خاک در تیمار بیوچار کود مرغی نسبت به کود مرغی می تواند به دلیل مقاومت بیشتر بیوچار در برابر تجزیه باشد و بیوچار به عنوان ماده آلی کند رها در خاک عمل می کند و رها سازی روی در پایان آزمایش ادامه داشته است در صورتی که کود مرغی با سرعت بیشتری در طول آزمایش تجزیه شده و مقدار روی قابل دسترس را سریع تر وارد محلول خاک کرده به طوری که در انتهای آزمایش در کود مرغی کاهش یافته است. یافته های این تحقیق با نتایج (Schmidt and Noack, 2000; Keiluweit *et al.*, 2010) مطابقت دارد. مقدار غلظت روی قابل دسترس در بیوچار خاک اره برابر ۳/۲ میلی گرم بر کیلوگرم شده است. افزایش میزان روی قابل دسترس خاک در بیوچار و زیست توده اولیه تقریباً به یک اندازه بوده است که می تواند به دلیل یکسان بودن افزایش pH در ماده آلی و بیوچار آن باشد. آزمایشی که توسط لاکچینی وهمکاران در سال ۲۰۱۴ صورت گرفت، گزارش کردند که میزان pH در بیوچار تولید شده از خاک اره افزایش معنی دار نداشته است (Lucchini *et al.*, 2014). از طرفی دیگر می توان دلیل این افزایش را تحرک بیشتر عناصر در خاک با کاربرد خاک اره و بیوچار آن دانست. نتایج این تحقیق با نتایج (Pedersen, 2003 and Arvidsson *et al.*, 2002) مطابقت دارد.



شکل ۲: اثر تیمارهای ماده آلی و بیوچارهای مختلف بر غلظت روی قابل دسترس خاک در پایان دوره آزمایش (پوست سخت گردو (W)، کود مرغی (M)، خاک اره (S)، بیوچار پوست سخت گردو (B.W)، بیوچار کود مرغی (B.M)، بیوچار خاک اره (B.S)) (حروف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح آماری ۵ درصد هستند، هر ستون میانگین ۹ عدد است).

نتیجه گیری

در تمامی منابع ماده آلی قابلیت استفاده فسفر و روی در خاک افزایش یافته که بیشترین مقدار فسفر و روی قابل دسترس به ترتیب در بیوچار کود مرغی و کود مرغی و بیوچار پوست سخت گردو بوده است، و آزاد سازی تدریجی فسفر از بیوچارها به محلول خاک در طی رشد گیاه وجود داشته است. و این افزایش در بیوچارها به دلیل زیاد شدن غلظت عناصر نسبت به ماده خام اولیه آنها می باشد که سبب افزایش قابلیت فراهمی عناصر غذایی از خاک گردیده است. در نتیجه با مدیریت صحیح بقایای گیاهی و تولید بیوچارها و همچنین شناخت دقیق تر خصوصیات بیوچار از مواد آلی مختلف به نظر می رسد از بیوچارها در جهت بهبود حاصلخیزی خاک ها می توان استفاده کرد.

منابع

- میرزایی، م. و محمودآبادی، م. ۱۳۹۳. تأثیر نوع و مدیریت های مختلف بقایای گیاهی بر برخی ویژگی های فیزیکی نفوذ آب در خاک. پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲۸، شماره ۴. ص ۶۷۱-۶۵۹.
- کاغذچی، م. ۱۳۸۰. تولید کربن فعال از مواد سلولزی (چوب، هسته زیتون، ...)، انتشارات دانشگاه امیر کبیر.
- Arvidsson, H., Vestin, T., and Lundkvist, H. (2002). Effects of crushed wood ash application on ground vegetation in young Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management* 161, 75-87.
- Chan, K .Y., and Xu, Z. (2009). Biochar: nutrient properties and their enhancement. *Biochar for environmental management: science and technology* 1, 67-84
- Gundale, M., and DeLuca, T. (2006). Temperature and substrate influence the chemical properties of charcoal in the ponderosa pine/Douglas-fir ecosystem. *Forest Ecology and management* 231, 86-93.
- Gowariker, V., Krishnamurthy, V., Gowariker, S., Dhanorkar, M., and Paranjape, K. (2009). "The fertilizer encyclopedia," John Wiley & Sons.
- Keiluweit, M., Nico, P. S., Johnson, M. G., and Kleber, M. (2010). Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (biochar). *Environmental science & technology* 44, 1247-1253.
- Kolb, S. (2007). Understanding the mechanisms by which a manure-based charcoal product affects microbial biomass and activity (doctoral dissertation). University of Wisconsin.
- Lucchini, P., Quilliam, R., DeLuca, T. H., Vamerli, T., and Jones, D. L. (2014). Increased bioavailability of metals in two contrasting agricultural soils treated with waste wood-derived biochar and ash. *Environmental Science and Pollution Research* 21, 3230-3240.
- Pedersen, A. J. (2003). Characterization and electro-dialytic treatment of wood combustion fly ash for the removal of cadmium. *Biomass and Bioenergy* 25, 447-458.



- Schmidt, M. W., and Noack, A. G. (2000). Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global biogeochemical cycles* 14, 777-793.
- Steiner, C., Das, K. C., Garcia, M., Förster, B., and Zech, W. (2008a). Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered xanthic Ferralsol. *Pedobiologia* 51, 359-366.
- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macêdo, J. L. V., Blum, W. E., and Zech, W. (2007). Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and soil* 291, 275-290.
- Singh, B., and Jones, J. (1976). Phosphorous sorption and desorption characteristics of soil as affected by organic residues. *Soil Science Society of America Journal* 40, 389-394.
- Sohi, S., Krull, E., Lopez-Capel, E., and Bol, R. (2010). A review of biochar and its use and function in soil. *Advances in agronomy* 105, 47-82.
- Singh, B., Singh, B. P., and Cowie, A. L. (2010). Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. *Soil Research* 48, 516-525.
- Vaccari, F., Baronti, S., Lugato, E., Genesio, L., Castaldi, S., Fornasier, F., and Miglietta, F. (2011). Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. *European Journal of Agronomy* 34, 231-238.
- Warren, J. G., Phillips, S. B., Mullins, G. L., Keahey, D., and Penn, C. J. (2006). Environmental and production consequences of using alum-amended poultry litter as a nutrient source for corn. *Journal of environmental quality* 35, 172-182.
- Xu, G., Lv, Y., Sun, J., Shao, H., and Wei, L. (2012). Recent advances in biochar applications in agricultural soils: benefits and environmental implications. *CLEAN-Soil, Air, Water* 40, 1093-1098



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of organic matter on the available of elements zinc and phosphorus elements in soil

Kiany^{*1}, B., Fekri², M., Khademijolgenejad, A.³

¹ Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Goegan Iran

² Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahidbahonar of kerman Iran

³ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shahidbahonar of kerman Iran

Abstract

The pyrolysis organic matter and its transformation into biochar and combining with soil improves soil fertility and carbon sequestration is an effective step towards increasing production per unit area. The aim of this study was to investigate the effect of biochar and raw material on concentration of phosphorus and, zinc in soil. In a completely randomized design with factorial arrangement in three replications, organic matter treatment at 2% in 7 levels including organic material treatments such as guano and guano biochar, walnut shell and walnut shell biochar, sawdust and sawdust biochar, control). Seeds of sorghum cultivate in this soil for 45 days under field capacity days at an average temperature of 30 ± 5 and 16 ± 5 degrees Celsius, respectively. seed of sorghum was planted, The results showed that the biochars produced from different sources of organic matter did not affect the pH of the soil at different . The soils treated with the biochar showed a significant increase in the EC The use of biochar, increased the amount of available zinc and phosphorus in soil. Therefore, guano biochar can be concluded that has a more effective role in improving the available of food elements.

Keywords: Biochar, Food Elements, organic material, Residue Managemen

* Corresponding author, Email: baharekiany@yahoo.com



تأثیر ریزجانداران حل کننده فسفات بر کارایی جذب و مصرف فسفر گندم و جو

زهرا اشکیود^{۱*}، ابراهیم سپهر^۲، عباس صمدی^۲، میرحسن رسولی صدقیانی^۲، رقیه موسوی^۱

^۱ کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ارومیه

^۲ اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

جهت بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر گیاهان گندم و جو، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی با دو گیاه شامل گندم و جو و تیمارهای کودی مختلف شامل مصرف سنگ فسفات (RP)، تلقیح با قارچ‌های حل کننده فسفات (RP+F)، تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفات (RP+B)، تلقیح با مخلوط باکتری‌ها و قارچ‌های حل کننده فسفات (RP+FB) و مصرف فسفر محلول (PS) در سه تکرار اجرا گردید. گیاهان پس از برداشت، وزن خشک اندام هوایی و میزان فسفر آن اندازه‌گیری و شاخص‌های کارایی محاسبه شد. نتایج نشان داد بین گیاهان و تیمارهای کودی از لحاظ عملکرد اندام هوایی (SDW) و غلظت فسفر (PC) و مقدار فسفر کل گیاه (TP) و کارایی جذب فسفر (PACE) و مصرف فسفر (PUTE) اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در بین تیمارهای تلقیحی، عملکرد اندام هوایی در تلقیح گیاهان با قارچ‌های حل کننده فسفات، تأثیر بیشتری نسبت به سایر تیمارهای میکروبی داشت. عملکرد اندام هوایی در تیمار تلقیح قارچ‌های حل کننده فسفات در گیاه گندم و جو نسبت به شاهد عملکرد بیشتری تولید کرد. بنابراین تلقیح میکروبی بویژه تلقیح قارچی میزان جذب فسفر توسط گیاه از سنگ فسفات را افزایش داده و نیز فسفر کارایی گیاهان را بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: میکروارگانیزم‌های حل کننده فسفات، کارایی مصرف و جذب فسفر، فسفر کارایی

مقدمه

فسفر از عناصر غذایی پرمصرف گیاهان که غلظت آن بین ۰/۱ تا ۰/۵ درصد ماده خشک گیاه است (Tisdale و همکاران، ۱۹۸۵). روش متداول در کشور برای تأمین نیاز فسفوری گیاهان زراعی مصرف کودهای شیمیایی فسفر بوده (حیاتی و همکاران، ۱۳۹۰) اما به دلیل شیمی پیچیده در خاک‌های آهکی به مقدار زیادی به وسیله واکنش‌های جذب و رسوب در سطوح کانی‌های کربنات یا در نتیجه قابلیت جذب آن به شدت کاهش می‌یابد (Freeman و همکاران، ۱۹۸۱). پیش بینی شده منابع سهل الوصول کودهای فسفاته در دنیا رو به پایان است و طی ۷۰-۸۰ سال آینده تمام می‌شود (Vance و همکاران، ۲۰۰۳) و از طرف دیگر مشکلات زیست محیطی از قبیل پدیده یوتریفیکاسیون و کمبود عناصر غذایی بویژه روی به علت مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته و همچنین پرهزینه بودن تولید کودهای فسفاته، باعث شده محققین به دنبال جایگزینی برای کودهای شیمیایی باشند که از آن جمله می‌توان به استفاده از منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی و توانایی ریزجانداران حل کننده فسفات (PSMs) در انحلال فسفات‌های تجمع یافته در خاک برای افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک اشاره نمود. از آنجایی که حلالیت و تحرک کودهای فسفاته پایین است و همچنین مصرف زیاد کودهای شیمیایی اثرات سوئی بر خاک خواهد داشت بنابراین به دنبال سهل‌الوصول‌تر شدن جذب فسفر توسط گیاهان، در این مطالعه به تأثیر قارچ‌ها و باکتری‌های حل کننده فسفات بر فسفر کارایی گیاهان گندم و جو جهت کاهش مصرف کودهای فسفاته از خاک بویژه در خاک‌های با فسفر قابل دسترس کم در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی توسط گیاهان گندم و جو، با ۵ تیمار کودی شامل مصرف سنگ فسفات (RP)، تلقیح با قارچ‌های حل کننده فسفات (RP+F)، تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات (RP+B)، تلقیح با مخلوط باکتری‌ها و قارچ‌های حل کننده فسفات (RP+FB) و مصرف فسفر محلول (PS) در بستر ۲۵ به ۷۵ شن و خاک با حاصلخیزی پایین در سه تکرار در گلخانه دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. عناصر غذایی براساس آزمون خاک و تیمارهای فسفر به میزان ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از دو منبع سنگ فسفات (RP) و فسفات پتاسیم (PS) محاسبه گردید و به خاک اضافه شد. در هر گلدان ۱۵ بذر قرار کشت و بعد از جوانه زنی به ۷ بوته کاهش یافت. در تیمارهای تلقیح میکروارگانیزم‌ها نیز قارچ و باکتری تلقیح شد. مراقبت‌های زراعی لازم برای تمامی تیمارها به طور یکنواخت اعمال و آبیاری به صورت وزنی به هنگام رسیدن رطوبت گلدان‌ها به ۸۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) انجام گرفت و بعد از ۹ هفته شاخساره‌ها برداشت و پس از شستشو برای بدست آوردن وزن خشک شاخساره، به آزمایشگاه منتقل و در آون در دمای ۷۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. عصاره گیاه به روش تر جمع‌آوری و غلظت فسفر در گیاه به روش رنگ سنجی اندازه‌گیری شد. مقدار فسفر کل (TP) که از حاصلضرب غلظت فسفر (PC) در وزن خشک شاخساره (SDW) بدست آمد.

¹. Phosphate solubilizing microorganisms



$$TP = SDW \times PC$$

برای حذف نقش پتانسیل ژنتیکی ارقام در میزان فسفر جذب شده از اصطلاح جذب نسبی فسفر به عنوان شاخص کارایی جذب فسفر (PACE) استفاده گردید (Sepehr و همکاران، ۲۰۰۹).

$$PACE = \frac{TP \text{ in } P0}{TP \text{ in } PS}$$

کارایی مصرف فسفر (PUTE) که بیانگر تولید ماده خشک به ازاء واحد فسفر جذب شده می‌باشد.

$$PUTE = \frac{SDW}{TP}$$

فسفر کارایی (PE) که از نسبت ماده خشک ارقام در شرایط محدودیت فسفر به مقدار آن در شرایط فراهمی فسفر محاسبه گردید (Sepehr و همکاران، ۲۰۰۹).

$$PE = \frac{SDW \text{ in } P0}{SDW \text{ in } PS}$$

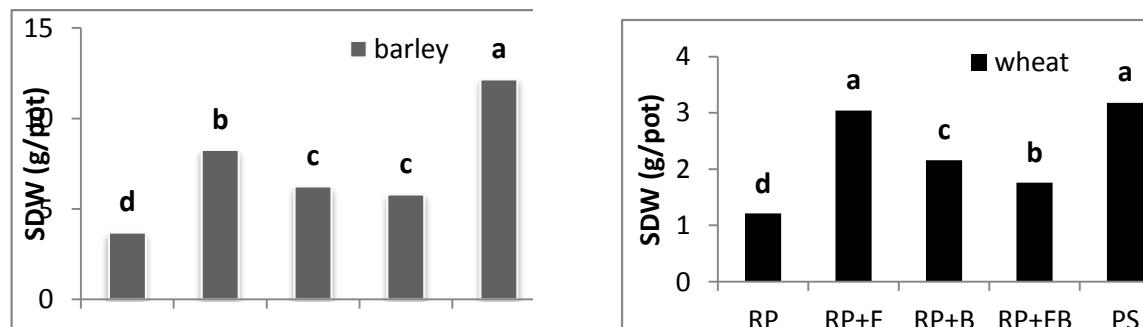
و کارایی محاسبه شده (CPE) که از حاصلضرب کارایی جذب و مصرف فسفر محاسبه شد.

$$CPE = PACE \times PUTE$$

اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD، برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد اندام هوایی (SDW): با بررسی عملکرد اندام هوایی در گندم و جو (شکل ۱) تیمار مصرف فسفر محلول (PS) در بالاترین سطح آماری قرار گرفت بعبارتی با مصرف فسفر بصورت محلول (KH_2PO_4) وزن خشک اندام هوایی گندم و جو بطور معنی‌دار افزایش یافت که می‌توان به اهمیت عنصر فسفر در رشد گیاهان و تولید محصول نسبت داد. تیمارهای میکروبی نیز SDW گیاهان را به طور معنی‌دار افزایش دادند که قارچ‌های حل‌کننده فسفات نقش بالایی در افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاهان داشتند Asea و همکاران (۱۹۸۸) در آزمایش گلخانه‌ای در یک خاک آهکی افزایش ۱۶ درصدی در وزن خشک گندم و افزایش ۱۴ درصدی در مقدار فسفر جذب شده در نتیجه تلقیح با *Penicillium bilaii* بیان کردند.



شکل (۱) مقایسه تیمارها بر عملکرد اندام هوایی گندم، جو، RP (سنگ فسفات)، RP+F (سنگ فسفات همراه با قارچ‌های حل‌کننده فسفات)، RP+B (سنگ فسفات همراه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات) و RP+FB (سنگ فسفات همراه با باکتری و قارچ‌های حل‌کننده فسفات). حروف غیرمشابه روی ستون‌ها بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بین تیمارها.

تأثیر تلقیح میکروبی بر تعداد پنجه زنی گندم و جو: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، بین گیاهان و تیمارهای تلقیح میکروبی در تعداد پنجه اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد. در بین گیاهان گندم و جو، میزان پنجه زنی در جو بیشتر از گندم بود بطوری که بالا بودن وزن خشک اندام هوایی جو را می‌توان به توانایی جو در پنجه زنی نسبت داد جدول (۱).

جدول (۱) تجزیه واریانس تعداد پنجه زنی در گندم و جو

منابع تغییرات	میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی
SOV		
بلوک (تکرار)		۲
گیاه		۱
تیمار		۴
گیاه × تیمار		۴
خطا (E)		۴
ضریب تغییرات (CV)		
	۶/۳۷	
NT		
	۸۱/۰۰ ^{ns}	
	۲۴۴۸/۰۳ ^{**}	
	۲۲۶/۷۸ ^{**}	
	۶۲/۶۱ ^{**}	
	۲۴/۴۶	

NT تعداد پنجه در گندم و جو، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns معنی دار نیست.

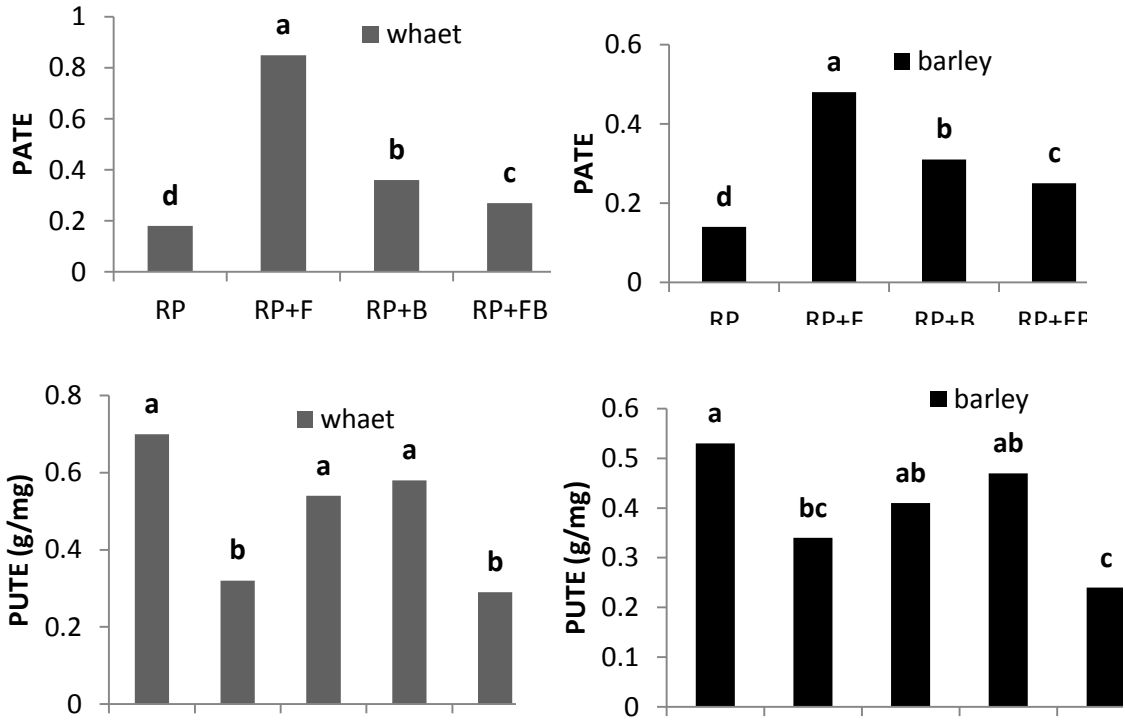
تأثیر تلقیح میکروبی بر غلظت فسفر (PC) و فسفر کل جذب شده (TP) در گیاهان گندم و جو: بین گندم و جو اختلاف معنی داری در غلظت فسفر وجود نداشت. در بین تیمارهای میکروبی قارچ بیشترین تأثیر را داشت. حتی گندم در سطح آماری یکسان با تیمار فسفر محلول قرار گرفت و سایر تیمارهای میکروبی اختلاف معنی داری با شاهد نداشت. بر اساس نتایج تأثیر تیمارهای آزمایش بر مقدار فسفر کل گیاه معنی دار بود و در بین تیمارهای میکروبی تلقیح قارچی بالاترین تأثیر را نشان داد (جدول ۲). در تحقیقات انجام شده توسط Kohler و همکاران (۲۰۰۷) بیان شد که در نتیجه تلقیح میکروبی حل کننده‌های فسفات غلظت فسفر در گیاهان مختلف به طور چشمگیری افزایش یافت. Whitelaw (۱۹۹۷) در نتایج حاصل از آزمایشات گلخانه‌ای گندم نشان داد تلقیح قارچ *Penicillium radicum* باعث افزایش جذب فسفر به میزان ۱۰ درصد و عملکرد به مقدار ۹ درصد گردید.

جدول (۲) مقایسه غلظت فسفر در اندام هوایی (mg P/gSDW) در گیاهان گندم و جو در حضور ریز جانداران حل کننده فسفات

تیمار	گندم	جو
RP	۱/۵۶ ^{ab,b}	۱/۹۳ ^{a,c}
RP + F	۳/۱۰ ^{a,a}	۲/۹۷ ^{a,b}
RP + B	۱/۸۵ ^{ab,b}	۲/۴۸ ^{a,bc}
RP + FB	۱/۷۳ ^{a,b}	۲/۲۰ ^{a,c}
PS	۳/۴۸ ^{ab,a}	۴/۲۱ ^{a,a}
میانگین	۲/۳۴ ^b	۲/۷۶ ^a

RP (سنگ فسفات)، F (قارچ‌های حل کننده فسفات)، B (باکتری‌های حل کننده فسفات)، FB (قارچ همراه با باکتری‌های حل کننده فسفات)، PS (فسفر محلول)، حروف غیرمشابه سمت راست بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها (مقایسه ستونی) و حروف غیرمشابه سمت چپ بیانگر اختلاف معنی دار بین گیاهان (مقایسه ردیفی).

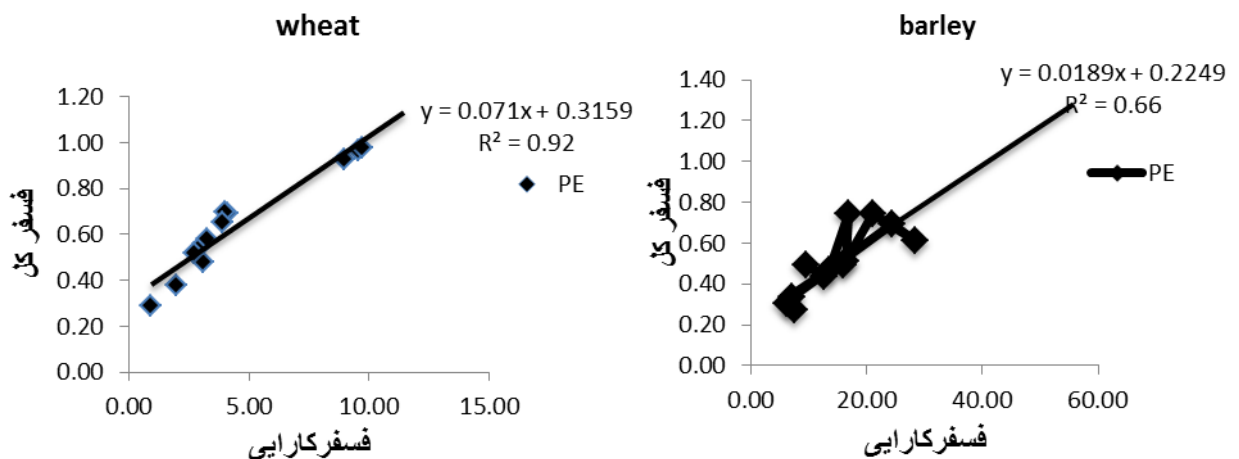
بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر شاخص کارایی جذب (PACE) و مصرف (PUTE) فسفر در گیاهان گندم و جو: با بررسی نتایج حاصل از تلقیح میکروبی در گیاهان گندم و جو در خصوص شاخص‌های کارایی جذب فسفر، در بین تیمارهای میکروبی تیمار (RP+F) کارایی جذب فسفر را در گیاه گندم و جو (با میانگین ۰/۶۷) افزایش داد. در تیمار (RP+F) گیاه گندم در جذب فسفر با ۰/۸۵ کاراترین بدست آمد که می‌تواند به توانایی این ریزجانداران در افزایش حلالیت فسفر و برقراری روابط سینرژیستی با ریشه این گیاه مرتبط باشد.



شکل (۲) مقایسه تیمارها بر شاخص کارایی جذب (PACE) مصرف (PUTE) فسفر در اندام هوایی گندم، جو، RP (سنگ فسفات)، RP+F (سنگ فسفات همراه با قارچ‌های حل‌کننده فسفات)، RP+B (سنگ فسفات همراه با باکتری‌های حل‌کننده فسفات) و RP+FB (سنگ فسفات همراه با باکتری و قارچ‌های حل‌کننده فسفات). حروف غیرمشابه روی ستون‌ها بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰.۱٪ بین تیمارها.

در تحقیقات انجام شده توسط Vance و همکاران (۲۰۰۳) در خصوص جذب فسفر بین ارقام مختلف جو و گندم گزارش دادند که اختلاف معنی‌داری از لحاظ جذب فسفر بین ارقام مختلف جو و گندم به دلیل تشکیل ریشه‌های ریز و ترشحات ریشه‌ای مشاهده شد. Horst و همکاران (۱۹۹۳) گزارش دادند که خصوصیات مرفولوژی ریشه از قبیل طول ریشه بلند، وجود ریشه‌های نازک و تارهای ریشه زیاد در رقم *Cosir* (گندم جدید) منجر به افزایش کارایی جذب فسفر در مقایسه با ارقام *Peragis* (گندم بومی) شد.

تأثیر تلقیح میکروبی بر فسفر کارایی (PE) گندم و جو: با بررسی فسفر کارایی گندم و جو در حالت کاربرد تلقیحات میکروبی، فسفر کارایی گندم و جو در شرایط تلقیح با قارچ‌های حل‌کننده فسفات نسبت به شاهد با اختلاف ۰/۵۸ در گندم و در جو با اختلاف ۰/۳۸ بیشترین کارایی را در بین تیمارهای میکروبی دارد. کاربرد تلقیح توأم باکتری و قارچ‌های حل‌کننده فسفات نیز در گندم و جو به ترتیب با احتساب ۰/۴۸ و ۰/۵۵ کارایی کمتری را نسبت به سایر تیمارهای میکروبی بدست آوردند.





نتیجه گیری

با بررسی نتایج حاصل از این مطالعه استفاده از ریزجانداران حل کننده فسفات بر روی همه شاخص‌های کارایی تأثیر معنی‌داری نشان داد و باعث افزایش عملکرد اندام هوایی و غلظت و مقدار فسفر کل اندام هوایی و نیز شاخص کارایی جذب فسفر گیاهان شدند بطوریکه در بین تیمارهای میکروبی، تلقیح قارچ‌های حل کننده فسفات در میزان غلظت فسفر و فسفر کل بخش هوایی در سطح یکسان با تیمار مصرف فسفر محلول (PS) قرار گرفت. بنابراین تلقیح‌های میکروبی می‌تواند کارایی جذب فسفر را افزایش دهد بطوریکه تیمار قارچی در مقایسه با سایر تیمارهای میکروبی در بالاترین سطح آماری قرار گرفت. با مطالعه تلقیح میکروبی در شاخص‌های کارایی جذب فسفر و فسفرکارایی تلقیح باکتری‌ها و قارچ‌های حل کننده تأثیرشان بارزتر بود اما تیمار مصرف توأم قارچ‌ها و باکتری‌ها افزایش معنی‌داری در فسفرکارایی نشان نداد. در نهایت میتوان نتیجه‌گیری کرد که تلقیح میکروبی بویژه تلقیح قارچی میزان جذب فسفر توسط گیاه از سنگ فسفات را افزایش داده و در نتیجه فسفر کارایی گیاهان را بطور معنی‌دار افزایش می‌دهد لذا استفاده از سنگ فسفات به همراه تلقیح میکروبی بویژه تلقیح با قارچ‌های حل کننده فسفات در شرایط مزرعه با انجام آزمایشات لازم قابل اجرا می‌باشد.

منابع

- حیاتی، م، قلی زاده، ع، فلاح، ع، رضوانی، م. ۱۳۹۰. تأثیر باکتری *Bacillus coagulans* و منابع مختلف سنگ فسفات بر گیاه کلزا (*Brassica napus L.*) مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۱. شماره ۱.
- قورچیان، م، اکبری، غ، علیخانی، ج، دادی، ا، زارعی، م. ۱۳۹۰. ویژگی‌های بلال *Pseudomonas fluorescence* اثر قارچ میکوریز آربسکولار و باکتری، میزان کلروفیل و عملکرد گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی. مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۱. شماره ۱.
- Asea, P. E. A., R. M. N. Kucey and J.M. W. B. B. Stewart. 1988. Inorganic phosphate solubilization by two penicillium species in solution culture and Soil. *Soil Biology*. 20: 459-464.
- Freeman, J.S., and D.L. Rowell. 1981. The adsorption and precipitation of phosphate onto calcite. 32:75-84.
- Kohler, J., Caravaca, F., Carrasco, L., and Roldán, A. 2007. Interactions between a plant growth-promoting rhizobacterium, an AM fungus and an aphosphate-solubilising fungus in the rhizosphere of *Lactuca sativa*. *Applied Soil Ecology*, 35: 480-487.
- Sepehr, E., Zed, R., Esfandiari, F., Sadaghiani, M.H. 2011. Differential capacity of wheat cultivars and white lupin to acquire P from rock phosphate, phytate and soluble P sources.
- Vance, C., Uhde-Stone, C., Allan, D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing an nonrenewable resource. *New Phytol*. 157: 423-447.
- Whitelaw, M.A., T. J. Harden and G.L. Bender. 1997. Plant Growth Promotion of wheat inoculated with *Penicillium*. *Soil Biology and Biochemistry*. 31: 655-665.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Study phosphorus acquisition and utilization efficiency of barley and wheat genotypes in the presence of phosphate solubilizing microorganisms

Zahra Ashkiud¹, Ebrahim Sepehr², Abbas Samadi², Mirhassan rasouli Sadaghiani², Roghayeh Moosavi¹

¹Msc. In soil science, Urmia University

²Faculty members, Urmia University

Abstract

Course survey efficacy inoculation bacterial in plants wheat and barley, a factorial greenhouse experiment carried out as completely randomized block design in three replicates with tow plants including wheat and barley and five P treatments including rock phosphate (RP), RP inoculated with the fungi solubilizing phosphate (RP+F), RP inoculated of phosphate solubilizing bacteria (RP+B), RP with phosphate solubilizing bacteria and fungi (RP+FB) and soluble P (PS). Results showed that, there were significant differences between plants and fertilizer treatments in relation to shoot dry weight (SDW), and P concentration (PC), total P absorbed (TP), and P acquisition (PACE) and P utilization efficiency (PUTE). As shoot dry weight (SDW) increased in treatments including fungi in Wheat and barley (in average 3.8 g/SDW) toward instance(in average 2.5 g/SDW). Between index efficacy P show that microbial inoculation fungi increased (PACE) in plant wheat to 0.85 toward barley to 0.48. Finally it can be concluded that microbial inoculation, especially fungal inoculation increased the P absorption by plants from RP which in turn increased PE of plant. As a result, the application of RP in combination to microbial inoculation especially with RP+F can be applied in fields in order to meet the needs of plants P. However further studies are required.

Keywords: Wheat, Barley, Phosphate solubilizing microorganisms, Phosphorus efficiency, Phosphorus uptake

* Corresponding author, Email: ashkyoud@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای
بررسی رشد و غلظت آهن فعال پایه‌های مختلف مرکبات در یک خاک آهکی

افروز شریعت زاده^{۱*}، ناصر برومند^۲، سعید شفیعی^۳،

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه کرمان

^۳ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

چکیده

به منظور ارزیابی و انتخاب پایه‌های مقاوم مرکبات به کمبود آهن در یک خاک آهکی آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با نه پایه مرکبات در سه تکرار در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشگاه جیرفت در سال ۱۳۹۵ به اجرا درآمد. برای این منظور نه پایه‌ی، تریوسیترنج، نارنج، بکرای، رافلمون، سیتروملو، رانگ پورلایم، ولکامریانا، کلثوپاترا و پونسیروس به تعداد ۱۰ عدد در جعبه‌های ریزوباکس در دما و رطوبت مناسب کشت شدند. پس از پنج ماه پایه‌ها برداشت و وزن خشک بخش هوایی و مقدار آهن کل و آهن فعال بخش هوایی مورد بررسی قرار گرفت. پایه نارنج دارای عملکرد بالاتری نسبت به پایه‌های دیگر و برعکس پایه‌های پونسیروس و بکرای دارای کمترین عملکرد در خاک آهکی در شرایط کمبود آهن بودند. بیشترین مقدار آهن فعال بخش هوایی از پایه نارنج به دست آمد. نتایج نشان داد پایه‌های نارنج، کلثوپاترا و رافلمون کارایی بهتری در خاک آهکی در شرایط کمبود آهن دارند و پایه‌های پونسیروس و بکرای کارایی کمتری در این خاک‌ها دارند. کارایی پایه‌های تریوسیترنج، سیتروملو، رانگ پورلایم و ولکامریانا در این خاک‌ها متوسط بود.

کلمات کلیدی: آهن فعال، خاک آهکی، عملکرد، نارنج

مقدمه

مرکبات یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در جهان با تولید سالانه ۱۳۶ میلیون تن می‌باشد و کشور ایران از نظر تولید مرکبات مقام هفتم جهان را به خود اختصاص داده است (FAO, 2014). در مناطق کشت مرکبات خاک‌ها عمدتاً آهکی هستند و درختان مرکبات در خاک‌های با آهک زیاد، از عملکرد مناسبی برخوردار نمی‌باشند که عمدتاً به دلیل عدم توانایی در جذب کافی آهن است. آهک از جمله خصوصیات شیمیایی خاک است که در قابلیت استفاده آهن برای گیاه اختلال ایجاد می‌کند (Castle and Nunnallee, 2009). کلروز شدید آهن، ممکن است منجر به توقف کامل باردهی محصول شود. روش‌های مورد استفاده برای جلوگیری و رفع کلروز آهن معمولاً غیر قابل اطمینان و خیلی گران هستند. مناسبترین روش برای جلوگیری از کلروز آهن، انتخاب پایه مناسب در زمان احداث باغ است (Chouliaras et al., 2004). Cimen و همکاران (۲۰۱۴) پس از بررسی اثر هفت پایه مرکبات شامل نارنج، ولکامریانا، کلثوپاتراماندارین، کاریزو، تریوسیترنج، سیترنج و پونسیروس در دو سطح تأمین آهن (کفایت و کمبود) بر خصوصیات رشدی درخت جوان پرتقال پیوند شده بر روی این هفت پایه تحت شرایط گلخانه‌ای نشان دادند که سطح کمبود آهن در مقایسه با سطح تأمین بهینه آهن کمترین تأثیر را بر مقدار کلروفیل و شاخص‌های رشد درختان پیوند شده بر پایه نارنج داشت، در حالی که در این شرایط (کمبود آهن) مقدار کلروفیل برگ و شاخص‌های رشد درختان پرتقال پیوند شده بر سایر پایه‌ها کاهش معنی‌داری نشان دادند و بیشترین کاهش مربوط به پایه‌های پونسیروس و سیترنج بود.

آهک از جمله خصوصیات شیمیایی خاک است که در قابلیت استفاده آهن برای گیاه اختلال ایجاد می‌کند (Loeppert et al., 1994). اگرچه برخی از گزارش‌ها نشان می‌دهد که ارتباط مشخصی بین مقدار آهک معادل و شدت کلروز در درختان میوه وجود ندارد (Bashour and Sayegh, 2007)، گزارش شده است که کلروز آهن منجر به کاهش عملکرد و کیفیت پایین محصولات کشاورزی و میوه‌ها می‌شود، به این دلیل که غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی برگ، به‌ویژه کلروفیل را کاهش می‌دهد (Abadia and Abadia, 1993). در مقابل برخی گزارش کرده‌اند آهک فعال برای درجه‌بندی حساسیت درختان میوه به کلروز مناسب‌تر است (Bashour and Sayegh, 2007; Castle and Nunnallee, 2009). همچنین مقدار و شکل آهک (کل و فعال) می‌تواند بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و پاسخ‌های گیاهی تأثیر زیادی داشته باشد، به طوری که برخی گزارش‌ها نشان داده است آهک معادل بیشتر از ۲۰ درصد و یا آهک فعال بیشتر از ۱۰ درصد موجب کاهش رشد و عملکرد بیشتر گیاهان می‌شود (Bashour).

* ایمیل نویسنده مسئول: af.shereat@gmail.com

(Sayegh, 2007 and همچنین کارتر^۱ (۱۹۸۱) سطوح بحرانی آهن کل را سه تا ۱۱ درصد و برای آهن فعال هفت تا نه درصد گزارش کرد. از طرف دیگر، بیشتر گزارش‌ها نشان می‌دهد که حساسیت پایه‌های مرکبات به عارضه زرد برگی آهن بسیار متفاوت است (Yang et al., 2010). بنابراین، با توجه به اهمیت انتخاب پایه‌های کارا برای درختان مرکبات در جذب عناصر غذایی و تحقیقات اندکی که در ایران درباره این موضوع وجود دارد. استراتژی‌های گیاهان در جذب عناصر غذایی کم مصرف به‌ویژه آهن در خاک‌ها در برخی از گیاهان مشخص شده است اما در مورد گیاهان مرکبات مشخص نشده است کدام پایه به کمبود آهن در شرایط خاک آهنی مقاوم‌تر است. لذا هدف این تحقیق بررسی و انتخاب پایه‌های مقاوم به کمبود آهن در خاک‌های آهنی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی وزن خشک بخش هوایی و جذب عنصر آهن در پایه‌های مختلف مرکبات در یک خاک آهنی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت در سال ۱۳۹۶ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل ۹ پایه مرکبات شامل نارنج، بکرایی، تریوسیترنج، رانگ پورلایم، سیترومولو، رافلمون، کلثوپاترا، ولکامریانا، پونسیروس بودند. برای این منظور از یک خاک مورد کشت اطراف جیرفت که دارای دامنه وسیعی از کربنات کلسیم بودند از عمق ۳۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری شد و پس از هوا خشک شدن، کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری و اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن از جمله کربنات کلسیم معادل به روش تیتره کردن با اسید بافت خاک به روش هیدرومتری، واکنش خاک (McLean, 1982)، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن الی خاک، غلظت فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، کلسیم و منیزیم عصاره گل اشباع و غلظت آهن، روی، مس و منگنز قابل جذب پس از عصاره‌گیری با DTPA بر اساس دستور العمل موسسه تحقیقات خاک و آب (علی‌احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۶) اندازه‌گیری شد. به منظور کاشت پایه‌های مرکبات حدود شش کیلو گرم خاک در جعبه‌های کاشت ریخته شد و در ابتدا جعبه‌ها را از پایین با آب مقطر آبیاری شد و سپس ۱۳ بذر مرکبات را در جعبه‌ها با فواصل مساوی کاشتیم و آبیاری جعبه‌ها یک روز در میان در حد ظرفیت مزرعه انجام شد و بعد از گذشت ۵ ماه بخش هوایی گیاه برداشت شد. و پس از خشک کردن در دستگاه آون وزن خشک بخش هوایی اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن، آسیاب شدن و سپس با روش هضم تر توسط اسیدنیتریک، اسیدکلرپرک و آب اکسیژنه عصاره‌گیری شدند (Westerman, 1990) و در عصاره هضم غلظت آهن با دستگاه اتمیک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Ferran et al., 1978) اندازه‌گیری آهن فعال به روش عصاره‌گیری با محلول فنانتروپین ۱/۵ درصد و قرائت با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۱۵۰ نانومتر انجام شد (Katyal and sarma, 1980). برای محاسبه آماری و تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ و همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد برای مقایسه میانگین داده‌ها و از نرم افزار Excel برای مرتب کردن داده‌ها و رسم نمودار استفاده گردید.



شکل ۱. نمایی از پایه‌های مختلف مرکبات

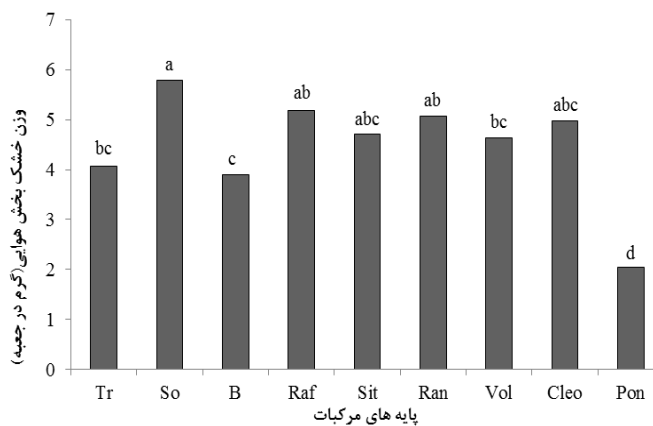
نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهن نسبتاً زیاد کم بود. وجود آهن زیاد در خاک قابلیت جذب عناصر غذایی از جمله آهن را برای گیاه کاهش می‌دهد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	pH	EC (dS.m-1)	آهن کل (%)	کلسیم	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	OC
(میلی‌گرم در کیلوگرم)										
سیلتی لوم	۸/۳	۰/۷۴۳	۳۵/۶۹	۱۲۶	۱۳/۹۱	۴۰/۳۳	۰/۶۹۲	۶/۶۳۱	۰/۱۵۲	۰/۲۳

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین وزن خشک بخش هوایی به مقدار ۵/۷۹ گرم از پایه نارنج و کمترین وزن خشک بخش هوایی به مقدار ۲/۰۴ گرم از پایه پونسیروس بدست آمد پایه‌های رافلمون، رانگ پورلایم، کلئوپاترا، ولکامریانا، سیتروملو، تریوسیترنج و بکرایی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۱). مقادیر بالای آهن در خاک موجب کاهش در تولید ماده خشک در اندام‌های انگور می‌گردد که این امر به لحاظ کاهش در مقدار کلروفیل در شرایط کمبود آهن می‌باشد که این امر در مورد مرکبات هم صدق می‌کند (Bavaresco and Ponì S. 2003 کمبود آهن در درختان میوه باعث کاهش سطح سنتز کلروفیل، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ‌ها، و در نتیجه باعث کاهش شدت عملکرد می‌شود (Nijjar, 1985). نتایج بررسی کاربوسیترنج، نارنج، اسموت‌فلت‌سویل، سوینگل سیتروملو، کلئوپاتراماندارین، پونسیروس و ولکامریا در خاک‌های با سطوح مختلف آهن نشان داد که رشد نسبی پایه‌ها با افزایش آهن خاک کاهش یافت نارنج و کلئوپاتراماندارین بیشترین و سوینگل سیتروملو و پونسیروس کمترین رشد نسبی را داشتند (Castle and Nunnallee, 2009).

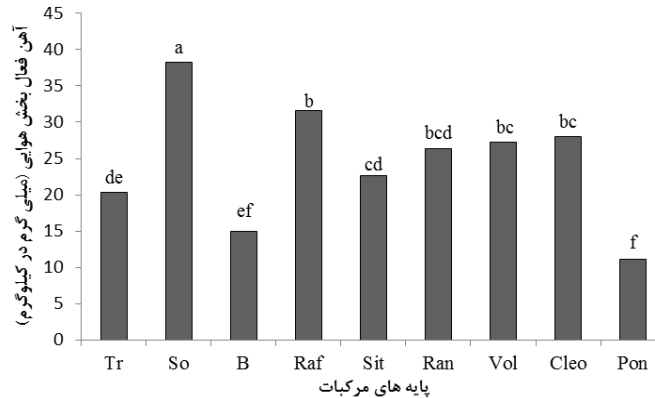


شکل ۱- اثر پایه‌های مختلف مرکبات بر وزن خشک بخش هوایی گیاه

(Tr: تریوسیترنج، So: نارنج، B: بکرایی، Raf: رافلمون، Sit: سیتروملو، Ran: رانگ پورلایم، Vol: ولکامریانا، Cleo: کلئوپاترا، Pon: پونسیروس).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین غلظت آهن فعال بخش هوایی گیاه به مقدار ۳۸/۲۳ (میلی‌گرم در کیلوگرم) از پایه نارنج بدست آمد و کمترین غلظت آهن فعال بخش هوایی به مقدار ۱۱/۰۹ (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از پایه پونسیروس بدست آمد و پایه‌های رافلمون، کلئوپاترا، ولکامریانا، رانگ پورلایم، سیتروملو، تریوسیترنج و بکرایی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۲). وجود منبعی از آهن غیرفعال در یک برگ کلروزه توسط Gil- Ortiz and Carracosa (۲۰۰۵) به اثبات رسیده است، این محققان گزارش کردند بخشی از آهنی که در ریشه‌ها جذب می‌شود، نمی‌تواند از غشاء پلاسمایی برگ عبور کرده و ممکن است در آپوپلاست باقی بماند. Cimen و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثر هفت پایه مرکبات (نارنج، ولکامریانا، کلئوپاتراماندارین، کاریزو، تریور، سیترنج، سیتروملو، پونسیروس) و دو سطح تأمین آهن (کفایت و کمبود) بر خصوصیات رشدی درخت جوان پرتقال پیوند شده بر روی این هشت پایه تحت شرایط گلخانه‌ای پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که سطح کمبود آهن در

مقایسه با سطح تأمین بهینه آهن کمترین تأثیر را بر مقدار کلروفیل و شاخص‌های رشد درختان پیوند شده بر پایه نارنج داشت، درحالی‌که در این شرایط (کمبود آهن) مقدار کلروفیل برگ و شاخص‌های رشد درختان پرتقال پیوند شده بر سایر پایه‌ها کاهش معنی‌داری نشان دادند و بیشترین کاهش مربوط به پایه‌های پونسیروس و سیترنج بود.



شکل ۲- اثر پایه‌های مختلف مرکبات بر غلظت آهن فعال بخش هوایی

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پایه‌های مرکبات در خاک‌های آهنی که دچار کمبود آهن می‌باشند در عملکرد و جذب عناصر آهن اختلاف معنی‌داری با هم دارند. نتایج نشان داد پایه نارنج دارای عملکرد بالایی نسبت به پایه‌های دیگر بود که اختلاف چندانی با پایه‌های رافلمون و کلئوپاترا نداشت و در مقابل آن پایه‌های پونسیروس و بکرایی دارای کمترین عملکرد ریشه بودند. بیشترین مقدار آهن فعال بخش هوایی از پایه نارنج بدست آمد و کمترین مقدار آن از پایه پونسیروس بدست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد به طور کلی پایه‌های نارنج، کلئوپاترا و رافلمون دارای مقاومت بهتری در خاک آهنی در شرایط کمبود آهن بودند و پایه‌های پونسیروس و بکرایی دارای مقاومت کمتری در این خاک‌ها بودند پایه‌های تریوسیترنج، سیترمولو، رانگ پورلایم و ولکامریانا مقاومت حد واسطی در این خاک‌ها داشتند.

منابع

علی احمادی، م. و ع. ا. بهبهانیزاده. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه شماره ۱۰۲۴، جلد دوم، موسسه تحقیقات خاک و آب.

- Abadía, J., A. and Abadia, 1993. Iron and plant pigments. In: Barton LL, Hemming BC (eds) Iron chelation in plants and soil microorganisms. San Diego:Academic Press. p. 327-343.
- Bashour, I. and A.A.Sayegh, 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.
- Bashour, I. and A.A.Sayegh, 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.
- Bavaresco L., and Poni S. 2003. Effect of calcareous soil on photosynthesis rate, mineral nutrition, and source- sinkratio of table grape, *Journal of Plant Nutrition*, 5: 747-753.
- Castle, W.S. & Nunnallee, J. 2009. Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress. *HortScience*. 44: 638-645.
- Castle, W.S. & Nunnallee, J. 2009. Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress. *HortScience*. 44: 638-645.
- Chouliaras, V., Therios, I., Angelos, P., Molassiotis, A.N., Antigoni, M. & Papavaslopoulos, A. 2004. The effect of iron deficiency and bicarbonate treatments on physiological and biochemical parameters in citrus. *Agro Thesis*. 2: 11 -18.
- Cimen, B. , Yesiloglu, T. , Incesu, M., and Yilmaz, B. 2014. Growth and photosynthetic response of young 'Navelina' trees budded on to eight citrus rootstocks in response to iron deficiency. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 42: 170-182.
- FAO. 2014. FAOSTAT, production (www.fao.org).



- Ferran, J., A. Bonvalet and E. Casassas. 1987. New masking agents in the azomethine-H method for boron determination in plant tissues. *Agrochimica* 32:171.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measurement parameters. *Soil Science Society of America Journal*. 43(5): 1004-1007.
- Gil- Ortiz R., and Carracosa B. 2005. Response of leaf parameter to soil applications of iron- EDDHA chelates in a peach orchard affected by iron chlorosis. *Journal: Communications in soil science and plant analysis*. 36. Issue 13& 14: 1839-1849.
- Katyal, J. C. & Sharma, B. D. 1980. A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. *Plant and Soil*. 55: 105-119.
- Loeppert, R. H., Wei, L. C., & Ocumpaugh, W. R. 1994. Soil factors influencing the mobilization of iron in calcareous soils. *Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere*, 343-360.
- Mclean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. P. 199- 224. In: A.L. Page et al. (ed). *Methods of Soil Analysis*. Part 2. SSSA. Madison, WI.
- Nijjar, G. S. 1985. *Nutrition of Fruit Trees*, Mrs. Usha Raj Kumar for Kalyani Publishers, New Delhi, India.
- Westerman R.E.L. 1990. *Soil testing and plant analysis*. SSSA. Madison Wisconsin, USA.
- Yang, L., G. Li., Q. Lin, and X.Zhao, 2010. Active carbonate of chestnut soils in different lands. *Ecology and Environmental Science*.19: 428 – 432.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

study of growth and iron active concentration in citus rootstocks in calcareous soils

Shariatzade^{*1}, a., Boroomand², N., Shafiei, S.³

¹ M.Sc. M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture. University of Jiroft, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Kerman, Iran

³ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Ira

Abstract

In order to study and choose resistant citrus rootstocks to iron deficiency in calcareous soils, A completely randomized design with nine rootstocks and three replications was conducted in the greenhouse of Jiroft university in 2017. Citrus rootstocks including: Citrang, Sour Orange, Bakraei, Raflemon, Citromelo, Rangpurlime, Volcameriana, Cleopatra and Poncirus. Initially, seeds were planted in rhizoboxes and were grown at suitable moisture and temperature. After 5 months Plants were harvested and growth yield and active iron in shoots were measured. The highest yield was obtained from Sour Orange and the lowest of them were in Poncirus and Bakraei. The highest amount of active iron in shoots was so in Sour Orange. The results showed that Sour Orange, Cleopatra and Raflemon, had the most tolerant in calcareous soils and the least tolerant rootstocks were in Pancirus and Bakraei. Citrang, Citromelo , Rangpurlime and Volcameriana had moderate function and tolerance in these soils.

Keywords: Active iron, , Calcareous soils, Yield

* Corresponding author, Email: af.shereat@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر مواد محرک رشد گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط تنش شوری

محمد هادی میرزاپور^{۱*}، محمدرضا نایینی^۲

^{۱*} دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

^۲ استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قم

چکیده

در سال‌های اخیر افزایش تنش‌های محیطی نظیر شوری تاثیر به‌سزایی بر عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی داشته است. به منظور بررسی اثر برخی مواد در شرایط تنش شوری در گندم (رقم نارین)، پژوهشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار شامل ۱- شاهد (مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک) ۲- بذرمال (تیمار اول+ بذرمال گندم با نیتروکسین) ۳- محلول‌پاشی اسید آمینه (تیمار اول+ محلول‌پاشی اسید آمینه با غلظت ۵ در هزار) ۴- محلول‌پاشی اسید هیومیک (تیمار اول+ محلول‌پاشی اسید هیومیک با غلظت ۵ در هزار) ۵- محلول‌پاشی اسید فولیک (تیمار اول+ محلول‌پاشی اسید فولیک با غلظت ۵ در هزار) ۶- محلول‌پاشی جلبک دریایی (تیمار اول+ محلول‌پاشی جلبک دریایی با غلظت ۵ در هزار) و ۷- تیمار کامل محرک رشدی (شامل تیمار اول+ تیمارهای ۲، ۳، ۴، ۵، ۶) در سه تکرار در یکی از مزارع شور بخش قمرو استان قم و در پاییز سال ۹۶ اجرا گردید. مصرف کودهای شیمیایی، بر اساس آزمون خاک اعمال شد. نتایج نشان داد، مصرف کلیه محرک‌های رشدی، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، کاه و برخی ویژگی‌های زراعی گندم، نسبت به شاهد داشته است. بیشترین میزان عملکرد دانه و کاه به ترتیب به میزان ۲۹۷۵/۳ و ۴۰۹۹/۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار کامل (تیمار ۷) به دست آمده است.

کلمات کلیدی: اسید آمینه، اسید هیومیک، اسید فولیک، عصاره جلبک دریایی، نیتروکسین

مقدمه

تنش‌های محیطی از جمله عواملی هستند که ما را در استفاده از حداکثر پتانسیل آب، خاک و گیاه در جهت حداکثر تولید دچار محدودیت می‌کنند که از جمله مهمترین این تنش‌ها، تنش‌های شوری می‌باشد. به طور کلی وجود املاح زیاد در خاک یا آب آبیاری بالاتر از حد بهینه مورد نیاز گیاهان آنها را با تنش شوری مواجه می‌سازند. به طور کلی، واکنش گیاه بستگی به شوری ایجاد شده در محیط ریشه گیاه خواهد داشت. به نحوی که در شوری کم، کمبود مواد غذایی بیشتر از شوری، رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و با افزایش مواد غذایی، اثر متقابل مثبت و یا تحمل به شوری بیشتر در گیاه مشاهده می‌شود. در شوری‌های متوسط، کمبود مواد غذایی و شوری تقریباً به طور یکسان باعث محدودیت رشد گیاه می‌شود. در شوری‌های زیاد، تاثیر شوری خاک بر رشد و نمو گیاه بیشتر از کمبود مواد غذایی است (Hu and Schmidhalter, ۱۹۹۷). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که اغلب گیاهان قادرند به طور مستقیم، اسید آمینه را بدون نیاز به معدنی شدن میکروبی و تبدیل آن به آمونیم و نترات جذب کنند (Jones and Hodge, ۱۹۹۹). کاربرد محرک‌های زیستی به‌ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه و غیر زیستی (آمینوکلرات‌ها و اسیدهای آلی) به صورت تلفیق با کودهای شیمیایی، یکی از راهبردهای تغذیه تلفیقی گیاه برای مدیریت پایدار بوم‌نظام‌های کشاورزی و افزایش تولید آنها در سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی می‌باشد. مصرف اسید هیومیک، علاوه بر افزایش رشد ریشه‌ها و به‌ویژه ریشه‌های موئین (Pinton et al., ۱۹۹۹) با افزایش سطح ریشه، به جذب بهتر عناصر غذایی کمک می‌کند (Cesco et al., ۲۰۰۲). همچنین، مصرف اسید فولیک، به شکل خاکی، می‌تواند تاثیر بیشتری در توسعه ریشه نسبت به اسید هیومیک داشته است (Rauthan and Schnitzer, ۱۹۸۱). یافته‌های van Staden و Beckett (۱۹۸۹) نشان داد مصرف جلبک دریایی در گیاهان تحت تنش تغذیه‌ای، باعث افزایش عملکرد گندم گردید. اگرچه، در گیاهانی که در شرایط غیر تنش بودند، مصرف جلبک، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت. یافته‌های Vasconcelos و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد، مصرف اسید هیومیک در ذرت و سویا در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز می‌شود، این آنزیم‌ها نقش مهمی در خنثی سازی رادیکال‌های آزاد در غشاء سلول‌های ریشه دارند. اطلاعات اندکی در خصوص کاربرد محرک‌های رشدی از جمله اسید هیومیک، اسید فولیک، اسید آمینه و جلبک

* ایمیل نویسنده مسئول: mhmirezap@yahoo.com

دریایی در شرایط شور وجود دارد، بنابراین، هدف از انجام این تحقیق، بررسی تاثیر مصرف این محرک‌های رشد بر عملکرد و برخی ویژگی‌های گندم در شرایط شور بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، طی سال زراعی (۱۳۹۶-۱۳۹۷) به منظور تعیین اثر محرک‌های رشد در افزایش تحمل به شوری در مراحل مختلف رشد گندم در شرایط شور منطقه ی شور استان قم (قمروند) با مختصات جغرافیایی 39S، ۵۰۶۹۱۲ شرقی و ۳۸۴۲۳۰۴ شمالی و رده بندی فامیل خاک Fine-Loamy, Mixed, Thermic, Typic Haplocalcids (Soil Survey Staff, ۲۰۱۰) اجرا گردید. این آزمایش در یک مزرعه‌ی دارای خاک شور (شوری خاک حدود ۱۳ دسی زیمنس بر متر و آب آبیاری حدود ۸ دسی زیمنس بر متر) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر روی گندم رقم نارین و در سه تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل ۱- شاهد (مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک) ۲- بذرمال (تیمار اول+ بذرمال گندم با نیتروکسین) ۳- محلول‌پاشی اسید آمینه (تیمار اول+ بذرمال گندم با نیتروکسین) ۴- محلول‌پاشی اسید هیومیک (تیمار اول+ محلول‌پاشی اسید هیومیک طی دو مرحله با غلظت ۵ در هزار) ۵- محلول‌پاشی اسید فولیک (تیمار اول+ محلول‌پاشی اسید فولیک طی دو مرحله با غلظت ۵ در هزار) ۶- محلول‌پاشی جلبک دریایی (تیمار اول+ محلول‌پاشی جلبک دریایی طی دو مرحله با غلظت ۵ در هزار) و ۷- تیمار کامل محرک رشدی (شامل تیمار اول+ تیمار دوم+ تیمار سوم+ تیمار چهارم+ تیمار پنجم+ تیمار ششم) بودند. تمام کود فسفوری و یک چهارم کود نیتروژنی پیش از کاشت و به صورت نواری و بقیه نیتروژن در سه نوبت (انتهای پنجه دهی، اواسط ساقه دهی، ابتدای خوشه دهی) بر اساس آزمون خاک مصرف شد. محلول‌پاشی در دو مرحله پنجه‌دهی و ساقه‌دهی انجام گردید. بذور گندم نارین، در ردیف‌هایی به فاصله ۲۰ سانتیمتر و طول ۷ متر و با تراکم ۴۵۰ بوته در متر مربع در کرت‌هایی به ابعاد ۱۴ متر مربع کاشته شد. برخی ویژگی‌های زراعی گندم مانند ارتفاع، تعداد پنجه در متر مربع، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، شاخص کلروفیل و وزن هزار دانه قبل از برداشت، اندازه‌گیری گردید. همچنین عملکرد دانه و کاه پس از حذف ۰/۵ متر از بالا و پایین هر کرت و دو ردیف کناری اندازه‌گیری و سپس به هکتار تبدیل شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار SAS-9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از تیمارهای آزمایش در مرحله خوشه



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایش (جدول ۳)، مصرف کلیه مواد محرک رشدی، تاثیر معنی‌داری (در سطح ۵ درصد آزمون دانکن) بر عملکرد دانه، کاه، کل و ویژگی‌های وزن هزاردانه، ارتفاع، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، تعداد پنجه در بوته و شاخص کلروفیل برگ گندم رقم نارین نسبت به شاهد داشت. بر این اساس، بالاترین عملکرد دانه، کاه و عملکرد کل، در تیمار کامل (مصرف بذرمال محرک رشد به همراه اسید هومیک، اسید فولویک، اسید آمینه و جلبک دریایی) به دست آمد (جدول ۴). همچنین، عملکرد دانه در تیمار اسید هومیک و اسید فولویک در کلاس بعدی آماری قرار داشت (جدول ۴). بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بالاترین مقادیر میانگین ویژگی‌های وزن هزاردانه، ارتفاع، تعداد دانه در خوشه، تعداد پنجه در بوته و شاخص کلروفیل برگ به ترتیب در تیمارهای بذرمال محرک رشد، مصرف اسید آمینه، مصرف اسید هومیک یا اسید فولویک، مصرف اسید هومیک و تیمار کامل (مصرف بذرمال محرک رشد به همراه اسید هومیک، اسید فولویک، اسید آمینه و جلبک دریایی) به دست آمد.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه مورد کشت در آزمایش

Mn	Cu	Zn	Fe	K	P	O.C	T.N.V	pH	EC _e	SP	بافت	عمق
mg.kg ⁻¹						%	%		dS.m ⁻¹	%		
۶/۵	۰/۷۲	۰/۷۵	۴/۸	۳۴۰	۱۲/۲	۰/۴	۲۰/۹	۷/۵	۱۳/۵	۳۳	SL	۰-۳۰

جدول ۲- نتایج شیمیایی تجزیه آب آبیاری (میلی اکی‌والان در لیتر)

SAR*	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	pH	EC	ردیف
											dS.m ⁻¹
۱۳/۷	۰/۱۰	۵۰/۲	۹/۳	۱۷/۴	۲۳/۲	۵۱/۷	۲/۱	-	۷/۶	۸	۱

نتایج تحقیق حاضر، با نتایج سایر پژوهش‌ها هم‌خوانی دارد به گونه‌ای که با مصرف اسید آمینه (Jones and Hodge, ۱۹۹۹)، اسید هیومیک (Cesco et al., ۲۰۰۲)، اسید فولویک (Rauthan and Schnitzer, ۱۹۸۱) و جلبک دریایی (Beckett and van Staden, ۱۹۸۹) افزایش عملکرد گیاه گزارش شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر مواد محرک رشد بر عملکرد دانه، کاه و برخی ویژگی‌های زراعی گندم نارین

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد کل	وزن هزار دانه	ارتفاع	تعداد دانه در خوشه	طول خوشه	تعداد پنجه در بوته	شاخص کلروفیل
بلوک	۲	۲۵۸۱	۶۳۱۷	۱۶۹۲۴	۰/۰۱۸	۰/۹۹*	۰/۰۷	۰/۰۰۶*	۰/۰۴	۴/۰۳*
محرک رشد	۶	۳۷۵۱۹۰**	۴۹۷۸۴۰/۷**	۱۶۵۵۱۲۳**	۱۰/۴۷**	۱۰/۴**	۱/۸۳**	۰/۶۶**	۰/۶۶*	۴۱/۹۵*
خطای آزمایش	۱۲	۱۸۵۳/۷	۴۰۷۹/۳	۱۱۲۳۷	۰/۰۲۲	۰/۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱	۰/۲۱	۰/۶۱
ضریب تغییرات	-	۷/۱	۸/۱	۷/۱	۶/۳	۶/۶	۶/۵	۴/۴	۱۷/۳۵	۸/۱

** و * به ترتیب معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪ آزمون دانکن.

جدول ۴- اثر مواد محرک رشد بر عملکرد دانه، کاه و برخی ویژگی‌های زراعی گندم نارین

نوع مواد محرک رشد	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد کل	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد دانه در خوشه	طول خوشه (سانتیمتر)	تعداد پنجه در بوته	شاخص کلروفیل
شاهد	۱۹۰۲/۷ ^e	۳۱۰۴ ^e	۵۰۰۶ ^e	۳۹/۸ ^f	۷۱ ^d	۲۲/۵ ^e	۷/۷۳ ^e	۲/۰ ^c	۴۰/۳۳ ^d
اسیدآمین	۲۴۹۹/۳ ^c	۳۳۱/۷ ^d	۵۸۱۱ ^c	۴۳/۰۶ ^b	۷۴/۳۳ ^b	۲۴/۸ ^a	۸/۴۰ ^c	۲/۶۶ ^{abc}	۴۶/۱۷ ^b
جلبک	۲۴۵۷ ^c	۳۳۴۷ ^d	۵۸۰۴ ^c	۳۹/۷ ^f	۷۲/۳۳ ^c	۲۳/۵۳ ^d	۸/۴۳ ^c	۲/۳۳ ^{bc}	۴۱/۰ ^d
بذر مال	۲۳۶۹ ^d	۳۱۴۱ ^e	۵۵۱۰ ^d	۴۴/۶۳ ^a	۷۵/۳۳ ^a	۲۴/۳۳ ^{bc}	۸/۱۱ ^d	۳/۰ ^{ab}	۴۱/۳۳ ^d
هومیک	۲۷۸۹ ^b	۳۹۴۲ ^b	۶۷۳۰/۷ ^b	۴۰/۹ ^d	۷۰/۰ ^e	۲۴/۴ ^{bc}	۹/۰۶ ^a	۳/۳ ^a	۴۳/۰ ^c
فولویک	۲۷۷۴/۳ ^b	۳۸۲۶/۷ ^c	۶۶۰۱/۰ ^b	۴۰/۱ ^e	۷۲/۰ ^c	۲۴/۵ ^b	۹/۰ ^a	۲/۳۳ ^{bc}	۴۳/۱۷ ^c
کامل	۲۹۷۵/۳ ^a	۴۰۹۹/۷ ^a	۷۰۷۵ ^a	۴۲/۱۵ ^c	۷۱/۶۷ ^{cd}	۲۴/۱۵ ^c	۸/۶۴ ^b	۳/۰ ^{ab}	۴۸/۳۳ ^a

در هر ستون، مقادیر با حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند



یکی از اثرهای منفی شوری، اختلال در جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌باشد. در شرایط شوری خاک، جذب پتاسیم به‌علت رقابت با سدیم، مختل می‌گردد و بنابراین، نسبت پتاسیم به سدیم کاهش می‌یابد (Cramer و همکاران، ۱۹۸۷). به نظر می‌رسد، مصرف کلیه مواد محرک رشد در شرایط آزمایش حاضر، توانسته تحمل گیاه به تنش را با استفاده از جذب بیشتر پتاسیم نسبت به سدیم افزایش دهد و این امر به بهبود رشد و عملکرد گیاه منجر شده است. بررسی نسبت پتاسیم و سدیم در برگ پرچم گندم در تیمارهای مختلف (اطلاعات ارائه نشده) نشان داد، بالاترین این نسبت در تیمار ۷ (تیمار کامل) مشاهده گردید. همچنین، پایین‌ترین این نسبت در تیمار شاهد به‌دست آمد که این تیمار، دارای پایین‌ترین میزان عملکرد دانه و کاه بود. سایر تیمارها نیز دارای مقادیر مختلفی از این نسبت بودند که متناسب با عملکرد گندم متغیر بود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج تحقیق حاضر، مصرف کلیه مواد محرک رشد با هم، دارای بالاترین عملکرد دانه و کاه بود و پس از آن مصرف اسید هیومیک و اسید فولویک قرار داشتند. لذا، در شرایط فوق، تیمار کامل قابل توصیه می‌باشد. به‌نظر می‌رسد از آنجا که غالب پژوهش‌ها بیان می‌کنند، بیش‌ترین تاثیر این محرک‌های رشد بر ریشه و محیط آن باشد، و لذا، در تحقیقات آتی، پیشنهاد می‌گردد مصرف حاکی این مواد مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

منابع:

- Beckett, R. P. and Van Staden, J. 1989. The effect of seaweed concentrate on the growth and yield of potassium stressed wheat. *Plant and Soil*. 116, 29-36.
- Cesco, S., Nikolic, M., Romheld, V., Varanini, Z., and Pinton, R. 2002. Uptake of ^{59}Fe from soluble ^{59}Fe -humate complexes by cucumber and barley plants. *Plant and Soil*. 241, 121-128.
- Cramer, R., Y. Haly, A. Lauchli and E. Epstein. 1987. Influx of Na^+ , K^+ , Ca^{++} into roots of salt-stressed cotton seedling. *Journal of Plant Physiology*. 510-516.
- Hu, Y. and Schmidhalter, U. 1997. Interactive effect of salinity and macronutrient level on wheat. I. Composition. *Journal of Plant Nutrition*, 20(9), 1169-1182.
- Jones, D. L. and Hodge, A. 1999. Biodegradation kinetics and sorption reactions of three differently charged amino acids in soil and their effects on plant organic nitrogen availability. *Soil Biology and Biochemistry*, 31, 1331-1342.
- Pinton, R., S., Cesco, S., Santi, S., Agnolon, F., and Varanini, Z. 1999. Water extractable humic substances enhance iron deficiency responses by Fe deficient cucumber plants. *Plant and Soil*. 210, 145-157.
- Rauthan, B. S., and Schnitzer, M. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of Cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*. 63, 491-495.
- Stevenson, F. J. 1982. *Nitrogen in Agricultural Soils*. Soil Science Society of America, Inc., Crop Science Society of America Inc., Madison, WI.
- Vasconcelos, A. C. F., Zhang, X. Z., Ervin, E. H., and Kiehl, J. D. 2009. Enzymatic antioxidant responses to bio stimulants in maize and soybean subjected to drought. *Scientia Agricola*. 66(3), 395-402.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of Plant Growth Bio Stimulant on Wheat Yield and Yield Components under Salt Stress Conditions

Mirzapour^{*1}, M. H., Naeini, M.R.

^{1*} Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

² Assistant Prof. Horticulture Crops Research Department, Qom Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Abstract

In recent years, increasing environmental stresses such as salinity has had a significant impact on the quantitative and qualitative yield of agricultural products. In order to investigate the effect of some materials in salinity stress conditions in wheat (Narin cultivar), on the fall 2017 year, a randomized complete blocks design in three replications carried out at one of the Qomroud saline fields in Qom province with seven treatments including 1- control (fertilizer application based on soil test) 2- seed coated (first treatment + coating seed with nitroxin) 3. Foliar application of amino acid (first treatment + spraying 5 gr.lit⁻¹ amino acid) 4. Spraying humic acid (first treatment + spraying 5 gr.lit⁻¹ humic acid) 5. Spraying folic acid (treatment First + spraying 5 gr.lit⁻¹ folic acid) 6. Spraying seaweed (First treatment + foliar application 5 gr.lit⁻¹ seaweed) and 7- complete treatment (including first treatment + 2, 3, 4, 5 and 6). The application of fertilizers was based on soil test. The results showed that the use of all growth bio stimulant had a significant effect on grain yield, straw and some wheat characteristics compared to the control. The highest grain yield and straw yield were 2975.3 and 4099.77 kg .ha⁻¹, respectively were obtained in the complete treatment (treatment 7).

Keywords: Amino Acid, Humic Acid, Folic Acid, Seaweed Extract, Nitroxin

* Corresponding author, Email: mhmirzap@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر سطوح مختلف تنش شوری و کود فسفر بر برخی خصوصیات خاک و گیاه

احسان ادیبی مقدم^۱، امیر بستانی^۲، سمانه خلیلی^{۱*}^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران^۲ دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران

چکیده

شوری به‌عنوان یکی از تنش‌های محیطی و یکی از عوامل کاهش رشد گیاهان است. با افزایش شوری خاک، جذب عناصر غذایی توسط گیاه کاهش می‌یابد. یکی از عملیات مدیریتی که به کنترل شوری و استفاده از اراضی با آب شور کمک می‌کند کشت گیاهان مقاوم به شوری در مناطق شور است که گیاه سالیکورنیا گزینه مناسبی برای این منظور است. سالیکورنیا گونه پرسیکا (*Salicornia persica A*) دارای پتانسیل آبیاری با آب شور و رشد در زمین‌های شور و کم آب است. فسفر به‌عنوان یک عنصر ضروری و پرمصرف نقش مهمی در فرایند رشد گیاه ایفا می‌کند. در این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری و فسفر بر رشد گیاه سالیکورنیا آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار شوری آب آبیاری (شاهد، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) و ۴ تیمار فسفر (شاهد، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار) با ۳ تکرار در محل گلخانه و آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام گردید. نتایج نشان داد که افزودن شوری از طریق آب آبیاری موجب افزایش ECE گردید و شوری خاک در سطح ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۵۸/۱۲ دسی‌زیمنس بر متر رسید که با توجه به بالا بودن شوری خاک گیاه قادر به رشد بود. افزایش شوری منجر به افزایش حلالیت فسفر در خاک گردید. در بررسی اثر شوری و فسفر بر ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی گیاه مشاهده گردید که با افزایش شوری آب آبیاری ارتفاع گیاه کاهش یافته و وزن خشک اندام هوایی گیاه تغییر چندانی نکرد.

کلمات کلیدی: تنش شوری، جذب عناصر غذایی، سالیکورنیا پرسیکا، گیاهان مقاوم به شوری

مقدمه

شوری یکی از گسترده‌ترین تهدیدهای جهانی زیست‌محیطی برای تولید محصولات کشاورزی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، آینده تولید محصولات کشاورزی به‌طور فزاینده به توانایی ما برای رشد گیاهان در زمین‌های شور و حاشیه‌ای با استفاده از آب شور بستگی دارد. روش اول جهت تولید محصولات کشاورزی پایدار در زمین‌های شور، دست‌کاری ژنتیکی گیاهان و روش دوم کشت گیاهان نمک دوست است (Eisa و همکاران، ۲۰۱۲). پاسخ گیاهان به شوری بسته به نوع و سطح نمک، ژنوتیپ و مرحله رشد گیاه متفاوت است (Koyro و همکاران، ۲۰۰۷). شوری خاک یا آب، علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌کنند (Levitt، ۱۹۸۰). شوری به دلیل رقابت یون‌های سدیم و کلر با پتاسیم، کلسیم و نیترات باعث عدم تعادل مواد مغذی می‌شود (Grattan و Grieve، ۱۹۹۹). تنش شوری رشد گیاه را به خاطر مسمومیت‌زایی یون خاص (مثل سدیم و کلر) و عدم تعادل یونی که بر عناصر در گیاه دارد، کاهش می‌دهد (El-Wahab، ۲۰۰۶). افزایش NaCl به افزایش سدیم و کلر و همچنین کاهش فسفر، پتاسیم، کلسیم، نیتروژن و منیزیم منجر می‌شود (Nazari و Tabatabaie، ۲۰۰۷) و همکاران (Baghalian) (۲۰۰۸).

تخمین زده می‌شود که در ۴۰-۳۰٪ زمین‌های زراعی در جهان، بهره‌وری محصولات توسط فسفر محدود می‌شود که این محدودیت زیست محیطی دارای اهمیت ویژه‌ای در خاک‌های شور متأثر از املاح آهکی است زیرا سدیم تبادلی زیاد، منجر به شکل‌گیری نمک‌های قلیایی مانند کربنات یا بی‌کربنات سدیم و در نتیجه افزایش pH خاک می‌شوند که گیاهان رشد کرده در چنین خاکی به‌طور هم‌زمان تحت تنش شوری و کمبود فسفر قرار می‌گیرند. فسفر افزوده شده به خاک‌های شور، رشد محصول و عملکرد را در ۳۴ از ۳۷ محصول زراعی مطالعه شده بهبود بخشیده است اما لزوماً باعث افزایش تحمل گیاهان به شوری نمی‌شود (Talbi و همکاران، ۲۰۱۱).

سالیکورنیا به‌عنوان یک گیاه شورزی به‌منظور تولید روغن و علوفه شناخته شده است و از معدود گیاهانی است که شوری‌های بالا تا ۷۰ گرم بر لیتر را تحمل می‌کند (Glenn, 1991). با توجه به اینکه آبیاری این گیاه به کمک آب دریا که دارای شوری کلرید سدیم بالا است حتی باعث افزایش رشد این گونه می‌شود. استفاده از این گونه جهت کشت در مناطق شور و آبیاری با آب‌های شور می‌تواند در مدیریت بحران کمبود آب شیرین نقش بسزایی را ایفا کند (درویشی و همکاران، ۱۳۹۳).

* Khalili_s68@yahoo.com

منابع تغییرات	درجه آزادی	ECe	pH	سدیم خاک	پتاسیم خاک
EC	۵	۱۴۶۷۳/۲۶**	۰/۵۲**	۸۳۱۹۷۶۸۵۰**	۱۱۳۳۲۲/۲۵**
P	۳	۳۹/۲۵**	۰/۰۳۱ ^{ns}	۱۸۴۴۲۴۹**	۲۹۶/۴۲ ^{ns}
EC×P	۱۵	۲۸/۸۳**	۰/۱۰**	۳۸۹۲۹۶ ^{ns}	۳۰۹/۳۶**
خطا		۲/۶۳	۰/۲۰	۵۰۸/۷۹	۱۱/۸۹
ضریب تغییرات		۷/۴۶	۲/۵۵	۶/۳۴	۶/۲۵

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس غلظت سدیم، پتاسیم و فسفر گیاه در سطوح مختلف شوری و فسفر

منابع تغییرات	درجه آزادی	سدیم گیاه	پتاسیم گیاه	فسفر گیاه
EC	۵	۹۶/۲۷**	۰/۳۱**	۶۶۷۶۲۸/۱۱**
P	۳	۶/۴۱**	۰/۰۱ ^{ns}	۹۵۷۸۰/۶۱ ^{ns}
EC×P	۱۵	۴/۱۶**	۰/۳۴**	۱۸۶۰۷۴/۶۳**
خطا		۱/۰۱	۰/۳۱	۲۳۶/۸۲
ضریب تغییرات		۶/۴۶	۱۸/۳۳	۱۷/۵۷۷

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول (۴) تجزیه واریانس وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع گیاه در سطوح مختلف شوری و فسفر را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بین اثر سطوح مختلف تیمار شوری آب آبیاری با وزن خشک و ارتفاع گیاه در سطح یک درصد ارتباط معنی داری وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف فسفر با ارتفاع گیاه در سطح یک درصد ارتباط معنی دار وجود دارد.

جدول ۴: تجزیه واریانس وزن خشک و ارتفاع گیاه در سطوح مختلف شوری و فسفر

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک گیاه	ارتفاع گیاه
EC	۵	۰/۲۶**	۳۹/۳۱**
P	۳	۰/۲۲ ^{ns}	۷۲/۸۶**
EC×P	۱۵	۰/۳۸**	۱۲/۵۳**
خطا		۰/۱۹	۱/۷۶
ضریب تغییرات		۰/۱۹	۷/۱۲

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

مقایسه میانگین برخی خصوصیات خاک و گیاه را پس از کاربرد سطوح مختلف شوری آب آبیاری در جدول (۵) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است شوری آب آبیاری، بیشترین تأثیر را بر میزان EC_e خاک و غلظت سدیم در خاک داشت. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری مقداری EC_e به‌طور معنی داری افزایش یافت به‌طوری که، در شوری آب آبیاری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، EC_e به میزان ۵۸/۱۲ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا کرد که رشد ۳۳۴/۷ درصدی نسبت به EC_e شاهد نشان داد که به دلیل افزودن نمک NaCl از طریق آب آبیاری به خاک است. با افزایش شوری مقدار pH عصاره اشباع خاک نیز در شوری‌های آب آبیاری اعمال شده نسبت به شاهد کاهش یافت. این کاهش می‌تواند ناشی از اثر رقت ایجاد شده بر اثر افزایش غلظت و قدرت یونی محلول خاک باشد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش سطح شوری آب آبیاری غلظت سدیم در خاک به‌طور معنی داری افزایش یافت به‌طوری که، در بالاترین سطح شوری آب آبیاری، غلظت سدیم در خاک ۳۶۷/۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد، این نتایج با یافته‌های Hariadi و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. به دنبال افزایش غلظت سدیم در خاک غلظت سدیم در گیاه نیز افزایش یافت به‌طوری

که؛ در شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر که بالاترین شوری داده شده به خاک بود غلظت سدیم در گیاه ۲۸/۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. مقایسه میانگین سطوح شوری آب آبیاری با پتاسیم محلول خاک نشان داد که با افزایش شوری مقدار پتاسیم محلول نیز افزایش یافت که به نظر می‌رسد با افزایش نمک کلرید سدیم از طریق آب آبیاری به خاک، سدیم محلول در خاک افزایش یافته و در نتیجه جایگزین پتاسیم موجود در مکان‌های تبدالی شده و غلظت پتاسیم محلول در خاک افزایش پیدا کرد، افزایش پتاسیم محلول خاک با افزایش جذب پتاسیم در گیاه همراه بود که با نتایج راوری و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. Jacoby (۱۹۹۹) ذکر کرد که تجمع پتاسیم نشان دهنده سازگاری گیاهان به شوری است و گیاهان هالوفیت توانایی بالاتری در جذب پتاسیم دارند. افزایش سطح شوری آب آبیاری غلظت فسفر در گیاه با افزایش شوری آب آبیاری تا سطح ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر ۲۲/۷۱ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد، به نظر می‌رسد افزایش غلظت کلر ناشی از افزایش کلرید سدیم اضافه شده به خاک از طریق آب آبیاری باعث ایجاد اثرات رقابتی بین آنیون کلر با ارتوفسفات‌های اولیه و ثانویه و در نتیجه خروج آن‌ها از مکان‌های جذب (پیوند یافته با کربنات‌ها، ترکیبات آلی و ...) شده است که منجر به افزایش مقدار فسفر قابل دسترس در خاک و در نتیجه افزایش غلظت فسفر در گیاه می‌شود. این نتایج با که با نتیجه تحقیقات (Navarro و همکاران، ۲۰۰۱؛ Loupassaki و همکاران، ۲۰۰۲) مطابقت دارد. زاهدی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اثر ۳ سطح شوری ۰، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار بر جذب برخی عناصر غذایی در گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که در سطوح ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار شوری، غلظت فسفر در گیاه به صورت معنی داری (در سطح ۵٪) افزایش یافت.

نتایج مقایسه میانگین برخی خصوصیات خاک و گیاه پس از کاربرد سطوح مختلف فسفر در جدول (۶) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش فسفر در خاک غلظت فسفر در گیاه تغییر چندانی نکرد. با توجه به اینکه غلظت فسفر در خاک اولیه قبل از اعمال تیمارها ۱۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود، این مقدار برای رشد گیاه سالیکورنیا حد مطلوب بوده و افزایش سطوح فسفر به خاک تأثیری بر جذب فسفر گیاه نداشت. با افزایش فسفر خاک تغییر معنی‌داری در سایر پارامترها مشاهده نشد.

جدول ۵: مقایسه میانگین pH، EC، غلظت سدیم و پتاسیم خاک، غلظت فسفر، سدیم و پتاسیم در سطوح مختلف شوری

Plant K	Plant Na	Plant P	Soil K	Soil Na	pH	EC _e	شوری
درصد			mg l ⁻¹		-	dS m ⁻¹	dS m ⁻¹
۱/۷۲ ^{ab}	۱۳/۳ ^e	۰/۱۲ ^c	۱۲۷/۵۳ ^f	۲۸۳۹/۷ ^f	۷/۹۱ ^a	۱۳/۳۷ ^f	شاهد
۱/۶۹ ^{abc}	۱۴/۷۶ ^d	۰/۱۲ ^c	۱۴۵/۹۳ ^c	۴۳۸۵/۴ ^c	۷/۸۲ ^b	۲۰/۱۰ ^e	۴
۱/۷۰ ^{abc}	۱۵/۸۹ ^c	۰/۱۳ ^b	۱۷۶/۶۵ ^d	۶۳۱۶/۴ ^d	۷/۷۶ ^b	۲۸/۸۴ ^d	۸
۱/۸۲ ^a	۱۶/۶۴ ^b	۰/۱۵ ^a	۲۰۷/۳۷ ^c	۹۶۱۴/۴ ^c	۷/۶۲ ^c	۴۰/۵۲ ^c	۱۶
۱/۵۸ ^c	۱۶/۳۸ ^b	۰/۱۴ ^b	۲۳۴/۳۶ ^b	۱۱۷۰/۱۱ ^b	۷/۸۱ ^b	۵۰/۳۶ ^b	۲۴
۱/۶۴ ^{bc}	۱۷/۱۲ ^a	۰/۱۵ ^a	۲۴۹/۲۶ ^a	۱۳۲۷۵/۸ ^a	۷/۶۷ ^c	۵۸/۱۲ ^a	۳۲

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

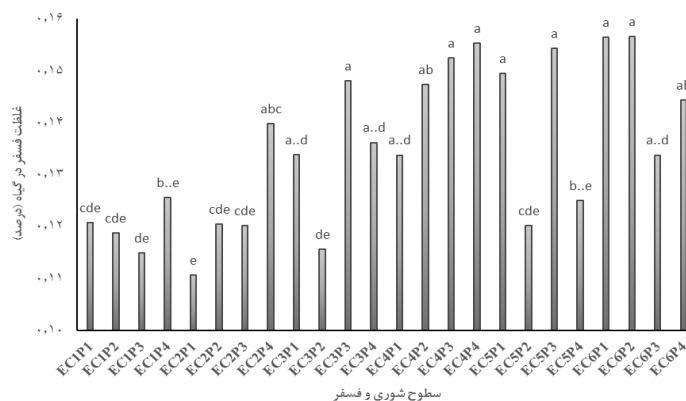
جدول ۶: مقایسه میانگین pH، EC، غلظت سدیم و پتاسیم خاک، غلظت فسفر، سدیم و پتاسیم در سطوح مختلف فسفر

Plant K	Plant Na	Plant P	Soil K	Soil Na	Ph	EC _e	فسفر
درصد					-	dS m ⁻¹	Kg ha ⁻¹
۱/۶۸ ^a	۱۵/۲۶ ^b	۰/۱۳ ^a	۱۹۲/۶۲ ^a	۸۲۰۶/۶۳ ^a	۷/۷۵ ^a	۳۵/۸۴ ^a	شاهد
۱/۶۸ ^a	۱۵/۹۵ ^a	۰/۱۳ ^a	۱۸۸/۱۳ ^b	۷۹۶۳/۰۸ ^{bc}	۷/۷۹ ^a	۳۴/۷۵ ^b	۵۰
۱/۷۰ ^a	۱۵/۷۸ ^a	۰/۱۴ ^a	۱۹۱/۰۳ ^{ab}	۸۰۸۴/۸۵ ^{ab}	۷/۷۶ ^a	۳۵/۸۶ ^a	۱۰۰
۱/۷۰ ^a	۱۵/۷۵ ^a	۰/۱۴ ^a	۱۸۸/۹۶ ^{ab}	۷۸۳۴/۰۳ ^c	۷/۷۵ ^a	۳۴/۴۳ ^b	۲۰۰

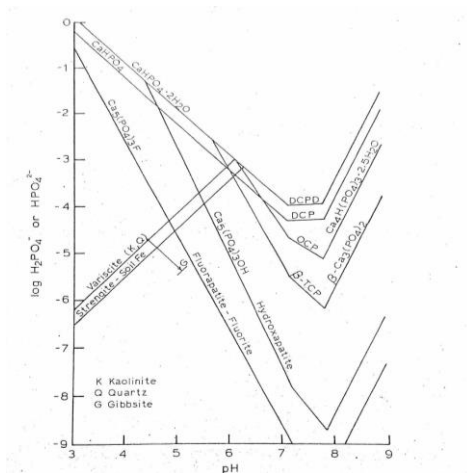
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

نمودار (۱) نتیجه حاصل از مقایسه میانگین اثر شوری و فسفر بر جذب فسفر گیاه است. با افزایش سطح فسفر در خاک غلظت فسفر در گیاه نیز افزایش پیدا کرد که با نتایج Marschner و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همچنین با افزایش شوری نیز غلظت فسفر در گیاه افزایش کرد، این گونه می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سطح شوری و فسفر مقدار جذب فسفر در گیاه نیز افزایش پیدا کرده است. به نظر می‌رسد افزایش غلظت کلر ناشی از

افزایش کلرید سدیم اضافه شده به خاک از طریق آب آبیاری باعث ایجاد اثرات رقابتی بین آنیون کلر با ارتوفسفات‌های اولیه و ثانویه و در نتیجه خروج آن‌ها از مکان‌های جذب (پیوند یافته با کربنات‌ها، ترکیبات آلی و ...) شده است که منجر به افزایش مقدار فسفر قابل دسترس در خاک و در نتیجه افزایش غلظت فسفر در گیاه می‌شود. این نتایج با که با نتیجه تحقیقات (Navarro و همکاران، ۲۰۰۱؛ Loupassaki و همکاران، ۲۰۰۲) مطابقت دارد. همچنین با افزایش شوری خاک pH خاک کاهش یافته است که خود موجب حلالیت و جذب بیشتر فسفر توسط گیاه شد. در شکل (۱) دیاگرام حلالیت-pH برای فسفر به خوبی نشان دهنده تأثیر کاهش pH بر حلالیت فسفر را نشان می‌دهد. قولر عطا و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقاتی مشاهده کردند که با افزایش سطوح شوری و فسفر جذب توسط گیاه افزایش یافته و موجب افزایش غلظت فسفر در گیاه می‌شود.



نمودار ۱: تأثیر سطوح شوری و فسفر بر غلظت فسفر در گیاه

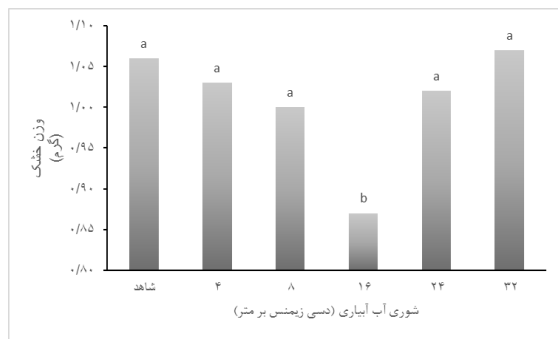


شکل ۱: دیاگرام حلالیت فسفر-pH

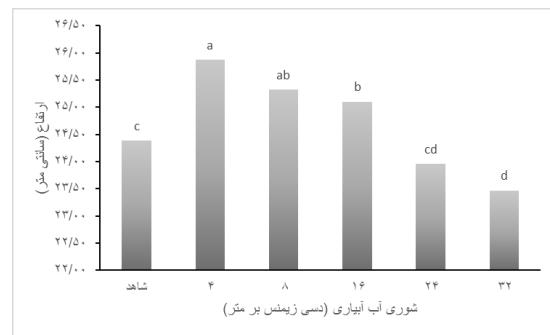
نمودار (۲) نتیجه مقایسه میانگین تأثیر سطوح شوری آب آبیاری را بر ارتفاع گیاه سالیکورنیا نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری آب آبیاری در ابتدا موجب تحریک رشد و ارتفاع گیاه گردید. در سطح شوری آب آبیاری ۴ دسی زیمنس بر متر بیشترین ارتفاع را داشت اما با افزایش شوری از ارتفاع گیاه کاسته شد. مطالعات نشان می‌دهد در برخی گیاهان به‌ویژه گیاهان مقاوم به شوری، غلظت‌های پایین سدیم در مقایسه با عدم حضور سدیم می‌تواند سبب تحریک رشد به دلیل اثر آن بر رشد سلول و موازنه آب گیاهان شود (Alshameri و همکاران، ۲۰۱۷ و مظلومی و رونقی، ۱۳۸۹). Alshameri و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی اثر ۴ سطح شوری صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرو مولار بر دو گونه گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba L. Taub.*) نتیجه گرفتند که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به سطح شوری ۷۵ میکرو مولار بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب

آبیاری تا ۳۲ دسی زمینس بر متر ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد ۳/۷ درصد کاهش یافت که با نتایج (Yazar و همکاران، ۲۰۱۵ و Koyro و همکاران، ۲۰۰۷) مطابقت دارد.

نمودار (۳) نتیجه مقایسه میانگین تأثیر سطوح شوری آب آبیاری را بر وزن خشک بخش هوایی گیاه سالیکورنیا نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که در سطح شوری آب آبیاری ۱۶ دسی زمینس بر متر وزن خشک ۱۷/۹۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. در صورتی که با در نظر نگرفتن سطح شوری آب آبیاری ۱۶ دسی زمینس بر متر، با افزایش شوری وزن خشک گیاه تغییر چندانی نکرد.



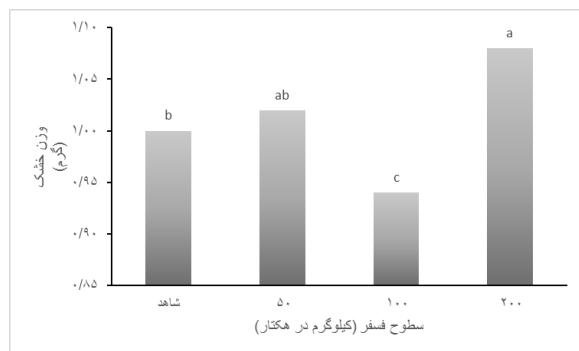
نمودار ۳: تأثیر سطوح شوری آب آبیاری بر وزن خشک گیاه



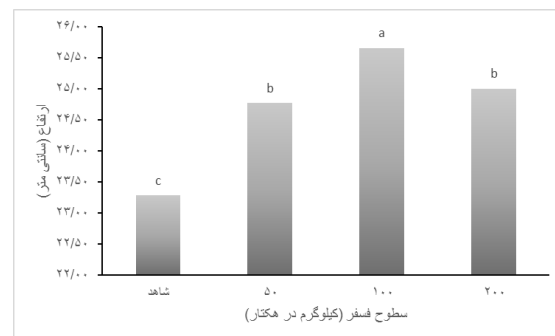
نمودار ۲: تأثیر سطوح شوری آب آبیاری بر ارتفاع گیاه

نمودار (۴) نتیجه مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف فسفر را بر ارتفاع گیاه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که افزودن فسفر به مقدار ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به خاک به ترتیب باعث افزایش ۶/۴، ۱۰/۲۲ و ۷ درصدی ارتفاع نسبت به شاهد شد. همچنین شکل (۱۳-۳) نتیجه مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف فسفر بر وزن خشک گیاه را نشان می‌دهد.

نمودار (۵) نتیجه مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف فسفر را بر ارتفاع گیاه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک مربوط به سطح فسفر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است که موجب افزایش ۸ درصدی وزن خشک گیاه نسبت به شاهد شد.



نمودار ۴: تأثیر سطوح فسفر بر وزن خشک گیاه



نمودار ۵: تأثیر سطوح فسفر بر ارتفاع گیاه

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که افزودن شوری از طریق آب آبیاری موجب افزایش EC_e شد به گونه‌ای که شوری خاک در سطح ۳۲ دسی زمینس بر متر در آب آبیاری به میزان ۵۸/۱۲ دسی زمینس بر متر رسید (افزایش ۱۱۴/۷ درصدی نسبت به شاهد). همچنین نتایج نشان داد افزایش شوری منجر به کاهش pH عصاره اشباع خاک و افزایش حلالیت فسفر در خاک شد. در مجموع با توجه به تحمل شوری بالای گیاه سالیکورنیا و با توجه به آهکی بودن



خاک‌های ایران و مشکل کمبود عناصر و اهمیت آن‌ها در رشد گیاه می‌تواند با کشت سالیکورنیا در مناطق با آب شور امکان بهره‌گیری از این اراضی را فراهم آورد.

منابع:

درویشی، ع. ملکی، م. آقاله، م؛ و جولایی، ز. ۱۳۹۳. بررسی اثر کلرید سدیم بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی گیاه سالیکورنیا (*Salicornia persica*)، اولین کنگره ملی زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران، تهران، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، انجمن حمایت از طبیعت ایران.

راوری، سید ذبیح‌الله، دهقانی، نقوی و هرمزد. ۲۰۱۶. ارزیابی تحمل به شوری ارقام گندم نان بر اساس شاخص‌های تحمل مبتنی بر نسبت پتاسیم به سدیم برگ پرچم. تحقیقات غلات، ۶(۲)، ۱۳۳-۱۴۴.

زاهدی فر مریم، رونقی عبدالمجید، موسوی سیدعلی اکبر و صفرزاده شیرازی صدیقه (۱۳۸۹). تاثیر سطوح شوری و نیتروژن بر رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی گوجه فرنگی تحت شرایط آب‌کشت. علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای / سال اول / شماره دوم / تابستان ۱۳

قولر عطا، م. رئیسی، ف و نادیان، ح. ۱۳۸۷. اثرات متقابل شوری و فسفر بر رشد و عملکرد و جذب عناصر در شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum L.*) مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۶(۱)، ۱۲۶-۱۱۷

مظلومی فرهاد، رونقی عبدالمجید (۱۳۹۰): اثر شوری و فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم اسفناج. علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای / سال سوم / شماره نهم / بهار ۱۳

Alshameri, A., Al-Qurainy, F., Khan, S., Nadeem, M., Gaafar, A. R., Tarroum, M., ... & Ashraf, M. 2017. appraisal of guar [*cyamopsis tetragonoloba* (L.) taub.] accessions for forage purpose under the typical saudi arabian environmental conditions encompassing high temperature, salinity and drought. *Pak. J. Bot*, 49(4), 1405-1413.

Bernstein, L., Francois, L. E., & Clark, R. A. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. *Agronomy Journal*, 66(3), 412-421

Bernstein, L., Francois, L. E., & Clark, R. A. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. *Agronomy Journal*, 66(3), 412-421

Eisa, S, Hussin, S, Geissler, N, Koyro, H.W. 2012, Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a potential cash crop halophyte, *Australian journal of crop science*, AJCS 6(2):357-368

El-Wahab, A. 2006. The efficiency of using saline and fresh water irrigation as alternating methods of irrigation on the productivity of *Foeniculum vulgare* Mill subsp. *vulgare* var. *vulgare* under North Sinai conditions. *Res J Agr Biol Sci*, 2(6), 571-7.

Glenn, E. P., Brown, J. J., & Blumwald, E. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. *Critical reviews in plant sciences*, 18(2), 227-255.

Glenn, E.P., O'Leary, J.W., Watson, M.C., Thompson, T.L., Kuehl, R.O. 1991. *Salicornia bigelovii* Torr, an oil seed halophyte for seawater irrigation. *Science* 251, 1065-1067

Grattan, S. R., & Grieve, C. M. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. *Handbook of plant and crop stress*, 2, 203-229.

Greenway, H., & Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual review of plant physiology*, 31(1), 149-190.

Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S. E., & Shabala, S. 2010. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of experimental botany*, 62(1), 185-193.

Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S. E., & Shabala, S. 2010. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of experimental botany*, 62(1), 185-193.

Hoffman, G. J., Maas, E. V., Prichard, T. L., & Meyer, J. L. 1983. Salt tolerance of corn in the Sacramento-San Joaquin Delta of California. *Irrigation Science*, 4(1), 31-44.

Jacoby, B. 1999. Mechanisms involved in salt tolerance of plants. PP. 97-123. *In: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress*, Marcel Dekker Inc., New Yor

Jacoby, B. 1999. Mechanisms involved in salt tolerance of plants. PP. 97-123. *In: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress*, Marcel Dekker Inc., New Yor

Jones Jr, J. B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC press.

Kalra, Y. (Ed.). 1997. *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC press



- Koyro, Hans-Werner & Eisa, Sayed Said .2007. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa Willd*, *Plant Soil* (2008) 302:79–90
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses*. Academic Press
- Loupassaki, M. H., Chartzoulakis, K. S., Digalaki, N. B., & Androulakis, I. I. 2002. Effects of salt stress on concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and sodium in leaves, shoots, and roots of six olive cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 25(11), 2457-2482.
- Marschner, P., Z. Solaman and Z. Rengel. 2007. Brassica genotype differ in growth, phosphorus uptake and rhizosphere properties under P-limiting condition. *Soil Biol. Biochem.* 39: 87-99.
- Navarro, J. M., Botella, M. A., Cerdá, A., & Martinez, V. 2001. Phosphorus uptake and translocation in salt-stressed melon plants. *Journal of plant physiology*, 158(3), 375-381.
- Olsen S, Cole C, Watanabe F, Dean L. 1954 Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular Nr 939, US Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- Tabatabaie, S. J., & Nazari, J. 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(4), 245-253.
- Talbi Zribi, O., Abdelly, C., & Debez, A. 2011. Interactive effects of salinity and phosphorus availability on growth, water relations, nutritional status and photosynthetic activity of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Biology*, 13(6), 872-880
- Yazar, A., Incekaya, Ç., Sezen, S. M., & Jacobsen, S. E. 2015. Saline water irrigation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under Mediterranean conditions. *Crop and Pasture Science*, 66(10), 993-1002.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of salinity stress and Phosphorus on Some Properties of Soil and Salicornia Plant (*Salicornia persica* A.)

Ehsan Adibi Moghaddam¹, Amir Bastani^{2*}, Samane Khalili¹

1. Master's student of Agricultural College, Shahed University, Tehran

2. Associate Professor Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran

Abstract

Salinity is one of the environmental stresses and one of the main factors is the decline in plant growth. By increasing soil salinity, the absorption of nutrients by the plant decreases. One of the management operations that helps control salinity and use of saline water is the cultivation of salt-tolerant plants in saline areas, the Salicornia plant is a good option for this purpose. *Salicornia persica* A. is a herbaceous Chenopodiaceae family that has the potential to grow in saline and low water and has the ability to tolerate irrigation with saline water. Phosphorus plays an important role in the plant growth process as an essential and high-consumption ingredient. In this research, in order to investigate the effect of salinity and phosphorus on Salicornia plant growth, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three irrigation treatments (control, 4, 8, 16, 24 and 32 dS/m) and four treatments Phosphorus (control, 50, 100 and 200 kgP/ha) with 3 replications in greenhouse and laboratory of agricultural faculty of Shahed University. The results showed that addition of salinity through irrigation water increased E_{Ce} and I_n irrigation at 32 dS / m, soil salinity reached 58.12 dS / m. Which increased by 11.71% compared to the control. And the plant's soil has been able to grow. Increasing salinity resulted in decreased pH of the soil saturation extract and increased solubility of phosphorus in the soil. phosphorus was added to soil, which did not change significantly on phosphorus concentration in the plant. In order to study the effect of salinity and phosphorus on height and dry weight of shoot, it was observed that with increasing salinity of irrigation water the plant height decreased and dry weight of the plant did not change significantly.

Keywords: Salinity stress, nutrient uptake, *Salicornia persica*, Salinity resistant plants



تاثیر افزودن کود زیستی EM و زمان خوابانیدن کمپوست بر رسیدگی کمپوست پودری حاصل از پسماند شهری

محمد حسین رحیمیان^{۱*}، مسعود دادپور^۲، حمیدرضا ذبیحی^۳، علی احمدپور^۴، حبیب اله بیگی^۵

^۱ و ^۳ اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی و منابع طبیعی، مشهد، ایران

^۲ و ^۵ کارشناسان بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و

منابع طبیعی، مشهد، ایران

چکیده

امروزه استفاده از کود های آلی مانند کود دامی و کمپوست از اهمیت خاصی برخوردار است. شناخت خصوصیات کیفی کمپوست در ارتباط با بلوغ و پایداری و زمان مناسب بهره برداری از آن را برای مصرف کننده آن حائز اهمیت می باشد. بمنظور بررسی تاثیر افزودن کود زیستی EM (میکرو ارگانیزمهای فعال) و زمان خوابانیدن کمپوست بر رسیدگی کمپوست پودری حاصل از پسماند شهری، آزمایشی فاکتوریل به صورت گلدانی با دو عامل شامل عامل اول، زمان خوابانیدن (۰، ۱، ۲ و ۳ ماه پس از تولید کمپوست) و عامل دوم، مقدار ماده افزودنی کود زیستی EM (۰، ۲، ۴ و ۸ لیتر در تن کمپوست) بر رسیدگی کمپوست در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه طرق مشهد) انجام شد. طرح آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار بود. نتایج حاکی از عدم معنی دار بودن مصرف EM در رسیدگی کمپوست پودری بود اما اثر زمان خوابانیدن بر رسیدگی کمپوست پودری در سطح ۱ درصد آماری معنی دار شد. نتایج نشان داد که مصرف کود کمپوست پودری پس از ۲ ماه از زمان تولید بهترین نتیجه را از لحاظ رسیدگی عاید می نماید.

کلمات کلیدی: کمپوست، رسیدگی، میکروارگانیزم فعال، زمان خوابانیدن

مقدمه

کمپوست یکی از منابع کودهای آلی می باشد. استفاده صحیح از این منبع مهم کود آلی بطوریکه حداکثر کارایی را برای گیاه داشته باشد از مهمترین اهداف می باشد. مصرف کودهای آلی و کمپوست علاوه بر حفظ کمیت محصول کیفیت آن را نیز ارتقا داده بدون اینکه به محیط زیست آسیب وارد گردد. که این از سیاست های کلان بخش کشاورزی می باشد. مواد آلی موجود در توده مصرفی برای کمپوست از ضایعات کشاورزی، مواد خوراکی و زبالههایی است که از راه تجزیه هوازی و بی هوازی به خاک سیاه و سفید غنی تبدیل می شوند که به عنوان کود در کشاورزی مصرف می شود.

شاخص های پایداری و رسیدگی (بلوغ) کمپوست از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. پایداری کمپوست نشان دهنده مقاومت مواد آلی آن در مقابل تجزیه میکروبی است و رسیدگی عاملی است که مناسب بودن کمپوست را برای استفاده نهایی از آن نشان می دهد. Chukwujindu و همکاران (۲۰۰۶) اعلام کردند که برای ارزیابی بلوغ کمپوست باید از ترکیبی از روشها استفاده گردد و گفته اند ۷ روش آنالیز ارزیابی شامل ۱- آنالیز شیمیایی (CEC، C/N، و نیتروفیکاسیون) ۲- آنالیز فیزیکی (بو و دما) ۳- تجزیه و تحلیل اسپکتروسکوپی ۴- جوانه زنی و رشد گیاه ۵- تجزیه و تحلیل کروماتوگرافی ۶- درجه هموفیکیشن و ۷- تجزیه و تحلیل میکروبی را می توان برای تست بلوغ کمپوست بکار برد. بریور و سولیوان (۲۰۰۳) به بررسی ارزیابی پایداری و بلوغ کمپوست باغی در یک دوره ۱۳۳ روزه پرداختند و اعلام کردند کمپوست بالغ دارای مشخصاتی همچون C/N معادل ۱۲ و NH_4/NO_3 کمتر از ۴ و pH بین ۷-۶/۵ و CEC معادل ۴۰۰ (cmolc/kg) می باشد. در این تحقیق آزمون های جوانه زنی بذر و آزمونهای حسی (رنگ و بوی) از ارزش کمتری برخوردار بوده اند. لذا از مهمترین این شاخصها شاخص نسبت کربن به نیتروژن (C/N) می باشد (رعنائی و همکاران، ۱۳۹۴) که در این تحقیق C/N معادل ۱۲ بعنوان شاخص رسیدگی انتخاب گردید. در این تحقیق به بررسی پایداری و رسیدگی کود کمپوست پودری حاصل از ضایعات شهری پرداخته شد. لذا اهداف این تحقیق عبارتند از: الف- بررسی تغییرات کیفی کمپوست مذکور بر اثر زمان مصرف (پس از تولید) و تاثیر آن بر رسیدگی و بلوغ آن ب- بررسی تغییرات کیفی کمپوست بر اثر افزودن ماده مفید EM (میکروارگانیزمهای فعال) و اثر این مواد افزودنی بر پایداری و بلوغ کمپوست.

* ایمیل نویسنده مسئول: mrahamian45@yahoo.com



مواد و روش‌ها

این پروژه بصورت گلدانی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد اجرا گردید. در این آزمایش جهت حصول بهتر رسیدگی کمپوست^۱ اقدام به افزودن غلظت های مختلف کود زیستی EM (مجموعه ای از میکروارگانیسمهای مؤثر شامل باکتریهای اسید لاکتیک و باکتریهای فتوسنتز کننده و مخمرها) به کمپوست گردید. غلظتهای EM عبارت بودند از E₀ تیمار شاهد (بدون EM)، E₁ (افزودن EM با غلظت ۲ لیتر در تن کمپوست تازه)، E₂ (افزودن EM با غلظت ۴ لیتر در تن کمپوست تازه) E₃ (افزودن EM با غلظت ۸ لیتر در تن کمپوست تازه). همچنین بازه های زمانی خواباندن کمپوست شامل: T₀ زمان خواباندن صفر، T₁ زمان خواباندن پس از گذشت ۳۰ روز، T₂ زمان خواباندن پس از گذشت ۶۰ روز، T₃ زمان خواباندن پس از گذشت ۹۰ روز بودند. در بازه های زمانی مذکور نمونه هایی به وزن حدود ۳۰۰ گرم از هر تیمار به آزمایشگاه ارسال و اندازه گیری کربن آلی OC و همچنین ازت N بر روی آنها انجام شد. سپس نسبت C/N برای تیمارها بدست آمد و نتایج تجزیه و تحلیل آماری گردید. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزارهای Excel، Mstat-c استفاده گردید.

نتایج و بحث

در بازه های زمانی خواباندن صفر، یکماه، دو ماه و سه ماه اقدام به نمونه برداری از تیمارهای کمپوست شد و نمونه ها در آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب تجزیه گردید. سپس با تجزیه آماری اثر فاکتورهای مشخص شد و تیمارها با روش مقایسه میانگین دانکن مورد بررسی قرار گرفت. در جدول (۱) اثر استفاده از EM و زمان خواباندن بر خصوصیات شیمیایی کمپوست پودری را نشان می دهد.

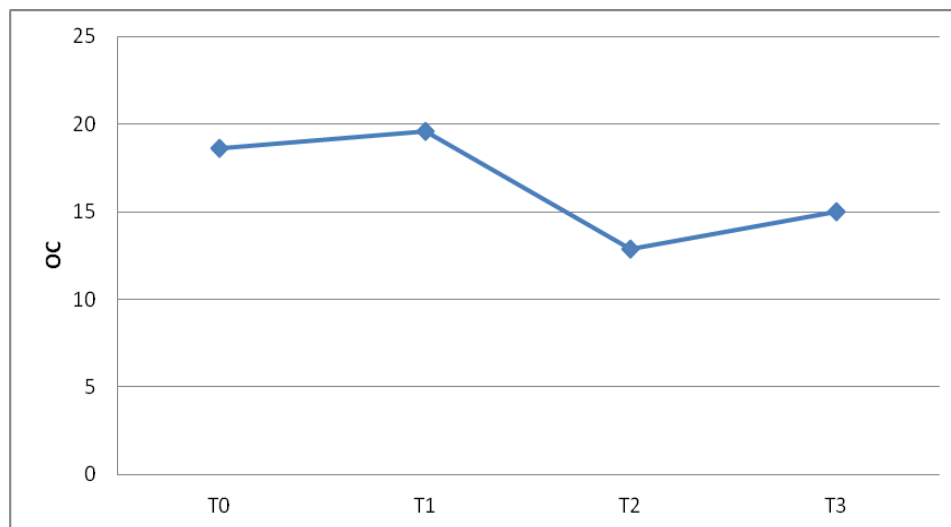
جدول ۱- جدول تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی کمپوست پودری

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
C/N	%N	%OC		
۳۱/۶۲۵ ^{**}	۰/۲۷۵ ^{**}	۴۶/۲۶۰ ^{**}	۳	زمان خواباندن
۱/۹۳۶ [*]	۰/۰۱۷ ^{ns}	۰/۳۲۹ ^{ns}	۳	مقدار EM
۱/۲۹۸۰ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۸۴۰ ^{**}	۹	زمان خواباندن × مقدار EM
۰/۵۸۹	۰/۰۰۶	۰/۱۱۶	۲۴	خطا

¹ - maturity

کربن آلی OC:

اثر زمان خواباندن بر مقدار کربن آلی در سطح ۱٪ آماری معنی دار گردید. این درحالی است که اثر مقدار EM بر کربن آلی معنی دار نگردید ولی اثر متقابل زمان خواباندن در EM بر مقدار کربن آلی در سطح ۱٪ معنی دار گردید. مقایسه میانگین ها به روش دانکن نشان داد که بالاترین مقدار کربن آلی در زمان خواباندن ۳۰ روز بدست آمد. و به مرور در زمان مقدار کربن آلی کاهش یافت. بطوریکه در زمان خواباندن ۹۰ روز به حدود ۱۵ کاهش یافت.



شکل ۱- اثر زمان خواباندن بر میزان کربن آلی (%OC) کمپوست پودری

این نتایج با نتایج کشاورز (۱۳۹۲) همخوانی دارد و بتدریج پس از افزایش اولیه با گذشت زمان کاهش مییابد. میتوان گفت اکسایش کربن در طی زمان به علت فعالیت ریز جانداران موجود در توده کمپوست تا حدی ادامه می یابد که ترکیبات آلی ساده در توده موجود باشند.

اثر متقابل زمان خواباندن در مقدار کود زیستی EM بر تغییرات کربن آلی کمپوست:

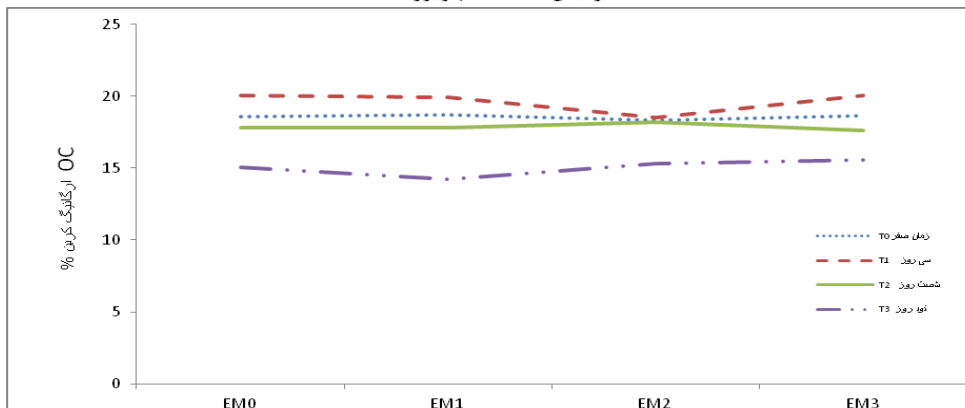
اثر متقابل زمان خواباندن در مقدار کود زیستی EM بر تغییرات کربن آلی کمپوست در سطح ۱ درصد آماری اختلاف معنی دار نشان

داد (شکل ۲).

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بالاترین میزان کربن آلی در توده کمپوست مربوط به مصرف عدم مصرف کود زیستی EM و زمان

خواباندن ۳۰ روز بود.

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

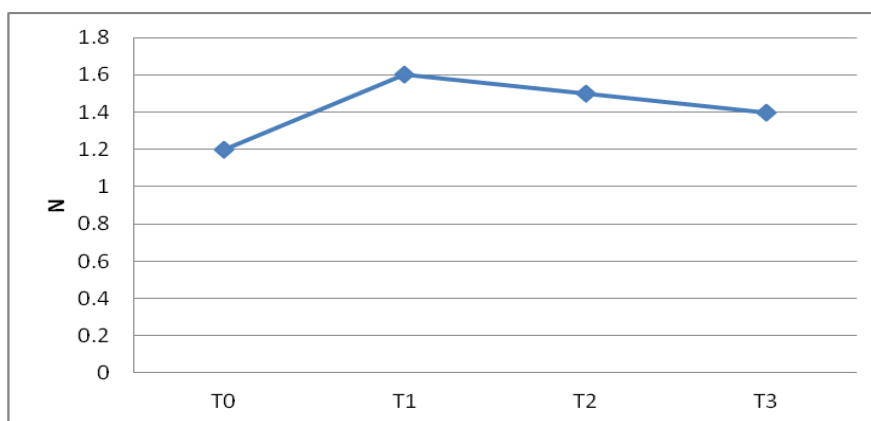


شکل ۲ - اثر متقابل زمان خواباندن و مقدار کود زیستی EM بر کربن آلی (OC) کمپوست پودری

شکل ۲ نشان میدهد در زمان خواباندن ۳۰ روز بیشترین درصد کربن آلی عاید می گردد و با افزایش زمان خواباندن به نود روز درصد کربن آلی کم میگردد ولی با افزایش EM درصد کربن آلی تغییرات چندانی ندارد.

نیترژن N :

اثر مقادیر مختلف کود زیستی EM بر مقدار نیترژن (N) و همچنین اثر زمان خواباندن در مقدار کود زیستی EM معنی دار نبود. اما اثر زمان خواباندن در سطح ۰.۱٪ معنی دار گردید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار نیترژن در زمان خواباندن ۳۰ روز بمیزان ۱/۶ درصد مشاهده شد.

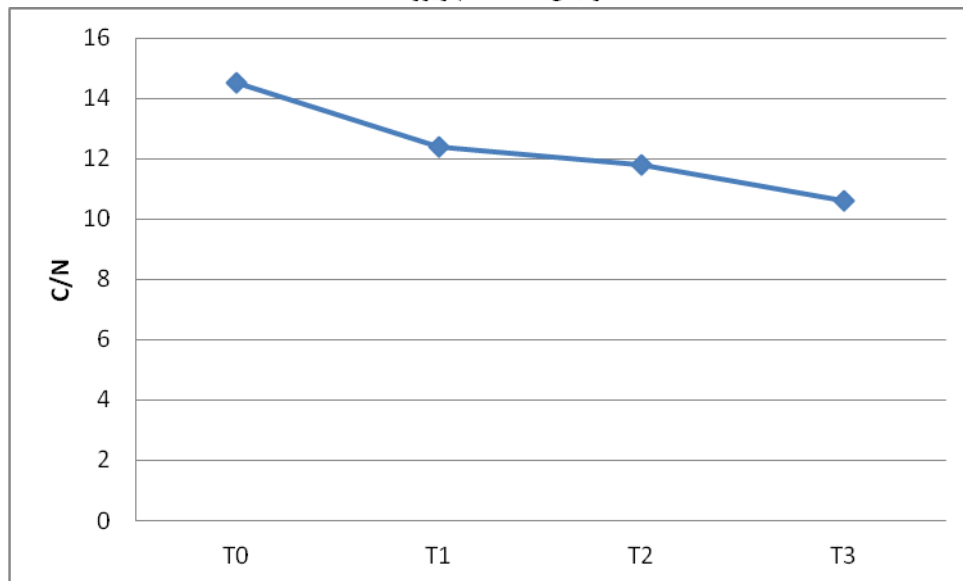


شکل ۳- اثر زمان خواباندن بر ازت (%N) کمپوست پودری

C/N :

C/N متاثر از فاکتورهای استفاده از مقدار EM، زمان خواباندن در سطوح به ترتیب ۵ درصد و ۱٪ آماری می باشد.

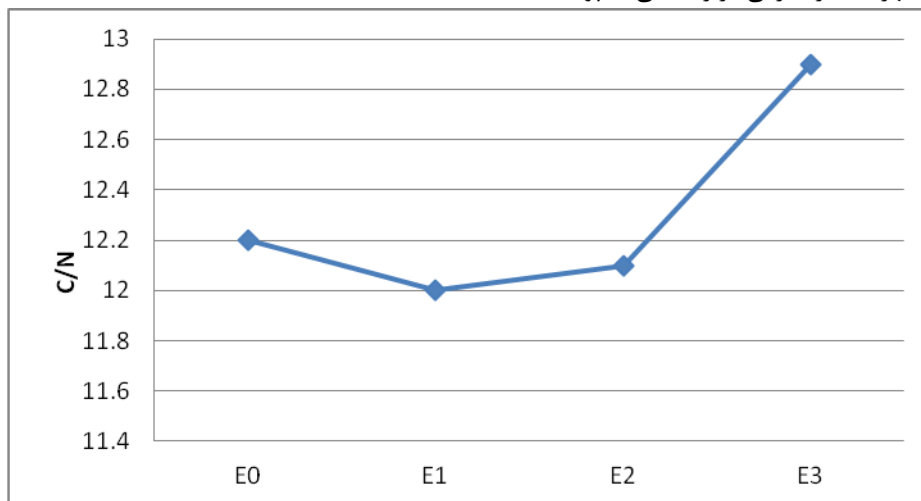
الف) اثر زمان بر C/N : با مقایسه میانگین ها به روش دانکن متوجه می گردیم بیشترین C/N مربوط به زمان خواباندن صفر روز بمقدار ۱۴/۵ می باشد که برعکس آن کمترین مقدار آن در زمان خواباندن ۹۰ روز بمقدار ۱۰/۶ می باشد. ملاحظه می گردد در زمان خواباندن ۶۰ روز میزان C/N به حد مطلوب ۱۲ نزدیکتر است.



شکل ۴- تاثیر زمان خواباندن بر C/N کمپوست پودری

ب) اثر مقادیر مختلف کود زیستی EM بر نسبت C/N :

مقادیر مختلف کود زیستی EM بر C/N اثر معنی داری در سطح ۵ درصد داشت بطوریکه بیشترین مقدار C/N (۱۲/۹) مربوط به تیمار استفاده از EM به میزان ۸ لیتر در تن بود. اما از آنجاییکه حد مطلوب C/N حدود ۱۲ می باشد میتوان گفت مصرف کود زیستی EM در کمپوست پودری حاصل از پسماند شهری تاثیر بسزایی در رسیدگی کمپوست نداشته است.



شکل ۵- تاثیر مقدار کود زیستی EM بر نسبت C/N کمپوست پودری

اثر متقابل تاثیر زمان خواباندن و مقدار کود زیستی EM بر نسبت C/N اختلاف معنی داری در سطوح آماری نداشت.

نتیجه گیری

شاخص اصلی رسیدگی کمپوست در این تحقیق نسبت C/N بود که بر این اساس نتایج گلدانی حاکی از عدم معنی دار بودن مصرف کود زیستی EM (میکرو ارگانیزمهای فعال) در رسیدگی کمپوست بود و بنظر می رسد دلیل آن وجود انبوه توده مواد میکروبی در کمپوست می باشد که حضور EM در کنار آنها تاثیر معنی داری در رسیدگی کمپوست نداشت.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

تحقیقات نشان داده است که بالاترین رسیدگی (بلوغ) کمپوست در حالتی است که C/N آن حدود ۱۲ باشد برای اساس برای کمپوست پودری حاصل از پسماند شهری پس از ۲ ماه از زمان تولید یعنی زمان خواباندن ۶۰ روز و بدون حضور کود زیستی EM بهترین حالت را از نظر رسیدگی (بلوغ) عاید می کند و قابل توصیه است .

نتایج این تحقیق صحت و درست بودن روند تولید کود های تولیدی کارخانه کمپوست مشهد را نشان می دهد. بخصوص کود کمپوست پودری که بیشترین تولید این کارخانه است از لحاظ رسیدگی و پایداری در سطح قابل قبول بوده و جهت مصرف در زراعت و باغات قابل توصیه است.

منابع

[۱]- رعنائی ، ع. ، مختاری ، م. ، علیدادی ، ح. و م. ح. احرام پوش. ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات شیمیایی و درجه رسیدگی ورمی کمپوست بدست آمده

از پسماندهای فرایند تولید قارچ دکمه ای ، دوماهنامه علمی پژوهشی، طالع بهداشت یزد، جلد ۱۴ شماره ۶ صفحات ۱۷۶-۱۸۲

[۲]- کشاورز، پیمان. ۱۳۹۲. تغییرات شیمیایی خاک ، ترکیب عناصر غذایی و عملکرد گوجه فرنگی در پاسخ به مصرف کود کمپوست شهری . مجله

پژوهشهای خاک. جلد ۲۷-الف شماره ۲ . ص: ۱۶۹-۱۷۹

[۳] Brewer , L.J. & D. M. Sullivan, 2003. Maturity and Stability Evaluation of

Composted Yard Trimmings. *Compost Science & Utilization*, (2003), Vol. 11, No. 2, 96-112

[۴] Chukwujindu M.A. Iwegbue , A.C Egun , F.N. Emuh and N.O. Isirimah , 2006. Compost Maturity Evaluation and its Significance to Agriculture. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 2933-2944.

[۵] Raj, D. and R, S Antil , 2011 , Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes, *Bioresource Technology* , 102 (2011) , 2868-2873.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Effect of Additive Biofertilizer EM and Composting Time on the Treatment of Powdered Compost from Urban Waste

Rahimian^{*1}, M. H., Dadivar², M., Zabihi, H.R.³, Ahmadpour, A.⁴, Beigi, H.⁵

^{1,2,3}Members of scientific board of Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resource Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.

^{4,5}Engineers of Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resource Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

Abstract

Use of organic fertilizers such as manure and compost has gained importance. Awareness of quality of compost in relation to compost maturity, stability and correct time of use of it is very important. A factorial experiment with two factors based on completely randomized was conducted to determine the effects of EM bio fertilizer and time of incubating compost on maturity of a powdery compost in Khorasan Razavi agricultural and natural resource research and education center. Results showed that the effect of EM on compost maturity was not significant but the time of incubation on maturity was significant at 1 percent level. Results showed that application of powdery compost two mounts after production had the best results.

Keywords: Compost, Maturity, Active microorganism, Incubation time

* Corresponding author, Email: mbrahimian45@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارزیابی برخی از شاخص‌های اکولوژیکی و اقتصادی در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare L.*) و خلر (*Lathyrus sativus L.*)

تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفر

آرش دودمان^{۱*}، بهرام میرشکاری^۲، مهدی طاهری^۳، پرویز مرادی^۳، فرهاد فرح‌وش^۲
^۱ دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد تبریز
^۲ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد تبریز
^۳ دانشیار و استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی، زنجان

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر شاخص‌های اکولوژیکی و اقتصادی کشت مخلوط جو و خلر، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال ۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان ابهر استان زنجان به اجرا درآمد. تیمارها شامل پنج الگوی کشت مخلوط به روش جایگزینی شامل کشت خالص جو و خلر و نسبت‌های ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ از جو و خلر و چهار سطح کود فسفر شامل کود فسفر شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)، فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲) و مصرف ترکیبی ۵۰ درصد فسفر زیستی بعلاوه ۵۰ درصد فسفر شیمیایی و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. محاسبه شاخص‌های اکولوژیکی و اقتصادی نشان داد که بیشترین مقادیر نسبت برابری زمین (۱/۲۲)، مزیت پولی (۱۲۴/۳۲) و شاخص بهره‌وری سیستم (۲/۵) از ترکیب کود زیستی و شیمیایی در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۲۵ از خلر و جو حاصل شد و ضریب تراکم نسبی (K) نشان داد که جو گیاه غالب در رقابت محسوب می‌شود.

کلمات کلیدی: بهره‌وری سیستم - مزیت مالی - نسبت برابری زمین

مقدمه

حفظ تنوع زیستی یک مسئله بنیادین در حفاظت از محیط زیست بوده و کاهش آن خطر انقراض گونه‌ها را افزایش می‌دهد و از پایداری بوم نظامها به میزان زیادی می‌کاهد (Franco et al., 2015). مهمترین امتیاز نظام چندکشتی آن است که مواد مختلف در این نظامها حرکت چرخه‌ای دارند، که موجب افزایش کارایی سیستم خواهد بود. از این رو تنوع یکی از مهمترین اجزاء یک نظام با ثبات و پایدار کشاورزی است. یکی از مرسوم ترین انواع کشت مخلوط، ترکیب غلات و بقولات می‌باشند. زیرا غلات به لحاظ کربوهیدرات و لگومها از نظر میزان پروتئین و مواد معدنی غنی می‌باشند (Dawo et al., 2007). همچنین افزایش کارایی استفاده از زمین (Dhima et al., 2007)، پایداری عملکرد (Lithoargidis et al., 2011) و کاهش خسارت علف‌های هرز (Yolcu et al., 2009) از جمله مزایای کشت مخلوط بقولات با غلات درمقایسه با کشت خالص این گیاهان به شمار می‌آیند. زمان برداشت این گیاهان در کشت مخلوط با غلات جهت تولید علوفه و یا مصرف کود سبز هنگامی است که غلافهای آنها به خوبی توسعه یافته و در این مرحله غلات در مرحله شیری و ابتدای خمیری می‌باشند (Lamei et al., 2012). همچنین بروز مشکلات زیست محیطی موجب شده است در سال‌های اخیر توجه به کودهای زیستی به عنوان جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک و پایداری زیست بوم مطرح شود. استفاده از کودهای زیستی را می‌توان روشی برای احیای فلور طبیعی خاک و مسیری در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار دانست. کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات با مقادیر مناسبی کود شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دارد (Yazdani et al., 2009)

جو (*Hordeum vulgare L.*) به دلیل دامنه وسیع سازگاری با شرایط محیطی و تولید مطلوب در شرایطی که برای سایر غلات مناسب نیست، می‌تواند انتخاب مناسبی برای کشت مخلوط باشد. خلر (*Lathyrus sativus L.*) نیز به جهت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار)، دوره رشد کوتاه و توانایی رشد در خاک‌های غیر بارور و فرسایش یافته برای تولید علوفه و مدیریت واحد زراعی مناسب می‌باشد (Lazanyi, 2000). شاخصی که اغلب جهت بررسی کشت مخلوط مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio) می‌باشد. این معیار عبارتست از نسبت سطح زمینی که لازم است تا با تک کشتی عملکردی مشابه یک هکتار کشت مخلوط بدست آورد. از تحقیقاتی دو ساله ای در کشور سوریه گزارش شد، کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای در شرایط دیم شاخص نسبت برابری زمین بیشتر از یک می‌باشد (Kurdali, 1996). این

* ایمیل نویسنده مسئول: arash.dodman@yahoo.com



پژوهش به منظور بررسی اثر کود زیستی به عنوان جانشین کود فسفر معدنی در راستای برنامه کشاورزی پایدار و کم نهاده بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط جو و خلر، نسبت به کشت خالص در شرایط دیم به اجراء درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۹۴ - ۹۵ و ۹۳ - ۹۴ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان ابهر در استان زنجان (با عرض ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول ۴۹ درجه و ۳ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۷۳۳ متر از سطح دریا) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. بافت خاک از نوع لومی رسی بود (جدول ۱). استان زنجان جزء مناطق سرد و نیمه سرد محسوب می‌شود، که میانگین بارندگی آن در سال اول و سال دوم در مدت اجرای طرح به ترتیب ۱۹۷/۷۲ و ۱۷۳/۸۶ میلی متر بود (جدول ۲). تیمارها شامل پنج الگوی کشت مخلوط شامل: نسبت‌های جایگزینی ۲۵: ۷۵، ۵۰: ۵۰، ۷۵: ۲۵ و کشت خالص جو و خلر و چهار سطح کودی شامل فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲)، فسفر شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار)، و ۵۰ درصد فسفر شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار)، بعلاوه ۵۰ درصد فسفر زیستی (۵۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲) و شاهد (عدم مصرف کود) به عنوان تیمار مد نظر قرار گرفتند. کود زیستی فسفات بارور ۲- حاوی ۱۰^۷ تا ۱۰^۸ باکتری حل کننده فسفات در هر گرم از محصول است که با تولید اسیدهای ارگانیک و آنزیم‌های فسفاتاز در اطراف ریشه باعث آزاد شدن یون فسفات می‌شوند. کود زیستی به صورت بذر مال و کود شیمیایی هنگام کاشت به خاک اضافه شد (Naghizade & Galavi; 2012). برای کشت جو در این آزمایش رقم (آبیدر) و جهت کشت خلر از توده بومی نقده استفاده گردید. کشت به صورت انتظاری در اوایل آذر ماه هر سال صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف کشت به طول ۳ متر با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و عمق کشت ۴-۵ سانتی‌متر اجرا شد. تراکم بذر برای کشت خالص خلر ۲۵۰ دانه در متر مربع و برای جو ۳۵۰ دانه در متر مربع مدنظر قرار گرفت. بذر مورد نیاز برای هر یک از نسبت‌های کشت براساس قوه‌ی نامیه، وزن صد دانه و مساحت هر کرت جداگانه توزین و پس از اختلاط کشت گردید. جهت حذف اثر رقابت گیاهان مورد بررسی در کشت مخلوط و علف‌های هرز، دو نوبت وجین در بهار هر سال به روش دستی انجام شد. برداشت با هدف تولید علوفه در دهه سوم خرداد هر سال زمانی انجام شد که اولین غلاف‌های گیاه علوفه‌ای به خوبی تشکیل شده بود و در این زمان جو در اواخر مرحله شیری و ابتدای مرحله خمیری نرم بود. در زمان برداشت، علوفه ترچهار ردیف میانی هریک از تیمارها با رعایت فاصله ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت از ارتفاع ۲ سانتی متری سطح زمین بریده شده و پس از تفکیک به اجزای تشکیل دهنده مخلوط (جو + خلر)، به طور جداگانه توزین و ثبت گردیدند. مزیت کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص برای هر نسبت کاشت با استفاده از نسبت برابری زمین (LER) محاسبه گردید (Mead and willey, 1980).

$$LER = LERL + LERB \quad \text{(معادله ۱)}$$

$$LERL = YLI/YL \quad \text{(معادله ۲)}$$

$$LERB = YBI/YB \quad \text{(معادله ۳)}$$

جهت بررسی میزان رقابت بین گیاهان و قابلیت نسبی یک گونه بر گونه دیگر در زراعت مخلوط، از شاخص ضریب تراکم نسبی (Relative Crowding Coefficient) استفاده گردید. این ضریب (k) بیانگر میزان رقابت بین گونه‌ای است که با استفاده از روش جایگزینی به صورت مخلوط کشت شده‌اند (Gosh, 2004).

$$RCC(k) = kBkL \quad \text{(معادله ۴)}$$

$$kL = YLIZBI/(YL - YLI)ZLI \quad \text{(معادله ۵)}$$

$$kB = YBIZLI/(YB - YBI)ZBI \quad \text{(معادله ۶)}$$

در این فرمول k_L و k_B به ترتیب ضریب نسبی تراکم جو و خلر، Y_{BI} عملکرد جو در کشت مخلوط، Y_{LI} عملکرد خلر در کشت مخلوط، Z_{BI} نسبت جو در کشت مخلوط، Z_{LI} نسبت خلر در کشت مخلوط، Y_B عملکرد جو در کشت خالص، Y_L عملکرد خلر در کشت خالص می‌باشد. اگر برای گیاه جو $k_B=1$ باشد، اثر رقابت برون گونه‌ای با درون گونه‌ای برابر است. ولی اگر ضریب نسبی تراکم، برای هر دو گونه (k_L, k_B) برابر واحد باشد در مخلوط حالت موازنه یا تعادل رقابت برقرار خواهد بود. در صورتی که ضریب نسبی تراکم برای هر گونه با واحد برابر نباشد، آن گیاهی که ضریب بیشتری دارد، گیاه



غالب محسوب می‌شود (Lithourgidis et al., 2011; Gosh, 2004). در نهایت اگر $RCC > 1$ باشد کشت مخلوط سودمند خواهد بود و در صورتی که $RCC < 1$ باشد میزان محصول بدست آمده از کشت خالص بیشتر از مخلوط و سرانجام اگر $RCC = 1$ باشد، در مخلوط حالت موازنه یا تعادل برقرار است. در این معادله‌ها YL و YB به ترتیب عملکرد خلر و جو در کشت خالص و YLI و YBI عملکرد خلر و جو در کشت مخلوط می‌باشد. داشتن مقادیر $LER < 1$ نشان دهنده عدم برتری کشت مخلوط و $LER > 1$ برتری کشت مخلوط و $LER = 1$ عدم تفاوت کشت مخلوط با کشت خالص می‌باشد.

جهت بررسی مزیت اقتصادی سیستم کشت مخلوط از شاخص مزیت پولی (Monetary Advantage Index) استفاده شد، که بر اساس روابط زیر ارائه شده است (Franco et al., 2015). در این معادله $Value of combined intercrops$, PL , PB به ترتیب ارزش مخلوط، ارزش تجاری علوفه خلر و ارزش تجاری قصبیل (بهای هر تن علوفه سیلوئی خلر و قصبیل جو به ترتیب ۲۵۰ و ۱۵۰ دلار) در نظر گرفته شد.

$$MAI = VCI \times \frac{(LER-1)}{LER} \quad \text{(معادله ۷)}$$

$$VCI = YLIPL + YBI PB \quad \text{(معادله ۸)}$$

شاخص بهره وری سیستم کشت (System Productivity index) از دیگر شاخص‌های ارزیابی اقتصادی کشت مخلوط می‌باشد که داده‌های آن با استاندارد کردن محصول زراعت ثانوی بر مبنایی محصول زراعت اصلی (جو) از معادله زیر محاسبه می‌گردد (Agegnehu et al., 2006). در این معادله SL و SB به ترتیب میانگین عملکرد خلر و جو در کشت خالص و YL و YB میانگین عملکرد خلر و جو در کشت مخلوط می‌باشد.

$$SPI = (SB/SL)YL + YB \quad \text{(معادله ۹)}$$

جدول ۱- تجزیه خاک (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر) مزرعه آزمایشی

Texture	pH	Salinity (dS.m ⁻¹)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	Total N(%)
Silty clay	8.3	1.2	290	8	0.07

نتایج و بحث

نسبت برابری زمین (LER):

نسبت برابری کل نشان از کارایی سیستم کشت مخلوط است و بیانگر آنکه چه مقدار مخلوط عملکرد بیشتری را نسبت به کشت خالص تولید می‌کند (park et al, 2003). میانگین دو ساله برای تاثیر منابع مختلف کود فسفر در نسبت‌های کشت مخلوط نشان داد که بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۲۲) در تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد خلر + ۷۵ درصد جو و در مصرف ترکیب ۵۰ درصدی هر یک از کودهای زیستی و شیمیایی و کمترین آن (۰/۹۷) در کشت مخلوط ۷۵ درصد خلر + ۲۵ درصد جو در عدم مصرف کود حاصل شد (جدول ۲). همانطور که در جدول مشخص است با افزایش نسبت جو در مخلوط، مقادیر جزء خلر در نسبت برابری زمین کاهش نشان می‌دهد که علت را می‌توان به تشدید رقابت بین گونه‌ای و قابلیت برتر گیاه جو در کشت مخلوط نسبت داد. استقرار سریع تر جو به دلیل بالا بودن سرعت رشد، باعث می‌شود که این گیاه در جذب رطوبت، نور و مواد معدنی خاک سطحی موفق تر از خلر عمل کند و رشد آن را تحت تاثیر قرار دهد. در بررسی کشت مخلوط جذب بیشتر نیتروژن و مواد معدنی را در غلات به سرعت رشد ریشه آنها نسبت دادند (Kardage, 2004).



نتایج مشابهی را در خصوص کارایی بیشتر استفاده از زمین در سیستم‌های کشت مخلوط عدس و جو (kallu and Erhabor., 1990) و ذرت و باقالا (le et al., 1999) اعلام داشتند. وجود تفاوت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیک بین لگوم‌ها و غلات، یکی از دلایل بروز همزیستی دو جانبه مثبت (یا تسهیل) است (Agegnehu et al., 2006). تفاوت در عمق ریشه، پراکنش عرضی ریشه، تراکم طول ریشه از عوامل موثر بر رقابت دو جزء کشت مخلوط برای جذب آب و عناصر غذایی تاثیرگذارند و سبب افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شوند (Fan et al., 2016).

جدول ۲- اثر منابع فسفره بر نسبت برابری زمین (LER) در نسبت های کشت مخلوط جو و خلر

Treatments	Grass pea : barley ratio	LER Barley	LER Grass pea	LER total
control	0 : 100	1	0	1
	100 : 0	0	1	1
	25 : 75	0.24	0.73	0.97
	50 : 50	0.61	0.47	1.08
	75 : 25	0.89	0.29	1.18
Chemical phosphorus fertilizer	0 : 100	1	0	1
	100 : 0	0	1	1
	25 : 75	0.26	0.77	1.03
	50 : 50	0.63	0.49	1.12
	75 : 25	0.91	0.29	1.20
50% Chemical phosphorus fertilizer+50% Biological phosphorus fertilizer	0 : 100	1	0	1
	100 : 0	0	1	1
	25 : 75	0.29	0.8	1.09
	50 : 50	0.69	0.48	1.17
	75 : 25	0.92	0.30	1.22
Biological phosphorus fertilizer	0 : 100	1	0	1
	100 : 0	0	1	1
	25 : 75	0.28	0.79	1.07
	50 : 50	0.65	0.49	1.14
	75 : 25	0.91	0.28	1.19

شاخص ضریب نسبی تراکم (RCC):

این ضریب مشخص کننده میزان رقابت بین گیاهان است که با روش جایگزینی به صورت مخلوط کشت شده‌اند. نتایج میانگین دو ساله نشان داد نسبت کشت ۷۵ درصد خلر + ۲۵ درصد جو توام با مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی ($k = 4/57$) بیشترین و عدم مصرف کود و نسبت کشت ۲۵ درصد خلر + ۷۵ درصد جو ($k = 1/39$) کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). مقادیر جزء ضریب نسبی تراکم جو (k_B) از مقادیر جزء خلر (k_L) در نسبت‌های ۵۰:۵۰ و ۲۵:۵۰ از جو و خلر بیشتر بود، که بیانگر غالب بودن جو نسبت به خلر در رقابت برون گونه‌ای می‌باشد.

شاخص مزیت پولی (MAI) و شاخص بهره‌وری سیستم (SPI): مقادیر بدست آمده از میانگین دو ساله بیانگر افزایش سود مالی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. به طوری که در تمام تیمارها کشت مخلوط به جزء نسبت کشت ۷۵ درصد خلر + ۲۵ درصد جو در عدم مصرف کود مقدار (MAI) مثبت بود و بیشترین مزیت مالی ($MAI = +124/32$) مربوط به مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی در نسبت کشت ۲۵ درصد خلر + ۷۵ درصد جو بود (جدول ۳). نتایج مشاهدات دیگری با این تحقیق هم خوانی داشت (Lithourgidis et al., 2011; Dhima et al., 2007). شاخص دیگری که در نهایت باروی و کارایی یک سیستم کشت مخلوط را نمایان می‌سازد، شاخص بهره‌وری سیستم (SPI) است که بالاتر بودنش، نشانگر افزایش کارایی سیستم مخلوط می‌باشد. بررسی دو ساله نشان داد این شاخص در تمامی تیمارهای کشت مخلوط دارای مقادیر مثبت بود.



تحقیقات عامل بالا رفتن شاخص بهره‌وری سیستم کشت مخلوط را استفاده بهینه از منابع موجود همانند نور، آب و مواد غذایی معرفی کردند. برترین تیمار برای این شاخص ($SPI = 2/5$) از نسبت کشت ۲۵ درصد خلر + ۷۵ درصد جو و در استفاده توام ۵۰ درصد فسفر زیستی و ۵۰ درصد فسفر شیمیایی حاصل شد (جدول ۳). در اصل کشت مخلوط به جهت وجود اختلافات مورفولوژیک و نیاز غذایی متفاوت از منابع استفاده بهتری دارند (Tanwar, 2014).

جدول ۳- اثر منابع فسفر بر ضریب تراکم نسبی (RCC)، شاخص مزیت پولی (MAI) و شاخص بهره‌وری سیستم (SPI) در نسبت‌های کشت مخلوط جو و خلر

Treatments		K _{Barley}	K _{Grass pea}	K	MAI	SPI
control	25 : 75	0.96	2.91	2.76	-10.09	1.82
	50 : 50	1.67	0.96	1.60	26.99	2.05
	75 : 25	3.04	0.46	1.39	92.30	2.28
Chemical phosphorus fertilizer	25 : 75	1.04	3.84	3.96	3.80	2.04
	50 : 50	1.83	1.06	1.93	48.41	2.26
	75 : 25	4.38	0.42	1.83	104.26	2.42
50% Chemical phosphorus fertilizer+50% Biological phosphorus fertilizer	25 : 75	1.17	3.89	4.57	27.37	2.22
	50 : 50	2.07	1.12	2.33	84.17	2.41
	75 : 25	4.24	0.44	1.86	124.32	2.50
Biological phosphorus fertilizer	25 : 75	1.16	1.27	1.47	17.60	2.16
	50 : 50	1.89	0.94	1.78	55.42	2.29
	75 : 25	4.00	1.19	4.47	104.31	2.43

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و خلر، تحت تاثیر منابع مختلف کود فسفر و نسبت‌های متفاوت کشت مخلوط قرار گرفتند. بیشترین عملکرد علوفه ترو خشک در نسبت کشت ۷۵:۲۵ از خلر و جو بدست آمد، همچنین بررسی تاثیر منابع کود فسفره بیان داشت ترکیب کود زیستی و شیمیایی علاوه بر محاسن زیست محیطی، منجر به بیشترین تولید علوفه ترو خشک شد. همچنین بیشترین مقادیر نسبت برابری زمین، مزیت پولی و شاخص بهره‌وری سیستم از ترکیب کود زیستی و شیمیایی در کشت مخلوط ۷۵:۲۵ از خلر و جو حاصل شد و ضریب تراکم نسبی (K) نشان داد، جو گیاه غالب در رقابت محسوب می‌شود.

منابع

- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio". *Field Crops Res.* 100: 249–256.
- Fan, Z., An, T., Wu, K., Zhou, F., Zi, S., Yang, Y., Xue, G and Wu, B. 2016. Effects of intercropping of maize and potato on sloping land on the water balance and surface runoff. *Agric. Water Manag.* 166: 9–16.
- Franco, J.G., King, S.R., Masabni, J.G and Volder, A. 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system". *Agric. Ecosys. Environ.* 203: 1–10.
- Ghosh, P. K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut / cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India". *Field Crops Research.* 88: 227-237.
- Kardage, Y. 2004. Forage yields, seed yields and botanical compositions of some legume–barley mixtures under rain fed condition in semi–arid regions of Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences* 3: 295- 299.
- Kallu, B. A., and P. O. Erhabor. 1990. Barley, lentil and flax yield under different intercropping systems. *Agronomy Journal.* 82: 1066–1068.



- Kurdali F, Sharabi NE and Arslan A. 1996. Rain fed vetch- barely mixed cropping in the Syrian semi-arid conditions. I. Nitrogen nutrition using N15 isotopic dilution. *Plant and Soil*. 183:137-148.
- Lamei, J., Alizadeh, K., Teixeira da Silva, J. A., and Taghadisi, M. V. 2012. *Vicia panonica*: a suitable cover crop for winter fallow in cold regions of Iran. *Plant Stress* 6: 73-76.
- Lazanyi, J. 2000. Grass pea and green manure effects in the great Hungarian plain. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 1: 28-30.
- Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordasc, C.A., and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy* 34: 287-294.
- Mead, R., and Willey, R. W. 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Experimental Agriculture* 16: 217-228.
- Naghizadeh, M., and Galavi, M., 2012. Evaluation of phosphorous biofertilizer and chemical phosphorous influence on fodder quality of corn and grass pea intercropping. *Journal of Agroecology* 4:52-62.
- Park, S.E., Benjamin, L.R., and Watkinson, A.R. 2003. Comparing biological productivity in cropping system competition approach. *Journal of Applied Ecology* 39: 416-426.
- Tanwar, S.P.S., Rao, S.S., Regar, P.L., Datt, S., Kumar, P., Jodha, B.S., Santra, P., Kumar, R and Ramb, R. 2014. Improving water and land use efficiency of fallow-wheat system in shallow Lithic Calciorthid soils of arid region: Introduction of bed planting and rainy season sorghum-legume intercropping". *Soil Till. Res.* 138: 44-55.
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M .A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Proceedings of World Academy of Sciences, Engineering and Technology* pp. 2070-3740.
- Yolcu, H., Turan, M., Lithourgidis, A., and Çakmakçi, R. K. A. 2011. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi-arid conditions. *Australian Journal of Crop Science* 5(13): 1730-1736.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of phosphorus biofertilizer and chemical phosphorus influence on some ecological and economical indices of barley (*Hordeum vulgare* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.) intercropping

Doodeman¹, A., Mirshekari², B., Taheri, M.³, Moradi, P.³, Farahvash, F.².

¹ PhD. Student, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture Azad University of Tabriz, Iran

² Associate Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture Azad University of Tabriz, Iran

³ Associate and Assistant Prof., Agriculture Research Center of Zanjan, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of phosphorus bio fertilizer and chemical fertilizer on forage yield and useful indexes in barley and grass pea. The experiment was conducted during two years(2014-2015) at the Agricultural Jihad Research Farm of Abhar, Iran. The experiment was a factorial based on randomized complete block design with three replications. The investigated factors included five replacement intercropping patterns consist of solo crop of barley and grass pea, various proportions of barley and grass pea(75:25, 50:50 and 25:75) and four levels of phosphorus fertilizer(100 g.ha of phosphorus bio fertilizer, 100 kg.ha chemical fertilizer, 50percent bio fertilizer+50percent chemical fertilizer and control)..Also, the highest Land Equivalent Ratio(LER = 1.22), Monetary Advantage Index(MAI = + 124.32) and System Productivity index(SPI = 2.500) were obtained from 50 percent bio and 50 percent chemical phosphorus in 75:25 mixture of barley and grass pea. Investigating the values of the Relative Crowding Coefficient (K) showed that the dominant plant barley is in competition.

Keywords: Land Equivalent Ratio- Monetary Advantage- System Productivity

* Corresponding author, Email: arash.dodman@yahoo.com



تأثیر کاربرد کمپوست و بایوچار بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم رخشان

پرستو ضرابی^۱، اکرم فاطمی^۲، مهدی صفایی خرم^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

^۲ استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

^۳ دکتری سم شناسی محیط زیست و علوم آفت کش

چکیده

به منظور بررسی اثر کمپوست و بایوچار بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم رخشان مطالعه‌ای گلخانه‌ای در سال ۹۶-۱۳۹۷ بر مبنای طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل: بایوچار چوب در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱، ۲/۵ درصد وزنی، بایوچار کاه و کلش برنج در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱، ۲/۵ درصد وزنی، کمپوست در ۲ سطح ۰ و ۲ درصد وزنی و دو تیمار تلفیقی (کمپوست+بایوچار چوب و کمپوست+بایوچار کاه و کلش برنج از هر تیمار در سطح یک درصد وزنی) استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر کاربرد تیمارهای آلی بر عملکرد ماده خشک، وزن هزار دانه ($p < 0.05$) و عملکرد دانه و شاخص برداشت ($p < 0.01$) معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد ماده خشک (۲۰/۷۶ گرم بر گلدان) و عملکرد دانه (۹/۸۲ گرم بر گلدان) در تیمار کمپوست و بالاترین وزن هزار دانه (۴۹/۹۶ گرم) و شاخص برداشت (۰/۴۷) به ترتیب در تیمار یک درصد بایوچار کاه و کلش برنج و کمپوست به دست آمد. به طور کلی این پژوهش نشان داد که با کاربرد کودهای آلی عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم رخشان بهبود یافت.

کلمات کلیدی: بایوچار، کمپوست، کاربرد تلفیقی، گندم

مقدمه

تولید موفقیت آمیز محصولات کشاورزی مستلزم وجود خاک مناسب و مقدار کافی از عناصر غذایی قابل استفاده گیاه است (محمودی و حکیمیان، ۱۳۸۵). واکنش گیاهان به کودها و عناصر غذایی متفاوت، یکسان نبوده و مدیریت صحیح کاربرد این عناصر در افزایش عملکرد و کیفیت یک گونه گیاهی بسیار مهم است. لذا استفاده از کمپوست و بایوچار می‌تواند راه‌کاری مؤثر در جهت افزایش عملکرد محصول و رسیدن به کشاورزی پایدار باشد (نظمی و همکاران، ۱۳۹۰). ضایعات کشاورزی، ضایعات هرس درختان، کود سبز، دیگر پسماندها و محصولات جانبی می‌تواند باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک، بهبود فعالیت‌های زیستی و بهبود وضعیت عناصر غذایی خاک و هم‌زمان با آن کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی شود. زباله‌های شهری از مهم‌ترین ضایعات آلی هستند که پتانسیل استفاده به‌عنوان کود را دارند. به دلیل افزایش تولید آن‌ها در دهه‌های اخیر، مدیریت این دسته از ضایعات به یکی از وظایف کلیدی در سیاست‌های زیست‌محیطی بسیاری از کشورها تبدیل شده است (گیانفردا و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات به عمل آمده در خصوص اثر کود کمپوست از منابع مختلف بر محصولات کشاورزی در دنیا همگی حاکی از مفید بودن آن از نظر حاصلخیزی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک بوده و باعث افزایش محصول و قابل کشت کردن بسیاری از نقاط غیر حاصل‌خیز شده است (مرجوی و همکاران، ۱۳۸۱). بایوچار محصول تخریب گرمایی مواد آلی در غیاب اکسیژن (پیرولیز) است و به واسطه کاربرد حاکی آن به منظور نگه‌داری و ذخیره کربن اتمسفری از زغال چوب (که به‌عنوان سوخت استفاده می‌شود) متمایز می‌شود (لهمن و همکاران، ۲۰۱۱). برای تولید آن از مواد مختلف با ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی متفاوت مانند زیست‌توده‌های کشاورزی و جنگل، لجن فاضلاب یا پسماندهای حیوان و غیره استفاده می‌شود (اینال و همکاران، ۲۰۱۵). نواک و همکاران (۲۰۱۰) بیان نمودند که بایوچار به دلیل تأثیرات مثبتی که بر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک دارد، می‌تواند برای رشد و افزایش عملکرد گیاه مفید واقع شود.

گندم بین تمامی گیاهان زراعی بیش‌ترین سطح زیر کشت و بالاترین میزان تولید را در جهان به خود اختصاص داده است. با این حال تغذیه گیاه گندم عامل مهم در تعیین عملکرد و سوددهی آن است (امین و همکاران، ۱۳۸۳). لذا این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم رخشان صورت گرفت. گندم رقم رخشان از رقم‌های جدید گندم نان آبی، متوسط رس تا زود رس بهاره بوده که از لحاظ صفات زراعی مناسب ارائه شده و رکورددار رسمی گندم آبی کشور است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، در سال ۹۷-۱۳۹۶ بر مبنای طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها عبارت‌اند از: بایوچار چوب و بایوچار کاه و کلش برنج در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۲/۵ درصد وزنی، کمپوست در ۲ سطح ۰ و ۲ درصد وزنی، و کاربرد تلفیقی (کمپوست+ بایوچار چوب و کمپوست+ بایوچار کاه و کلش برنج از هر تیمار در سطح یک درصد وزنی). جهت انجام این پژوهش خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از مزرعه زراعی واقع در دانشکده کشاورزی جمع‌آوری و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل بافت خاک به روش هیدرومتر (بایوکس، ۱۹۶۲)، کربن آلی به روش اکسیداسیون با دی کرومات پتاسیم و سپس تیتر کردن با فرو آمونیوم سولفات (والکی و بلک، ۱۹۳۴)، پی اچ خاک در خمیر اشباع به وسیله الکتروود شیشه‌ای (توماس، ۱۹۹۶)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع به وسیله هدایت سنج الکتریکی (روآدز، ۱۹۹۶)، اندازه‌گیری نیتروژن کل خاک با روش کدال (اکسیداسیون تر) (برمنر، ۱۹۹۶)، اندازه‌گیری شد.

به منظور انتخاب ماده آلی و تبدیل آن به بایوچار از بقایای کشاورزی همچون چوب سخت و کاه و کلش برنج استفاده شد. که با قرار دادن این بقایا در یک کوره الکتریکی، شرایط عدم حضور اکسیژن برای گرماکافت فراهم شد. گرماکافت آهسته کاه و کلش برنج در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس و به مدت ۳ ساعت، و گرماکافت سریع چوب سخت در دمای ۷۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد که بعد از خنک شدن برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل پی اچ و هدایت الکتریکی بایوچار، به نسبت یک به ده (بایوچار: آب مقطر) (لیو و همکاران، ۱۹۹۶)، کربن آلی و نیتروژن مشابه کربن آلی و نیتروژن خاک (والکی و بلک، ۱۹۳۴) و (برمنر، ۱۹۹۶)، مورد بررسی قرار گرفت. کمپوست از کارخانه کمپوست‌سازی شیرزادی واقع در استان کرمانشاه تهیه و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن توسط مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان صورت گرفته است. نتایج مربوط به آنالیز خاک، بایوچار و کمپوست در جدول ۳ ارائه شده است.

در اجرای این طرح از گلدان‌های پلاستیکی با ارتفاع و قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر استفاده گردید. در هر گلدان ۲۰ بذر گندم رقم رخشان کاشته شد و پس از ۱۰ روز به ۱۴ بوته تنک شد. پس از کامل شدن دوره‌ی رشد گیاه گندم برای اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک و دانه به ترتیب بوته‌های تولیدی و دانه‌های موجود در سنبله‌های هر گلدان ابتدا با آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت داخل آون خشک شدند. پس از توزین نمونه‌ها با ترازوی دقیق عملکرد به واحد گرم بر گلدان محاسبه گردید. وزن هزار دانه از طریق شمارش دانه‌های موجود و توزین آن‌ها به واحد گرم بر گلدان محاسبه گردید. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد ماده خشک حاصل گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 16.0 و مقایسه‌ی میانگین‌ها و گروه‌بندی‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.



شکل ۱. تأثیر برخی تیمارهای آلی بر رشد گندم رقم رخشان

نتایج و بحث

عملکرد ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی داری ($p < 0.05$) بین عملکرد ماده خشک تیمارها وجود داشت (جدول ۱). تیمار بایوچار چوب یک درصد کمترین میزان عملکرد ماده خشک را داشت. از طرف دیگر، در تیمار کمپوست در مقایسه با دیگر تیمارها بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک اندازه گیری شد. کمپوست عملکرد را حدود هشت درصد نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج این پژوهش با نتایج سوماره و همکاران (۲۰۰۲) و اله دادی و همکاران (۱۳۹۰) که تأثیر کمپوست را بر افزایش رشد و عملکرد گیاه ذرت بررسی کردند هم خوانی دارد. این پژوهشگران بیان نمودند که کمپوست زباله شهری با بهبود ویژگیهای فیزیکی خاک و همچنین دارا بودن شرایط تغذیه‌ای مناسب برای گیاه سبب افزایش عملکرد ماده خشک می‌شود.

روندون و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاهش رشد گیاهان غیر لگوم با کاربرد بایوچار به دلیل کاهش فراهمی نیتروژن در خاک است.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) در عملکرد دانه بین تیمارها مشاهده شد. کمترین میزان عملکرد دانه مربوط به تیمار بایوچار چوب یک درصد و بیشترین میزان مربوط به تیمار کمپوست بود. کمپوست عملکرد دانه را حدود ۶/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲). این نتیجه با یافته سنسیس و همکاران (۲۰۰۵) و دادی (۱۳۹۰) هم خوانی دارد. آن‌ها بیان نمودند که در اثر کاربرد کمپوست ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بهبود یافت و در نتیجه سبب افزایش عملکرد دانه و رشد گیاه شد. طبق بررسی‌های دادی (۱۳۹۰) بخش عمده‌ی تأثیر کمپوست بر افزایش عملکرد دانه به واسطه‌ی وجود عناصر غذایی موجود در کمپوست می‌باشد.

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم رخشان

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد ماده خشک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تیمار	۹	۱۳/۲۹*	۶/۲۲**	۰/۰۰۴**
خطا	۲۰	۴/۲۴	۰/۹۱	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (%)	-	۱۵/۰۸	۲۰/۷۳	۹/۶۵
وزن هزار دانه				۴۰/۵۷*

* و ** به ترتیب عبارتند از سطوح معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف معنی داری ($p < 0.01$) در شاخص برداشت بین تیمارها مشاهده شد. کمترین میزان شاخص برداشت مربوط به تیمار بایوچار چوب یک درصد و بیشترین مقدار شاخص برداشت مربوط به تیمار کمپوست بوده است. با در نظر داشتن این موضوع که بالاترین میزان عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه نسبت به شاهد مربوط به تیمار کمپوست بوده که در نتیجه آن می‌توان انتظار داشت که بالاترین میزان شاخص برداشت نیز مربوط به تیمار کمپوست باشد که نتایج این پژوهش مشابه نتایج مجیدی و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد. صفت شاخص برداشت نشان‌دهنده‌ی چگونگی توزیع مواد پرورده بین اندام رویشی و دانه گیاه است (مجیدیان و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به این موضوع که بالاترین میزان در عملکرد ماده خشک و دانه مربوط به تیمار کمپوست است به نظر می‌رسد با کاربرد کمپوست میزان انتقال مواد پرورده از ساقه و اندام‌های بوته گندم به دانه افزایش یافته است (مجیدیان و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، به دلیل کاهش اختلاف بین عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه در تیمار کمپوست شاخص برداشت افزایش یافت.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) در وزن هزار دانه بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱). کم‌ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار بایوچار چوب در سطح یک درصد و بیش‌ترین تأثیر بر وزن هزار دانه مربوط به تیمار بایوچار کاه و کلش برنج در سطح یک درصد می‌باشد (جدول ۲). ماسولیلی و یوتومو (۲۰۱۰) طی پژوهشی بیان نمودند که با کاربرد بایوچار سبوس و کاه برنج، وزن هزار دانه در گیاه برنج افزایش یافته است.

جدول ۲. مقایسه میانگین تأثیر بایوچار و کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

شاخص برداشت (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم بر گلدان)	عملکرد ماده خشک (گرم بر گلدان)	سطح (درصد)	تیمار
۴۷ ^c	۴۴/۳۳ ^{ab}	۹/۱۹ ^d	۱۹/۲۱ ^{bc}	۰	شاهد
۴۰ ^b	۴۱/۲۶ ^a	۶/۶۷ ^b	۱۶/۴۵ ^{ab}	۰/۵	بایوچار چوب
۳۵ ^a	۳۷/۷۳ ^a	۴/۶۸ ^a	۱۳/۳۵ ^a	۱	
۴۲ ^{bc}	۴۱/۵۸ ^a	۷/۸۰ ^{bc}	۱۸/۲۷ ^{bc}	۲/۵	
۴۳ ^{bc}	۴۳/۳۱ ^a	۶/۷۳ ^b	۱۵/۵۹ ^{ab}	۰/۵	بایوچار کاه و کلش برنج
۴۵ ^{bc}	۴۹/۹۶ ^b	۸/۴۴ ^{bcd}	۱۸/۸۱ ^{bc}	۱	
۴۳ ^{bc}	۳۹/۰۳ ^a	۷/۹۳ ^{bc}	۱۸/۲۰ ^{bc}	۲/۵	
۴۷ ^c	۴۱/۹۰ ^a	۹/۸۳ ^d	۲۰/۷۶ ^c	۲	کمپوست
۴۳ ^{bc}	۳۸/۸۰ ^a	۸/۱۳ ^{bcd}	۱۸/۵۷ ^{bc}	۱-۱	کمپوست + بایوچار چوب
۴۶ ^c	۳۸/۰۹ ^a	۷/۷۸ ^{bc}	۱۶/۷۸ ^{abc}	۱-۱	کمپوست + بایوچار کاه و کلش برنج

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری ($P < 0.01$) است.

جدول ۳. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تیمارها

بافت	پی اچ	هدایت الکتریکی ($ds\ m^{-1}$)	کربن آلی (%)	ازت (%)
خاک	۷/۵۲	۰/۴۹	۱/۴۵	۱/۲
بایوچار چوب	-	۰/۵۲	۵۱	۰/۷۳
بایوچار کاه و کلش برنج	-	۰/۳۰	۲۱/۸	۰/۴۱
کمپوست	-	۳/۹	۱۴/۲	۱/۱



نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد دو نوع بایوچار، کمپوست و کاربرد تلفیقی آنها بر اجزای عملکرد گندم رقم رخشان اثر معنی‌داری داشت. براساس عملکرد دانه، بیشترین عملکرد دانه در تیمار کمپوست و کمترین مقدار در تیمار ۱ درصد بایوچار چوب به دست آمد. از نظر وزن هزار دانه، بین تیمارهای ۰/۵، ۱، ۲/۵ درصد بایوچار چوب، ۰/۵ و ۲/۵ درصد بایوچار کاه و کلش، کمپوست و کاربرد تلفیقی دو نوع بایوچار با کمپوست اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین وزن هزار دانه در تیمار ۱ درصد بایوچار کاه و کلش برنج به دست آمد. از نظر شاخص برداشت، کمترین مقدار در تیمار ۱ درصد بایوچار چوب و بیشترین مقدار در تیمارهای کاربرد تلفیقی کمپوست با بایوچار کاه و کلش برنج و کمپوست مشاهده گردید. دلیل افزایش شاخص برداشت در تیمارهای کاربرد کمپوست به تنهایی یا کاربرد همزمان با بایوچار کاه و کلش به نیتروژن کمپوست و اثر آن در افزایش رشد رویشی در مقایسه با رشد زایشی ارتباط دارد. بنابر نتایج این پژوهش کاربرد کمپوست به تنهایی، تلفیق کمپوست با بایوچار کاه و کلش به منظور دستیابی به بیشترین شاخص برداشت توصیه می‌شود. اما چنانچه افزایش رشد زایشی در نظر باشد می‌توان از درصدهای مختلف هریک از بایوچارها (به استثنای تیمار یک درصد بایوچار چوب)، کمپوست و یا کاربرد تلفیقی بایوچارها با کمپوست استفاده نمود.

منابع

- آستارایی، ع.ر.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۵. تأثیر شیرابه و کمپوست زباله شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گندم. ۸۹-۹۸.
- اله دادی، ا.، معماری، ع.، اکبری، غ.، لطفی فر، ا. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر خصوصیات و غلظت عناصر غذایی خاک و رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای. دوفصلنامه فنآوری تولیدات گیاهی، ۳(۱)، ۸۳-۹۷.
- امین، ح.، جمالی، م.، خوگر، ز.، دستفال، م. و صلح جو، ع. ا. ۱۳۸۳. اصول کاشت، داشت و برداشت گندم آبی. نشر آزمون کشاورزی، چاپ اول، صفحه‌های ۱ تا ۹۵.
- الدادی، ا.، معماری، ع.، اکبری، غ. ع. و لطفی فر، ا. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری بر خصوصیات و غلظت عناصر غذایی خاک و رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای. فن آوری تولیدات گیاه. ۱۱-۱(۱): ۹۷-۸۳.
- محمودی، ش.، و حکیمیان، م. ۱۳۸۵. مبانی خاک‌شناسی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۲۲۰ صفحه.
- مرجوی، ع.ر.، و جهاد اکبر م.ر. ۱۳۸۱. بررسی اثرات کمپوست شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک و صفات کمی و کیفی چغندرقتند. چغندرقتند ۱۸(۱): ۱-۱۴.
- نظمی، ل.، شعبانپور، م.، و هاشمی مجد، ک. ۱۳۹۰. تأثیر نوع و مقدار کمپوست ضایعات آلی بر خصوصیات فیزیکی دو نوع خاک. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، ۲۵(۲): ۹۳-۱۰۲.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy journal*, 54(5), 464-465.
- Bremner, J. M. (1996). Nitrogen—Total. p. 1085–1121. DL Sparks (ed.) *Methods of soil analysis. Part 3. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. Nitrogen—Total. p. 1085–1121. In DL Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part 3. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.*
- Gianfreda L. and Rao M.A. 2014. Enzymes in agricultural sciences (chapter: soil enzymes). *OMICS Group International* 1-21.
- Inal A., Gunes A., Sahin O., Taskin M.B. and Kaya E.C. 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil, on the growth of bean and maize. *Soil Use and Management* 31,106-113.
- Lehmann J., Rillig M.C., Thies J., Masiello C.A., Hockaday W.C. and Crowley D. 2011 Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry* 43(9),1812-1836.
- Liu GS. (1996). *Physical and chemical analysis of soils and profile description*. Standard Publishing House, China.
- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., and Kamgar Haghghi, A. A. 2008. Effects of Moisture Stress, Nitrogen Fertilizer, Manure and Integrated Nitrogen and Manure Fertilizer on Yield, Yield Components and Water Use Efficiency of SC 704 Corn. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 12(45), 417-432.
- Masulili A. and Utomo W. H. 2010. Rice husk biochar for rice based cropping system in acid soil 1. The characteristics of rice husk biochar and its influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in west Kalimantan, Indonesia. *Journal of Agricultural Science* pp: 39-47.



- Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A., Ahmedna, M. A., and Niandou, M. A. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandudult. *Geoderma*, 154(3-4), 281-288.
- Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical Methods*, (methodsofsoilan3), 417-435.
- Rondon, M. A., Lehmann, J., Ramírez, J., and Hurtado, M. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and fertility of soils*, 43(6), 699-708.
- Senesi, N., G. Brunetti and C. Plaza. 2005. Quality of organic amendment and effects on soil organic matter, with amendment and effects on soil organic matter, with aspects and most recent findings of the Bari group. In: Yang, Soil Researches to the Conservation of Agricultural Ecosystems Korean Society of Soil Science and Fertilizer, Korean Society of Agriculture and Environment, Rural Development Administration, Seoul, Korea. Pp, 95-129 .
- Soumaré, M., Demeyer, A., Tack, F. M. G., and Verloo, M. G. 2002. Chemical characteristics of Malian and Belgian solid waste composts. *Bioresource Technology*, 81(2), 97-101.
- Thomas, G. W. (1996). Soil pH and soil acidity. *Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical Methods*, (methodsofsoilan3), 475-490.
- Vaccari, F. P., Baronti, S., Lugato, E., Genesio, L., Castaldi, S., Fornasier, F., and Miglietta, F. 2011. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. *European Journal of Agronomy*, 34(4), 231-238.
- Walkley, A., and Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of compost and biochar applications on the Yield and its Components of Wheat (cultivar Rakhshan)

Soil fertility, plant nutrition, greenhouse culture

Zarrabi^{*1}, P., Fatemi², A., SafaeiKhoram, M.³

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of razi, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of razi, Iran

³ research assistant

Abstract

The effect of compost and biochar on the yield and its components of wheat variety Rakhshan was investigated in a greenhouse study as a completely randomized design with three replications during 2017-2018. The treatments were wood and straw rice biochars at four levels: 0, 0.5, 1, 2.5 % (w/w), compost at two levels 0 and 2 % (w/w) and integrated treatments (compost + wood biochar and compost + straw rice biochar with 1% w/w of each treatment). The results showed that the effect of treatments on biological yield and 1000- grain weight ($P < 0.05$) and grain yield and harvest index ($P < 0.01$) was significant. The highest biological ($20.76 \text{ g plot}^{-1}$) and grain yield (9.82 g plot^{-1}) were obtained in the compost treatment. The results also showed that the highest 1000- grain weight ($49.96 \text{ g plot}^{-1}$) and harvest index (0.47 g) were observed in straw rice biochar and compost treatments at the 1% level, respectively. In general, this study showed that application of organic fertilizers improved the yield and its components of wheat.

Keywords: Biochar, Compost, Integrated application, Wheat

* Corresponding author, Email: parastoo_zarabi@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر سه اسید آمینه بر جذب و انتقال برخی عناصر کم‌مصرف کلزا در کشت محلول

محمد هادی میرزاپور^{۱*}، احمد گلچین^۲، امیر حسین خوشگفتارمنش^۳، محمد مهدی طهرانی^۴

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

^۲ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

^۳ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

^۴ استادیار بخش حاصلخیزی موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سه نوع اسید آمینه بر غلظت، جذب و انتقال برخی عناصر کم‌مصرف در کشت محلول در کلزا (رقم هایولا-۴۰۱)، پژوهشی گلخانه‌ای با چهار تیمار اسید آمینه (شامل عدم کاربرد اسید آمینه و کاربرد اسیدهای آمینه تریپتوفان، آرژنین و هیستیدین با غلظت ۱۰۰ میکرومولار) به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد تأثیر اسیدهای آمینه بر جذب روی، آهن و منگنز معنی دار شد اگرچه این تأثیر بر جذب توسط ریشه متفاوت از جذب این عناصر توسط شاخساره بود. در حالی که مصرف اسیدهای آمینه باعث کاهش غلظت و مقدار جذب روی، آهن و منگنز شاخساره در مقایسه با عدم مصرف اسید آمینه شد، جذب این عناصر در ریشه با کاربرد اسیدهای آمینه افزایش یافت. مصرف تریپتوفان سبب افزایش غلظت و جذب مس شاخساره نسبت به عدم مصرف اسید آمینه گردید. افزایش جذب مس در ریشه با مصرف هر سه اسید آمینه و در شاخساره، با تریپتوفان و هیستیدین دیده شد. فاکتور انتقال عناصر کم‌مصرف روی و آهن، با مصرف اسیدهای آمینه آزمایش، کاهش معنی داری نشان داد. در عوض، فاکتور انتقال منگنز و مس با مصرف اسید آمینه تریپتوفان افزایش معنی داری داشت. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، تأثیر اسیدهای آمینه بر مقدار جذب عناصر کم‌مصرف به واسطه تحریک و افزایش رشد شاخساره (اثر رقت) از یک سو و از سوی دیگر، افزایش مقدار جذب عنصر توسط ریشه به ویژه از طریق تشکیل کمپلکس اسید آمینه-فلز می‌باشد.

کلمات کلیدی: آهن، روی، منگنز، مس

مقدمه

تنها، بخش اندکی از عناصر کم‌مصرف در محیط ریشه در خاک به شکل آزاد وجود داشته و اغلب، با ترکیبات آلی کم‌وزن ترشح شده از ریشه، پیوند برقرار می‌کنند (Nowack et al., 2006). برخی از این ترکیبات شامل قندها، اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی هستند (Nowack et al., 2006; Jones et al., 2004; Fageria et al., 2006). اسیدهای آمینه، واحد ساختمانی پروتئین‌ها بوده و در تمام سلول‌های زنده وجود دارند. در ساختمان پروتئین‌ها، بدون توجه به منشأ آن‌ها، ۲۰ نوع آلفا-اسید آمینه به کار رفته است. اسیدهای آمینه از ترکیبات حد واسط موجود در مسیر گلیکولیز، چرخه اسید سیتریک و یا مسیر فسفات پنتوز تولید می‌شوند و به دلیل نقش موثر در ترجمه ژن‌ها به انواع پروتئین‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Abdul-Qados, 2009). ویژگی‌های اسید آمینه بر اساس مقدار حلالیت آن‌ها در آب، نوع بار الکتریکی، نسبت کربن به نیتروژن، وزن مولکولی و حلقه‌های آروماتیک آن‌ها بسیار متفاوت است. گیاهان قادرند اسیدهای آمینه را بدون نیاز به معدنی شدن، جذب کنند (Jones and Hodge, 1999). یکی از ویژگی‌های مهم اسیدهای آمینه، امکان پیوند با برخی عناصر کم‌مصرف از جمله روی، آهن و نیکل می‌باشد که باعث تسهیل در جذب این عناصر می‌شود. همچنین، کمپلکس اسید آمینه-فلز جذب شده توسط گیاه می‌تواند بدون تغییر در گیاه منتقل شود. پژوهش‌های اندکی در خصوص تأثیر اسیدهای آمینه بر جذب عناصر کم‌مصرف توسط ریشه و انتقال آن به شاخساره بر روی گیاهان انجام شده است.

بر اساس پژوهش‌های انجام شده، اسیدهای آمینه، با تشکیل کمپلکس‌های به نسبت پایدار با روی و نیکل، مقدار جذب این عنصر را افزایش می‌دهند (Ghasemi et al., 2013; Dalir and Khoshgoftarmanesh, 2015). در این میان، بعضی محققان معتقدند برخی اسیدهای آمینه، به علت سرعت بالای تخریب میکروبی، از قابلیت کمتری در تشکیل کمپلکس با عناصر کم مصرف در محیط ریشه برخوردارند (Jones and Hodge, 1999).

* ایمیل نویسنده مسئول: mhmirezap@yahoo.com

اما از آن جا که غلظت اسیدهای آمینه در محلول خاک غالباً خیلی بیشتر از غلظت عناصر کم‌مصرف می‌باشد (Ghasemi et al., 2013) بنابراین، اسید آمینه‌های موجود در محیط ریشه، نقش مهمی در تشکیل کمپلکس با این عناصر دارند. نکته قابل توجه در خصوص کمپلکس‌های اسیدآمینه-فلز، پایداری این کمپلکس‌ها در شرایط محیطی اطراف ریشه می‌باشد. به‌طور مثال، مقایسه‌ی ثابت پایداری کلات‌های اسیدآمینه-روی نشان می‌دهد که کمپلکس هیستیدین-روی دارای بالاترین مقدار ثابت پایداری است (Ghasemi et al., 2013). هدف از اجرای این تحقیق، بررسی اثر سه نوع اسیدآمینه بر غلظت، جذب و انتقال برخی عناصر کم‌مصرف در شرایط کنترل شده کشت محلول در کلزا بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در بهار سال ۱۳۹۶ در شرایط گلخانه‌ای (دمای ۳۲ درجه سلسیوس روزانه، ۲۰ درجه سلسیوس شبانه و رطوبت ۸۰ درصد) با طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قم با مختصات "۲۳.۱۶' ۴۵" ۵۰° شرقی و "۲۴.۷۳' ۳۳" ۳۴° شمالی و ۱۰۰۹ متر بالاتر از سطح دریا در محیط کشت محلول انجام شد. تیمار اسیدآمینه در چهار سطح شامل عدم کاربرد اسیدآمینه و کاربرد اسیدهای آمینه تریپتوفان، آرژنین و هیستیدین با غلظت ۱۰۰ میکرومولار بودند. مبنای انتخاب این غلظت اسیدآمینه، بر اساس حداقل غلظت اسیدآمینه در محلول خاک بود (Yu et al., ۲۰۰۲).

بذرهای کلزا (*Brassica napus* L.) رقم هایولا-۴۰۱، پس از جوانه زدن، به ظروف پلی اتیلنی یک لیتری حاوی محلول غذایی هوگلدن (جدول ۱) و نیز سطوح مختلف اسیدآمینه منتقل شدند. هر ظرف پلی اتیلنی (هر تکرار) شامل دو بوته کلزا بود (شکل ۱). جهت جلوگیری از رشد جلبک، اطراف ظروف با پلاستیک مشکی ضخیم پوشانده شدند. هوادهی ریشه‌ها به طور منظم و روزانه انجام شد. پی-اچ محلول غذایی با افزودن هیدروکسید سدیم و یا اسیدکلریدریک یک مولار، در محدوده‌ی ۶-۵/۵ ثابت نگه‌داشته شد. محلول غذایی هر ۷-۵ روز یک‌بار تعویض گردید. پس از گذشت ۴۵ روز، در مرحله ظهور گل (D)، شاخساره و ریشه از هم جدا شده و به صورت جداگانه توزین و به آزمایشگاه منتقل گردید. جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر کم-مصرف، نمونه گیاه به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در خشک کن برقی، خشک شد. نمونه‌های خشک شده آسیاب شده و به روش سوزاندن در کوره و عصاره‌گیری با اسید کلریدریک دو نرمال هضم گردید. غلظت روی، آهن، منگنز و مس با دستگاه پلاسما جفت شده القایی-نوری واریان، مدل ام-پی-ایکس اندازه‌گیری شد. مقدار جذب عناصر از حاصل ضرب غلظت عنصر در وزن خشک ریشه و اندام هوایی به دست آمد. همچنین، فاکتور انتقال عناصر، از تقسیم غلظت عنصر در اندام هوایی به غلظت همان عنصر در ریشه محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL انجام شد.



شکل ۱. نمایی از تیمارهای آزمایش

جدول ۱. ترکیب محلول غذایی مورد استفاده در آزمایش

عنصر غذایی	میلی مولار	عنصر غذایی	میکرومولار
N	۵	Fe	۲۰
K	۲/۵	Zn	۵
P	۰/۵	B	۲۴
Ca	۲	Mn	۳
Mg	۰/۸	Cu	۱
S	۳/۵	Mo	۰/۱

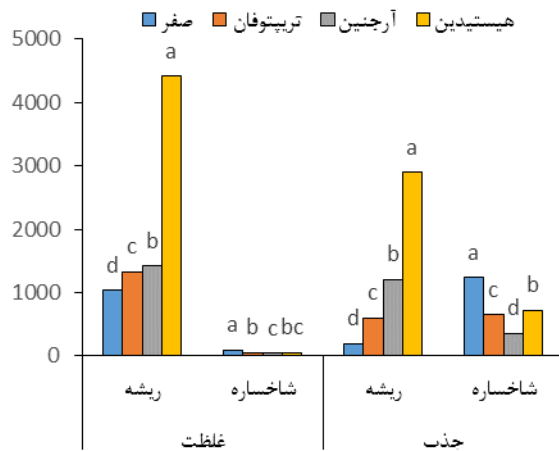
نتایج و بحث

براساس نتایج (شکل ۲)، اسیدهای آمینه مصرفی، تاثیر معنی داری بر غلظت و جذب عناصر کم مصرف مورد بررسی داشتند. به طور کلی، مصرف هر سه اسید آمینه، باعث افزایش جذب روی ریشه شد. همچنین مصرف اسیدهای آمینه (به جز تریپتوفان) باعث کاهش غلظت روی شاخساره و ریشه شد (شکل ۲-الف). جذب روی شاخساره نیز با مصرف اسید آمینه، به طور معنی داری در مقایسه با عدم مصرف اسید آمینه کاهش یافت. در خصوص آهن، مصرف اسیدهای آمینه، سبب افزایش غلظت و جذب آهن ریشه گردید اما با مصرف هر سه اسید آمینه، غلظت و جذب آهن شاخساره کاهش معنی داری یافت (شکل ۲-ب). غلظت منگنز ریشه، تنها با مصرف آرژنین ولی جذب آن با مصرف تمامی اسیدهای آمینه، به طور معنی داری بالاتر از تیمار عدم مصرف اسید آمینه بود (شکل ۲-ج). غلظت و جذب منگنز شاخساره، با مصرف اسیدهای آمینه، در مقایسه با عدم مصرف اسید آمینه کاهش یافت (شکل ۲-د). مصرف اسید آمینه، تاثیر معنی داری بر غلظت مس ریشه نداشت اما مصرف تریپتوفان باعث افزایش این غلظت در شاخساره گردید. افزایش جذب مس در ریشه با مصرف هر سه اسید آمینه (به ویژه آرژنین) رخ داد ولی در شاخساره، افزایش جذب نسبت به عدم مصرف اسید آمینه، در تیمارهای تریپتوفان و هیستیدین دیده شد (شکل ۲-د).

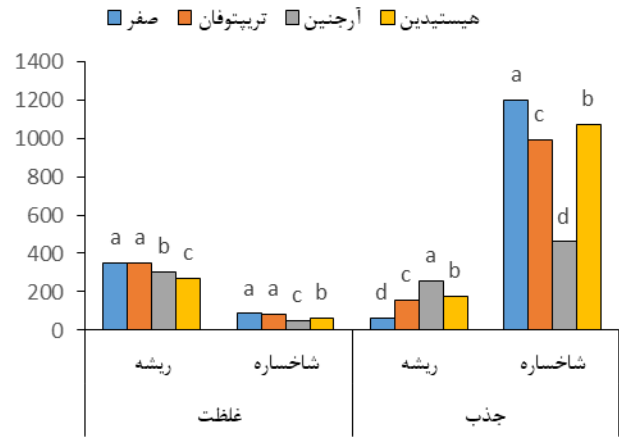
به نظر می رسد کاهش غلظت روی در تیمار مصرف اسید آمینه، مربوط به اثر رقت (Marschner, 1995) باشد. بررسی وزن خشک ریشه و شاخساره (اطلاعات ارائه نشده) نیز موید این موضوع بود. بررسی جذب روی در شاخساره نشان داد اگرچه وزن خشک شاخساره در تیمار هیستیدین، بالاتر از عدم مصرف اسید آمینه بود، اما به علت غلظت پایین تر روی در این تیمار، مقدار جذب روی، کم تر بوده است. به نظر می رسد تشکیل شدن کمپلکس هیستیدین-روی در ریشه، باعث کاهش فعالیت یون آزاد روی شده (Dalir and Khoshgoftarmanesh, 2014) و لذا، جذب آن کاهش یافته است. اگر چه، سایر اسید های آمینه، اثر منفی تری بر جذب شاخساره داشته اند.

در خصوص آهن، اگرچه مصرف هیستیدین سبب افزایش غلظت و جذب آهن ریشه شده ولی جذب شاخساره ای آهن نسبت به عدم مصرف اسید آمینه کاهش یافته که این امر نیز می تواند مربوط به اثر رقت و یا کاهش فعالیت یون آزاد آهن در اثر تشکیل کمپلکس اسید آمینه-آهن باشد (Dalir and Khoshgoftarmanesh, 2014). همین روند در مورد منگنز نیز مشاهده گردید ولی در مورد غلظت و جذب مس، مصرف تریپتوفان باعث افزایش هر دو ویژگی گردید که به نظر می رسد این اسید آمینه می تواند در تسهیل جذب مس در گیاه مورد استفاده قرار گیرد.

غلظت (میلی گرم در کیلوگرم) و جذب (میلی گرم در پوت) آهن شاخساره و ریشه کلزا



(ب)

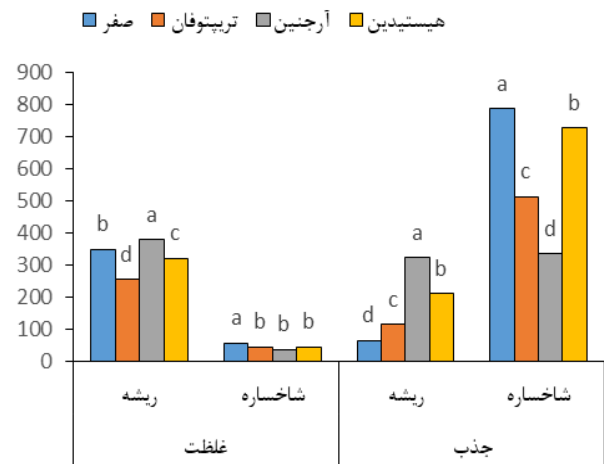


(الف)

غلظت (میلی گرم در کیلوگرم) و جذب (میلی گرم در پوت) مس شاخساره و ریشه کلزا



(د)



(ج)

شکل ۲. اثر چهار سطح اسید آمینه بر غلظت و جذب روی، آهن، منگنز و مس شاخساره و ریشه کلزا (رقم هایولا-۴۰۱)

جدول ۲. فاکتور انتقال عناصر روی، آهن، منگنز و مس در حضور اسیدهای آمینه مختلف در کلزا

عناصر غذایی	اسید	صفر	تریپتوفان	آرجنین	هیستیدین
روی	۰/۲۴۷ ^a	۰/۲۴۷ ^a	۰/۲۴۴ ^b	۰/۱۶۵ ^c	۰/۲۴۴ ^b
آهن	۰/۰۸۷ ^a	۰/۰۸۷ ^a	۰/۰۴۲ ^b	۰/۰۲۷ ^c	۰/۰۱ ^c
منگنز	۰/۱۶۴ ^b	۰/۱۶۴ ^b	۰/۱۷۳ ^a	۰/۰۹۶ ^d	۰/۱۴ ^c
مس	۰/۴۱ ^c	۰/۴۱ ^c	۰/۶۳ ^a	۰/۲۹ ^d	۰/۴۲ ^b

در هر ردیف، مقادیر با حروف مشابه، اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.



براساس، جدول ۲، فاکتور انتقال عناصر کم مصرف روی و آهن، با مصرف اسیدهای آمینه آزمایش، کاهش معنی داری نشان داد. به عبارت دیگر، بالاترین فاکتور انتقال آهن و روی، در تیمار عدم مصرف اسید آمینه به دست آمد. در خصوص منگنز و مس، بالاترین میزان فاکتور انتقال، با مصرف تریپتوفان تولید شد. بنابراین، به نظر می رسد، اسیدهای آمینه مصرفی در این آزمایش، تمایل اندکی برای ایجاد کمپلکس اسید آمینه- روی و اسید آمینه- آهن در ریشه و انتقال آن به اندام هوایی داشته اند. این نتایج با یافته های سایر محققان (Ghasemi et al., Dalir and Khoshgoftarmanesh, 2015) در گندم، هم خوانی ندارد که دلیل احتمالی آن تفاوت ژنتیکی این گیاهان با هم در جذب کمپلکس اسید آمینه- فلز و یا پایداری پایین کمپلکس اسید آمینه- فلز در محلول غذایی و عدم جذب این فلزات و در نتیجه، کاهش غلظت عناصر فوق باشد. در عوض، فاکتور انتقال منگنز و مس با مصرف اسید آمینه تریپتوفان افزایش معنی داری داشته که دلیل آن، احتمالاً مربوط به پایداری بالای کمپلکس اسید آمینه- فلز و افزایش غلظت این دو فلز در اندام هوایی باشد.

نتیجه گیری

براساس نتایج تحقیق حاضر، تأثیر اسیدهای آمینه بر جذب عناصر کم مصرف مورد مطالعه توسط ریشه و شاخساره متفاوت بود. مصرف آرژنین و هیستیدین، باعث کاهش غلظت و جذب روی، آهن و منگنز شاخساره و افزایش غلظت و جذب ریشه نسبت به عدم مصرف اسید آمینه در محلول غذایی گردید. کاهش انتقال روی، آهن و منگنز از ریشه به شاخساره ممکن است به دلیل کاهش غلظت یون آزاد دوظرفیتی این عناصر در سطح ریشه باشد. لازم است در مطالعات آینده این موضوع بررسی شود.

منابع:

- Abdul- Qados, A. M. S. 2009. Effect of arginine on growth, yield and chemical constituents of wheat grown under salinity condition. *Academic Journal of Plant Science*. 2: 267-278.
- Dalir, N. and Khoshgoftarmanesh, A. H. 2014. Symplastic and apoplastic uptake and root to shoot translocation of nickel in wheat as affected by exogenous amino acids. *Journal of Plant Physiology*. 171 531-536.
- Fageria, N. K. and Stone, L. F. 2006. Physical, chemical and biological changes in the rhizosphere and nutrient availability. *Journal of Plant Nutrition*. 29: 1327-56.
- Ghasemi, S., Khoshgoftarmanesh, A. H., Afyuni, M. and Hadadzadeh, H. 2013. Zinc-amino acid complexes are more stable than free amino acids in saline and washed soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 63: 73-79.
- Jones, D. L. and Hodge, A. 1999. Biodegradation kinetics and sorption reactions of three differently charged amino acids in soil and their effects on plant organic nitrogen availability. *Soil Biology and Biochemistry*. 31: 1331-1342.
- Jones, D. L., Hodge, A. and Kuzyakov, Y. 2004. Plant and mycorrhizal regulation of rhizodeposition. *New Phytologist*. 163: 459-80.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Edition, Academic Press, London, 645p.
- Nowack, B., Schulin, R. and Robinson, B. H. 2006. A critical assessment of chelant-enhanced metal Phytoextraction. *Environmental Science and Technology*. 40: 5225-32.
- Yu, Z., Zhang, Q., Kraus, T.E.C., Dahlgren, R.A., Anastasio, C. and Zasoski, R.J. 2002. Contribution of amino compounds to dissolved organic nitrogen in forest soils. *Biogeochemistry*. 61: 173-198.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Effect of Three Amino acids on Uptake and Translocation of Some Micro nutrients of Rapeseed in Solution Culture

Mirzapour^{*1}, M. H., Golchin², A., Khoshgoftarmanesh³, A. H., Tehrani⁴, M. M.

^{1*} Ph.D. Candidate, Engineering Soil Science Department, Agriculture faculty, Zanjan University, Iran

² Professor, Department of Soil Science Engineering, Agriculture faculty, Zanjan University, Iran

³ Professor, Department of Soil Science, Agriculture faculty, Isfahan University of Technology, Iran

⁴ Assistant Professor, Soil and water Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of three different types of amino acid on the concentration, uptake and transfer of some micro nutrients in solution culture in rape seed (Hyola-401 variety), a greenhouse experiment with four amino acid treatments (including no use of amino acids and the use of tryptophan, arginine and histidine with 100 μm concentration) was carried out in completely randomized design with three replicates. The results indicated that the effect of amino acids on zinc, iron and manganese uptake was significant, although this effect on uptake by root was different than those of shoot. While the use of amino acids reduced the concentration and uptake amount of zinc, iron, and manganese in shoot compared to the no use of amino acid, the uptake of these elements increased in root with the use of amino acids. The use of tryptophan increased the concentration and uptake of shoots copper in comparison with the absence of amino acids. Increasing the uptake of copper in the root with the consumption of all amino acids and in the shoot, with tryptophan and histidine was observed. The transfer factor of Zn and Fe showed a significant decrease with the use of amino acids. Instead, the manganese and copper transfer factor increased significantly with tryptophan amino acid use. Based on the results of this study, the effect of amino acids was on the uptake amount of micro nutrients by stimulating and increasing the growth of the shoot (dilution effect) on one side, and the increase in the uptake amount of elements by the root, particularly, by formation of an amino-metal complex, on the other side.

Keywords: Copper, Iron, Manganese, Zinc

* Corresponding author, Email: mhmirzap@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارزیابی کاربرد بهسازها و تنظیم کننده‌های واکنش خاک بر پرورش مطلوب گیاهچه در جعبه نشا برنج

صاحب سودایی مشایی^{۱*}، مرتضی نصیری^۲، رحمان عرفانی^۲، وحید خسروی^۲، محمد محمدیان^۲^۱ دکتری بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، محقق بخش خاک و آب، موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران، ایران^۲ اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

چکیده

یکی از مهمترین مشکلات پرورش گیاهچه در خزانه برنج برای کشت مکانیزه، نامناسب بودن ترکیب خاک بستر جعبه نشا و روش پرورش آن می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی کاربرد بهسازها و تنظیم کننده‌های واکنش خاک بر پرورش مطلوب گیاهچه برنج در جعبه نشا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار برای رقم طارم انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل انواع خاک (خاک مزرعه، خاک باگوگرد و تیوباسیلوس، خاک باگوگرد و بدون تیوباسیلوس)، تیمار بهسازهای خاک (نسبت‌های مختلف از کودآلی کمپوست کارخانه چوب مازندران، کودآلی بستر آبدان و سبوس دوکوب برنج) و فاکتور تنظیم کننده‌های pH خاک (شاهد، اسید سولفوریک و محلول تنظیم کننده pH) بود. نتایج نشان داد که در بین سه نوع خاک مورد استفاده خاک بدون گوگرد، بین سه تیمار تنظیم کننده pH، تیمار مصرف اسید سولفوریک ۲ در هزار و در بین تیمار خاک بستر، تیمارهای سبوس دوکوب برنج ۲۵ درصد و ۵۰ درصد بهترین اثرات را بر صفات اندازه‌گیری شده نشان دادند. میزان جمعیت باکتریایی در تیمار ترکیب کمپوست چوب و خاک بستر آبدان بیشترین مقدار ($3/4 \times 10^6$ CFU/g) را نشان داد و کمترین جمعیت باکتریایی در تیمار کمپوست چوب ۲۵ درصد و تیمار ترکیب کمپوست چوب و سبوس برنج بدست آمد. میزان جمعیت قارچی در تیمار کمپوست چوب ۲۵ درصد بیشترین مقدار بوده (55×10^6 CFU/g) و کمترین جمعیت قارچی در تیمار شاهد بدون افزودن بهسازها (4×10^6 CFU/g) حاصل گردید. بنابراین مصرف سبوس برنج در کشت مکانیزه برنج در جعبه نشا به همراه گوگرد و باکتری تیوباسیلوس به بهره‌برداران قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: گیاهچه برنج، بستر خاک، سبوس برنج، کشت مکانیزه، جمعیت میکروبی

مقدمه

برای تغذیه جمعیت در حال افزایش جهان، که تخمین زده می‌شود بیش از ۱۰ میلیارد نفر تا پایان این قرن است (Lal, 2009)، به افزایش در واحد سطح تولید برنج شدیداً مورد نیاز است. اگر چه انواع واریته‌های پرمحصول در دسترس هستند، ولی یک شکاف بزرگ بین عملکرد در زمین کشاورزان و ایستگاه‌های تحقیقاتی در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. مهمترین خصوصیات خاک خوب برای جعبه نشا، اسیدیته (pH) مناسب، بافت متوسط با مواد آلی کافی و قابلیت نگهداری آب می‌باشد. خاک لوم رسی مناسب‌ترین خاک برای این منظور است. خاک رسی (سنگین و چسبنده) و خاک شنی (سبک) مناسب این کار نیستند. بهترین نوع خاک بدین منظور، خاک شالیزاری، خاک جنگل، خاک باغ و خاکی است که قبلاً برای کشت مورد استفاده قرار گرفته و حاوی مقداری مواد آلی است (امیری لاریجانی و همکاران، ۱۳۸۳). محمدیان و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی مقادیر مختلف pH خاک جعبه نشا بر شاخص‌های کمی گیاهچه برنج نشان دادند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین صفات ارتفاع بوته، طول غلاف دومین برگ، طول غلاف سومین برگ، وزن خشک غلاف برگه‌ها، وزن خشک بذور، قرائت کلروفیل متر، سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت آسیمیلایسیون خالص (NAR) و تیمارهای pH خاک جعبه نشا وجود دارد و pH برابر ۵ را بهترین سطح pH برای خاک جعبه‌های نشا مورد بررسی بدست آوردند. Vandammea و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر مصرف فسفر در بستر جعبه نشا روی رشد گیاهچه و عملکرد برنج نشان دادند که مصرف فسفر در خاک بستر پرورش گیاهچه، زیست توده اندام هوایی گیاهچه را دو برابر در زمان نشاکاری و غلظت فسفر اندام هوایی گیاهچه را نسبت به شاهد، ۵ برابر افزایش داد. همچنین عملکرد دانه در مزرعه‌ای با فراهمی فسفر خاک مناسب حدود ۱۰ - ۱۴ درصد و در مزرعه‌ای با فراهمی فسفر خاک پایین حدود ۳۰ - ۴۰ درصد افزایش یافت. Yong و همکاران (۱۹۹۱) شرایط خاک و مصرف مواد اسیدی برای آماده‌سازی بستر بذر برنج را بررسی نموده و همبستگی بین ظرفیت بافری خاک و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک خزانه برنج را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تجزیه آماری

* ایمیل نویسنده مسئول: ssoodaie78@gmail.com



نشان داد که ظرفیت بافری خاک بطور عمده به ظرفیت تبادل کاتیونی ($r = 0/908$)، مقدار رس ($r = 0/755$) و ماده آلی ($r = 0/484$) وابسته است و همبستگی معنی داری از لحاظ آماری بین ظرفیت بافری خاک و pH خاک وجود نداشت.

استفاده از اصلاح کننده‌های آلی مانند کمپوست‌ها، ابزار مؤثری برای بهبود خاکدانه سازی، ساختمان خاک، افزایش جمعیت و تنوع میکروبی، افزایش ظرفیت نگهداری آب و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک می‌باشد (Azarmi و همکاران، ۲۰۰۸). تعداد میکروارگانیسم‌ها در بین انواع خاک‌ها و شرایط مختلف، متفاوت بوده و باکتریها بیشترین تعداد را دارند. رشد جمعیت میکروبی و فعالیت‌شان در خاک به اثرات متقابل بین گونه‌های گیاهی با خاک بستگی دارد (Grayston و همکاران، ۱۹۹۸). تحقیقات زیادی نشان دادند که اندازه و ساختار جمعیت میکروبی تحت تأثیر نوع خاک و گونه‌های گیاهی هستند (Wieland و همکاران، ۲۰۰۱). موجودات زنده خاک یا محیط ریشه شامل کل باکتری‌ها به شکل اسپور و یا گرم منفی، اکتینومیسیت‌ها و قارچ هستند اما تنها کمتر از یک درصد قابل رشد در محیط کشت هستند حتی زمانیکه مجموعه‌ای از محیط‌های کشت استفاده شود (Bakken، ۱۹۹۷). در این پروژه سعی شد به مشکلات پیش رو در تهیه جعبه نشا مانند تعیین ترکیب مناسب خاک با بهسازهای آلی و تنظیم pH خاک با تنظیم کننده‌های pH در طول دوره رشد پاسخ داده و از رشد ضعیف گیاهچه، بوته میری و غیریکنواختی بوته‌ها (کچلی) در جعبه نشا جلوگیری گردد و اثر انواع مختلف خاک، بهسازهای خاک و تنظیم کننده‌های pH خاک بر رشد گیاهچه مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به اینکه هر ساله هزاران جعبه نشا به علت کاربرد نامناسب مواد بستر جعبه نشا دچار مشکل می‌شوند و کشاورز مجبور به تهیه مجدد نشا شده و هزینه زیادی را متقبل می‌شود، با معرفی بهترین بهسازهای خاک، هم هزینه تولید برنج کاهش می‌یابد و هم کشاورز با انگیزه لازم به توسعه کشت مکانیزه ادامه خواهد داد.

مواد و روش‌ها

به منظور بهینه‌سازی خاک بستر پرورش نشای برنج در جعبه نشا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی رقم بومی طارم در موسسه تحقیقات برنج- معاونت مازندران در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. در این پروژه فاکتور اصلی شامل انواع خاک بستر (۱- خاک خشک مزرعه، ۲- خاک خشک با گوگرد و تیوباسیلوس، ۳- خاک خشک با گوگرد و بدون تیوباسیلوس)، فاکتور بهسازهای خاک (۱- کود آلی کمپوست کارخانه چوب مازندران ۲۵ درصد، ۲- کود آلی کمپوست چوب مازندران ۵۰ درصد، ۳- کود آلی بستر آبندان ۲۵ درصد، ۴- کود آلی بستر آبندان ۵۰ درصد، ۵- سبوس دوکوب برنج ۲۵ درصد، ۶- سبوس دوکوب برنج ۵۰ درصد، ۷- مخلوط کود آلی کمپوست کارخانه چوب و بستر آبندان هر کدام ۲۵ درصد، ۸- مخلوط کود آلی کمپوست کارخانه چوب و سبوس دوکوب هر کدام ۲۵ درصد، ۹- مخلوط کود آلی بستر آبندان و سبوس دوکوب هر کدام ۲۵ درصد و ۱۰- مخلوط کود کمپوست کارخانه چوب، کود آلی آبندان و سبوس دوکوب برنج هر کدام ۱۵ درصد) و فاکتور تنظیم کننده‌های pH خاک (۱- شاهد (بدون محلولپاشی) ۲- اسید سولفوریک ۲ در هزار و ۳- محلول تنظیم‌کننده pH شرکت ارمغان صحت البرز مستقر در پارک علم و فناوری دانشگاه تهران ۳ در هزار) می‌باشند. میزان مصرف گوگرد عنصری در تیمارها برای هر ۱۰۰ کیلوگرم خاک ۵۰۰ گرم گوگرد عنصری مورد استفاده قرار گرفت. میزان مصرف کود شیمیایی نیتروژن و سایر کودهای شیمیایی مورد نیاز پس از انجام تجزیه خاک و بر اساس دستورالعمل فنی موسسه تحقیقات برنج کشور برای هر جعبه اعمال گردید. کلیه عملیات اجرایی و نگهداری جعبه‌های نشا به‌طور یکنواخت انجام شد. برای اجرای آزمایش ابتدا خاک مزرعه و بهسازها غربال شده و ترکیب‌های تیماری خاک تهیه و بر اساس نوع تیمار، جعبه‌ها به ارتفاع دو سانتیمتر از ترکیب خاکی پر شده و سپس بذریاشی (به ازای هر جعبه ۱۸۰ گرم بذر قبل از خیساندن) صورت گرفت. بعد از بذریاشی، جعبه‌ها در گلخانه با حرارت روز و شب به ترتیب ۳۰ و ۲۰ درجه تا پایان رشد قرار گرفتند. در روز ۲۰ام بعد از بذریاشی، از هر جعبه نمونه برداری گیاهچه و خاک برای تعیین صفات طول گیاهچه، وزن خشک اندام هوایی، نمره‌دهی بر اساس قدرت رویش، pH خاک و جمعیت قارچ و باکتری به ترتیب از محیط‌های غذایی^۱ PDA و^۲ NA استفاده شد. بطور تصادفی مقدار یک گرم از خاک اطراف ریشه نشای برنج برداشته و در لوله آزمایش حاوی نه میلی‌لیتر آب سترون ریخته و محلول سوسپانسیون یکنواخت تهیه شد. رقت‌های مختلف (۱۰^{-۱}، ۱۰^{-۲}، ۱۰^{-۳}، ۱۰^{-۴}، ۱۰^{-۵}، ۱۰^{-۶}، ۱۰^{-۷}، ۱۰^{-۸}، ۱۰^{-۹}) از این سوسپانسیون روی سطح محیط‌های PDA و NA بطور یکنواخت پخش شد. هر رقت روی سه ظرف پتری حاوی محیط غذایی پخش شد. سپس در انکوباتور با دمای ۲۵±۱ درجه سلسیوس نگهداری شدند. بعد از ۴۸ ساعت پرگنه‌های رشد یافته باکتری و قارچ در هر ظرف پتری شمارش شدند و میانگین جمعیت جدی‌ها بدست آمد. تجزیه و تحلیل آماری و مقایسات میانگین به روش چند دامنه‌ای دانکن با نرم‌افزارهای آماری SAS (ver. 9.2) و MSTAT-C انجام شد.

¹ Potato Dextrose Agar

² Nutrient Agar



نتایج و بحث

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده بستر جعبه‌های نشا در جدول ۱ نشان داده شد. خاک بستر جعبه نشا دارای ماده آلی و فسفر قابل جذب پایین و پتاسیم قابل جذب بالایی دارد. بهساز آلی کمپوست چوب دارای ۲۳/۸ درصد کربن آلی، ۱/۸۵ درصد نیتروژن کل، ۰/۱۹ درصد پتاسیم کل، ۰/۱۱ درصد فسفر کل و هدایت الکتریکی ۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر و بهساز کود آلی بستر آبندان دارای ۲۱/۹ درصد کربن آلی، ۱/۷۰ درصد نیتروژن کل، ۰/۱۴ درصد پتاسیم کل، ۰/۰۹ درصد فسفر کل و هدایت الکتریکی ۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. سبوس برنج هم دارای ۱۸/۱ درصد کربن آلی، ۱/۴۹ درصد نیتروژن کل، ۰/۹۵ درصد پتاسیم کل و ۰/۵۶ درصد فسفر کل است که از این لحاظ غنی‌تر از دو کود آلی ذکر شده می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستر جعبه نشا و خاک مزرعه تحقیقاتی

نوع خاک	pH (شوری)	EC (شوری)	درصد رطوبت اشباع	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	رس	سیلت	شن
	(اشباع)	(ds/m)		درصد		درصد	میلی‌گرم بر کیلوگرم	درصد			
خاک جعبه نشا	۷/۹۰	۰/۴۷	۶۲	۰/۸۴	۱۴/۱	۰/۰۸	۳/۰	۴۱۲	۳۴	۵۴	۱۲

نتایج تجزیه واریانس مربوط به کیفیت گیاهچه نشا برنج نشان داد که اثر عامل نوع خاک بر صفات طول گیاهچه، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، pH نهایی خاک بستر، نمره کیفی گیاهچه و جمعیت باکتریایی و قارچی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد. عامل نوع بهساز خاک بستر برای همه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. اثر تیمار تنظیم‌کننده pH بر سطح برگ گیاهچه در سطح احتمال ۵ درصد و بر نمره کیفی گیاهچه و جمعیت باکتریایی و قارچی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. تجزیه واریانس اثر متقابل نوع خاک × نوع بهساز برای همه صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد و اثر متقابل نوع خاک × نوع تنظیم‌کننده pH برای صفات وزن تر اندام هوایی، pH نهایی خاک بستر و جمعیت باکتریایی و قارچی تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد. اثر متقابل نوع بهساز × نوع تنظیم‌کننده pH بر صفات طول گیاهچه، سطح برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، pH نهایی خاک بستر، نمره کیفی گیاهچه و جمعیت باکتریایی و قارچی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد.

مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر صفات اندازه‌گیری شده گیاهچه (جدول ۲) برای صفات طول گیاهچه، طول ریشه، وزن تر و خشک گیاهچه، نمره کیفی گیاهچه تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) را نشان داد. خاک با گوگرد بر صفات وزن تر و خشک گیاهچه تاثیر بیشتری داشته و تیمار خاک با گوگرد با تیوباسیلوس بر میزان pH خاک بستر تاثیر مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشته است. بیشترین جمعیت باکتریایی و قارچی به ترتیب در خاک با گوگرد با تیوباسیلوس و خاک با گوگرد و بدون تیوباسیلوس مشاهده گردید (جدول ۲). مقدار واحد تشکیل کلنی (CFU) باکتریایی در خاک با گوگرد و تیوباسیلوس ۳/۷ درصد بیشتر از خاک بدون گوگرد و مقدار واحد تشکیل کلنی (CFU) قارچی در خاک با گوگرد و بدون تیوباسیلوس ۲۴/۴ درصد بیشتر از تیمار خاک بدون گوگرد بوده است. نوع خاک یک فاکتور تعیین‌کننده در ترکیب جمعیت میکروبی در خاک‌های زراعی در نظر گرفته می‌شود (Girvan و همکاران، ۲۰۰۳). کودهای آلی و یا شیمیایی تعداد باکتری‌های کل و شکل اسپوری باکتری، اکتینومیسیت‌ها و قارچها در خاک را افزایش می‌دهند (Kanazawa و همکاران، ۱۹۸۸). نوع بهساز آلی روی همه صفات مورفوفیزیولوژیک اندازه‌گیری شده تاثیر گذاشته و تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد نشان داده است. کود بهساز سبوس برنج ۵۰ درصد برای طول گیاهچه، طول ریشه، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و نمره کیفی گیاهچه بهترین وضعیت را نشان داد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۳۸/۷، ۵۲/۴، ۳۳/۲، ۱۰۵، ۲/۹، ۹/۸ و ۴۷/۸ درصد بیشتر بوده است. از لحاظ میزان pH خاک هم کمترین و مناسب‌ترین مقدار مربوط به تیمار بهساز سبوس برنج ۵۰ درصد حاصل گردید. تیمار بهساز سبوس برنج ۲۵ درصد در رتبه بعدی قرار دارد. استفاده از بهسازهای آلی بستر آبندان و گاهی کمپوست چوب برای برخی از صفات مانند طول گیاهچه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه از تیمار شاهد بدون مصرف بهساز هم کمتر شده که نشان می‌دهد استفاده از این نوع بهسازها روی رشد گیاهچه می‌تواند اثرات منفی داشته باشد. جمعیت کل باکتری در تیمارهای مختلف از $1/7 \times 10^9$ تا $3/4 \times 10^9$ (CFU/gr) واحد تشکیل کلنی در گرم خاک خشک و جمعیت قارچی از 11×10^6 تا 55×10^6 (CFU/gr) واحد تشکیل کلنی در گرم خاک خشک متغیر بود. بیشترین جمعیت باکتریایی از تیمار ترکیب کمپوست چوب و کود بستر آبندان ($3/4 \times 10^9$ CFU/gr) و بیشترین جمعیت قارچی از تیمار کمپوست چوب ۲۵ درصد (55×10^6 CFU/gr) و تیمار ترکیبی با کمپوست چوب حاصل گردید (شکل ۱). که می‌تواند به ماهیت کمپوست چوب و گذراندن مرحله از کمپوست شدن آن و فعالیت بیشتر قارچها در

تجزیه ترکیبات چوب مانند لیگنین‌ها و ... برگردد. جمعیت‌های میکروبی خاک، هم از نظر زیست‌توده و هم از نظر فعالیت، جانداران غالب خاک هستند که در فعالیت‌های مهمی از جمله تجزیه مواد آلی، مواد مغذی معدنی، تجزیه مواد شیمیایی کشاورزی و بهبود ساختار خاک نقش اساسی دارند (Wei و همکاران، ۲۰۱۲). فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌های خاک برای چرخه مواد آلی ضروری است، فعالیت‌های متابولیکی با توجه به ترکیب گونه‌های میکروبی تعیین می‌شود و این نیز به نوبه خود تحت تأثیر مقدار لاشبرگ قابل دسترس، نوع خاک و دیگر شرایط محیطی می‌باشد (فلاح و همکاران، ۱۳۸۵). در بین تیمارهای تنظیم کننده pH هم برای بیشتر صفات رشدی اندازه‌گیری شده، تیمار مصرف محلولپاشی ۲ در هزار اسیدسولفوریک پاسخ بهتری داده است. داوودی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که تأثیر مقادیر مختلف گوگرد عنصری همراه با باکتری تیوباسیلوس بر کاهش pH خاک، افزایش هدایت الکتریکی، فسفر، گوگرد، آهن و روی قابل استفاده خاک در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد دارد و همین عامل موجب افزایش حلالیت عناصر غذایی و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر در گیاه شده و در نتیجه جذب عناصر غذایی افزایش یافت.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده در جعبه‌های نشا برنج رقم طارم هاشمی در گلخانه

اثر تیمارها	طول گیاهچه (سانتیمتر)	طول ریشه (سانتیمتر)	سطح کل برگ (سانتیمترمربع)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک هوایی (گرم)	pH نهایی خاک بستر	نمره کیفی گیاهچه (۲۰)	جمعیت باکتریایی (CFU/gr)	جمعیت قارچی (CFU/gr)
خاک معمولی	۱۲/۶a	۲/۸۲ab	۳/۲۹a	۸۲/۴a	۲۹/۸a	۶/۶۸a	۱۳/۱a	۲/۶×۱۰ ^۹ a	۱۱×۱۰ ^۶ a
خاک+گوگرد با تیوباسیلوس	۱۰/۸c	۲/۸۹a	۲/۷۲c	۷۴/۸b	۲۸/۱b	۶/۴۶b	۶/۹c	۲/۷×۱۰ ^۹ b	۲۳×۱۰ ^۶ b
خاک + گوگرد	۱۲/۰b	۲/۶۱b	۳/۱۲b	۸۴/۹a	۳۰/۶a	۶/۴۸b	۱۱/۹b	۲/۱×۱۰ ^۹ c	۴۵×۱۰ ^۶ c
کمپوست چوب ۵۰٪	۱۰/۶cd	۳/۳۲ab	۲/۰۵c	۶۷/۵c	۳۱/۱bc	۶/۶۲a	۱۰/۳c	۲/۱×۱۰ ^۹ e	۱۱×۱۰ ^۶ f
کمپوست چوب ۲۵٪	۱۰/۸c	۳/۳۳ab	۲/۹۴cd	۶۸/۱c	۲۸/۹cd	۶/۶۰ab	۹/۶d	۱/۷×۱۰ ^۹ f	۵۵×۱۰ ^۶ a
کود آبندان ۵۰٪	۹/۴d	۳/۵۲a	۲/۲۵e	۶۹/۷bc	۲۵/۷e	۶/۵۹ab	۹/۰e	۲/۶×۱۰ ^۹ c	۱۹×۱۰ ^۶ def
کود آبندان ۲۵٪	۱۰/۳d	۲/۳۹def	۲/۳۸e	۷۲/۵bc	۳۰/۸bc	۶/۵۸abc	۹/۱e	۲/۳×۱۰ ^۹ cde	۱۲×۱۰ ^۶ ef
سبوس برنج ۵۰٪	۱۷/۲a	۱/۹۷f	۵/۵۵a	۱۰۶/۹a	۳۳/۵a	۶/۴۰e	۱۷/۶a	۲/۵×۱۰ ^۹ cd	۱۵×۱۰ ^۶ ef
سبوس برنج ۲۵٪	۱۶/۸a	۳/۴۷a	۴/۹۴b	۱۰۴/۱a	۳۳/۹a	۶/۴۶d	۱۷/۴a	۳/۰×۱۰ ^۹ b	۲۹×۱۰ ^۶ cde
کمپوست چوب+کود آبندان	۱۱/۱c	۲/۷۳cd	۲/۵۴de	۷۰/۷bc	۲۶/۶de	۶/۵۶bc	۹/۰e	۳/۴×۱۰ ^۹ a	۱۵×۱۰ ^۶ ef
کمپوست چوب+سبوس برنج	۱۱/۱c	۳/۱۰abc	۲/۷۰de	۷۹/۰b	۲۸/۱de	۶/۶۰ab	۱۵/۲b	۱/۸×۱۰ ^۹ f	۵۰×۱۰ ^۶ ab
کود آبندان+سبوس برنج	۹/۵d	۲/۳۳ef	۲/۳۵e	۷۵/۸b	۲۶/۲e	۶/۵۴c	۷/۷f	۲/۵×۱۰ ^۹ cd	۳۶×۱۰ ^۶ bcd
کمپوست چوب+کود آبندان+سبوس ۱۵٪	۱۰/۶c	۲/۸۷bcd	۲/۴۶e	۶۹/۵c	۲۸/۹cd	۶/۵۵bc	۱۰/۳cd	۲/۹×۱۰ ^۹ b	۴۳×۱۰ ^۶ bc
شاهد	۱۲/۴b	۱/۴۷g	۲/۷۰cd	۱۰۳/۸a	۳۰/۸bc	۶/۵۵bc	۱۱/۲c	۲/۲×۱۰ ^۹ de	۴×۱۰ ^۶ f
شاهد	۱۱/۴۹a	۲/۸۷a	۲/۹۳b	۷۸/۳a	۲۹/۷۵a	۶/۵۴a	۱۰/۸۶b	۱/۹×۱۰ ^۹ c	۲۱×۱۰ ^۶ b
اسیدسولفوریک ۲ در هزار	۱۲/۰۶a	۲/۶۷a	۳/۲۶a	۸۰/۷a	۲۹/۹۳a	۶/۵۶a	۱۱/۹۵a	۲/۹×۱۰ ^۹ a	۳۷×۱۰ ^۶ a
تنظیم کننده pH شرکت	۱۱/۹۴a	۲/۷۷a	۳/۰۴ab	۸۳/۲a	۲۸/۸۸a	۶/۵۶a	۱۱/۷۹a	۲/۵×۱۰ ^۹ b	۲۰×۱۰ ^۶ b

* در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد با همدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق حاکی از تأثیر مثبت استفاده از بهسازهای آلی در خاک بستر جعبه نشا بر کیفیت و رشد گیاهچه برنج رقم طارم هاشمی بود. در بین تیمارهای مختلف بهسازها، تیمار حاوی باکتری تیوباسیلوس و سبوس برنج ۲۵ و ۵۰ درصد بهترین تأثیر را روی نمره کیفی گیاهچه، ارتفاع و وزن خشک گیاهچه داشت و از لحاظ میزان pH خاک هم کمترین و مناسب‌ترین مقدار در این تیمار مشاهده شد. با توجه به سلامت بهتر گیاهچه و نمره کیفی آن در تیمار استفاده از سبوس برنج، این گیاهچه‌ها می‌توانند بهتر در زمین اصلی استقرار یابند و به رشد اولیه نشا کمک کنند. بنابراین مصرف بهسازهای آلی مثل سبوس برنج در کشت مکانیزه برنج در جعبه نشا به همراه گوگرد و باکتری تیوباسیلوس به بهره‌برداران قابل توصیه است که می‌توان ضمن داشتن گیاهچه‌های سالم به استقرار بهتر گیاهچه و رشد مطلوب در مزرعه هم دست پیدا کرد. از نظر جمعیت قارچی و باکتریایی، بهترین ترکیب بهسازها با خاک بستر جعبه نشا برای تیمار سبوس برنج حاصل گردید که در گروه جمعیت پایین قرار دارند که می‌تواند دلیل بر شیوع کمتر بیماری‌های خاکزاد قارچی و باکتریایی در طول دوره رشد گیاهچه‌ها در جعبه نشا و سلامت بیشتر گیاهچه‌ها با توجه به نمره کیفی آنها باشد که می‌تواند استقرار بهتر نشا در زمین اصلی را فراهم کند.



منابع

- امیری لاریجانی، ب.، حسینی، م.، سلیمانی، ع. و م. کارگران. ۱۳۸۳. تجزیه و تحلیل پرورش نشا و نشاکاری برنج به روش سنتی و مکانیزه در شرایط زارع. یازدهمین همایش برنج کشور. ۱۹ الی ۲۰ دیماه ۱۳۸۳. قزوین، ایران.
- داوودی، م.ح.، قادری، ج. و خاوازی ک. ۱۳۹۷. تاثیر گوگرد بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک و غلظت عناصر غذایی در دانه گندم. نشریه پژوهش-های حفاظت آب و خاک. جلد ۲۵، شماره ۵، ص. ۲۸۰-۲۶۵.
- محمدیان، م.، نصیری م.، سودایی مشایی، ص.، رستمی، م.، کارگران، م. ۱۳۹۳. تأثیر مقادیر مختلف pH خاک (pH) جعبه نشا بر شاخص‌های کمی گیاهچه برنج. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی شماره ۴۴۹۳۰، انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران، ص. ۲۰.
- فلاح نصرت آباد، ع.، بشارتی، ح. و خسروی، ه. ۱۳۸۵. میکروبیولوژی خاک (ترجمه). انتشارات کتابیران، تهران، ایران.
- Azarmi, R., Sharifi, Z. and Satari, M.R. 2008. Effect of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Pakistan Journal of Biological Sciences 11: 1797-1802.
- Bakken, L.R., 1997. Culturable and non-culturable bacteria in soil. In: van Elsas, J.D., Trevor, J.T., Wellington, E.M.H. (Eds.), Modern soil microbiology. Marcel Dekker, New York, pp. 47-61.
- Girvan, M.S., Bullimore, J., Pretty, J.N., Osborn, A.M., Ball, A.S., 2003. Soil type is the primary determinant of the composition of the total and active bacterial communities in arable soils. Appl. Environ. Microbiol. 69, 1800-1809.
- Grayston, S.J., Wang, S., Campbell, C.D., Edwards, A.C., 1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 30, 369-378.
- Kanazawa, S., Asakawa, S., Takai, Y., 1988. Effect of fertilizer and manure application on microbial numbers, biomass and enzyme activities in volcanic ash soils. Soil Sci. Plant Nutr. 34, 429-439.
- Lal, R. 2009. Soils and Food Sufficiency. A Review. Agronomy for Sustainable Development, 29, 113-133. <https://doi.org/10.1051/agro:2008044>.
- Vandamme E., Wissuwab M., Rosec T., Ahouantone K., Saitoea K. 2016. Strategic phosphorus (P) application to the nursery bed increases seedling growth and yield of transplanted rice at low P supply. Field Crops Research 186: 10-17.
- Wei, M., Tan, F., Zhu, H., Cheng, K., Wu, X., Wang, J., Zhao, K. and Tang, X. 2012. Impact of Bt-transgenic rice (SHK601) on soil ecosystems in the rhizosphere during crop development. Plant, Soil and Environment 58 (5): 217-223.
- Wieland, G., Neumann, R., Backhaus, H., 2001. Variation of microbial communities in soil, rhizosphere, and rhizoplane in response to crop species, soil type, and crop development. Appl. Environ. Microbiol. 67, 5849-5854.
- Yong T., Zhongyuan Z., Huanzhen L., Yuencheng G., Chenghua L. 1991. Soil Conditions and Applying Acid Material for Rice Seed-bed Preparation. Journal of Shenyang Agricultural University. ISSN: 1000-1700.0.1991-02-001. (http://en.cnki.com.cn/Article_en).



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of application of soil amendments and reaction regulators on optimum seedling production in rice seedling box

S., Soodaee Mashae^{*1}, M., Nasiri², R., Erfani², V., Khosavi², M., Mohammadian²

¹ Researcher of Soil and Water Department, Rice research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

² Scientific board members of Rice Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Abstract

One of the most important problems of growing seedlings in the rice field is mechanized cultivation, the inappropriateness of the soil composition of the bedding box and its breeding method. The purpose of this study was to investigate the application of soil improvers and soil reaction regulators on optimum rice seedling production in the seed box. The experiment was carried out in a double-groove split plot based on completely randomized design with three replications and Tarom cultivar. The treatments consisted of a variety of soils (agricultural soil, agricultural soil + sulfur + *Thiobacillus* and agricultural soil + sulfur), using amendment treatments (different ratios of fertilizer of Mazandaran wood compost fertilizer, Abandan (fish breeding pool) bedding and rice hull bran) and the soil pH adjuster factor (control, sulfuric acid and pH adjusting solution). The results showed that agricultural soil among the three types of soil used, sulfuric acid treatment among three pH-adjusters, and rice hull bran 25 and 50 % among amendment treatments had the best effect on the measured traits. The bacterial population in the combination of wood compost and Abandan bedding was highest (3.4×10^9 CFU/g) and the lowest bacterial population was obtained in the wood compost treatment (25%) and the combination of wood compost and rice hull bran. The fungal population in the wood compost treatment 25% was highest (55×10^6 CFU/g) and the lowest fungal population in control treatment of without amendments was obtained (4×10^6 CFU/g). Therefore, the use of rice hull bran in mechanized cultivation of rice in the box with sulfur and *Thiobacillus* bacteria is recommended to the farmers.

Keywords: rice seedling, seedbed soil, rice bran, mechanized cultivation, microbial population

* Corresponding author, Email: ssoodaie78@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

سینتیک رهاسازی فسفر از خاک‌های آهکی تیمار شده با منابع مختلف آلی

زهرة زرین کلاه^{۱*}، محبوبه ضرابی^۲، شهریار مهدوی^۳^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر^۳ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده

در این تحقیق سرعت رهاسازی فسفر از دو خاک آهکی با بافت لوم رسی شنی و لوم رسی تیمار شده به مدت ۳۰ روز با دو درصد از دو نوع ترکیب آلی شامل باگاس نیشکر و پوسته چوبی گردو و بیوچار آن‌ها بررسی شد. جهت مطالعات سینتیک از روش عصاره‌گیری متوالی با عصاره‌گیر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار به مدت ۳۶۰ دقیقه (۱۲ بار) استفاده شد. مقدار فسفر تجمعی رها شده در خاک‌های آهکی تیمار شده با ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها بیش‌تر از خاک‌های شاهد به دست آمد. معادله تابع توانی به خوبی توانست سرعت رهاسازی فسفر از خاک‌ها را توصیف نماید. ثابت سرعت رهاسازی فسفر از خاک لوم رسی شنی شاهد (۰/۸۸ میلی گرم بر کیلوگرم بر ساعت) بیشتر از خاک لوم رسی شاهد (۰/۸۴ میلی گرم بر کیلوگرم بر دقیقه) به دست آمد. ثابت سرعت رهاسازی فسفر در خاک لوم رسی شنی و لوم رسی تیمار شده با ترکیبات آلی (بین ۰/۸۸ تا ۰/۹۶ میلی گرم بر کیلوگرم بر دقیقه) بیشتر از خاک‌های تیمار شده با بیوچار آن‌ها (بین ۰/۸۴ تا ۰/۸۹ میلی گرم بر کیلوگرم بر دقیقه) به دست آمد. کاهش سرعت رهاسازی فسفر از خاک‌های تیمار شده با بیوچار در مقایسه با ترکیبات آلی نشان داد، تبدیل ترکیبات آلی به بیوچار می‌تواند موجب رهاسازی تدریجی فسفر و تأمین‌کننده تدریجی فسفر مورد نیاز گیاه در خاک باشد.

کلمات کلیدی: مواد آلی، فسفر، سرعت رهاسازی

مقدمه

کمبود فسفر به طور گسترده در بسیاری از مناطق دنیا به ویژه اراضی خشک و نیمه خشک به دلیل مقادیر بالای کربنات کلسیم گزارش شده است. در ظاهر سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تأمین نیاز گیاه به فسفر، استفاده از کودهای شیمیایی فسفردار است. با توجه به کارایی اندک، افزایش قیمت جهانی و وارداتی بودن بخش عمده کودهای شیمیایی و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف این کودها (تجمع کادمیم در خاک)، استفاده از کودهای آلی نظیر کودهای دامی، لجن فاضلاب و بقایای گیاهی جهت تأمین فسفر مورد نیاز گیاه و افزایش ماده آلی خاک توصیه شده است (دلگادو و تورنت، ۲۰۰۰). بیوچار یک ترکیب کربنی آلی عمدتاً پایدار و مقاوم است، که از حرارت دادن زیست‌توده معمولاً در دماهای بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس تحت اکسیژن کم (ترجیحاً نبود اکسیژن) تولید می‌شود (گردلیدانی، ۱۳۹۵). دامنه گسترده‌ای از مواد خام شامل: تراشه چوب، ضایعات آلی، بقایای گیاهی و کود مرغی برای تولید بیوچار استفاده می‌شود (ساهی، ۲۰۱۰). تولید بیوچار علاوه بر اینکه استراتژی مؤثری برای تولید انرژی و حذف بقایا محسوب می‌شود، به عنوان منبعی امید بخش برای مدیریت حاصلخیزی خاک عمل می‌کند و می‌تواند با رها سازی آهسته یون‌های پتاسیم، نیترات، آمونیوم و فسفات به عنوان کودی در جهت افزایش حاصلخیزی خاک پیشنهاد شود (چنگ، ۲۰۱۶). فتیحی گردلیدانی (۱۳۹۵) با کاربرد کمپوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس نیشکر در خاک آهکی مشاهده کرد که فسفر قابل جذب از ۸/۸ میلی گرم بر کیلوگرم در خاک شاهد به ۸/۱۷ و ۱۲/۴ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب در خاک تیمار شده با کمپوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس نیشکر؛ پس از یک دوره زمانی ۱۲۰ روزه افزایش یافت. با فرض اینکه سرعت رهاسازی فسفر از ترکیبات آلی و بیوچارها متفاوت بوده و نوع خاک و خصوصیات آن بر سرعت رهاسازی فسفر تأثیر می‌گذارد، پژوهش حاضر با هدف مقایسه سرعت رهاسازی فسفر از خاک‌های آهکی تیمار شده با ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: samirarezaee@znu.ac.ir



ترکیبات آلی در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک شدند و سپس کوبیده شده و از الک نیم میلی متری عبور داده شدند. بیوچارهای مورد استفاده نیز پس از اینکه به صورت آماده خریداری شدند، کوبیده شده و از الک نیم میلی متری عبور داده شدند. سپس خصوصیات شیمیایی کلیه ترکیبات آلی و بیوچارها اندازه گیری شد. مقدار فسفر کل ترکیبات به روش هضم اسیدی تعیین شد (چایا، ۱۹۹۶). pH و EC ترکیبات آلی و بیوچارهای مورد مطالعه نیز با نسبت ۱:۲۰ ترکیب به آب مقطر اندازه گیری شد (وانگ، ۲۰۱۵). دو نمونه خاک یکی با بافت لوم رسی شنی و دیگری با بافت لوم رسی از عمق ۰-۳۰ سانتی متری (خاک سطحی) تاکستان های شهرستان ملایر جمع آوری شده و پس از هوا خشک نمودن و کوبیده شدن از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها به روش های معمول اندازه گیری شد (راول، ۱۹۹۴). جهت مطالعه اثر ترکیب آلی و بیوچار آن ها (پوسته چوبی گردو، باگاس نیشکر و بیوچارها) بر سینتیک رهاسازی فسفر مقدار دو درصد از اصلاح کننده ها (درصد وزنی بر اساس وزن خشک) که تقریباً معادل مقدار کودی است که کشاورزان در مزرعه استفاده می کنند، به دو نمونه خاک سطحی یکی با مقدار فسفر اولسن ۱۲/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم که دارای بافت لوم رسی شنی بوده و دیگری با مقدار فسفر اولسن ۱۴/۰۷ میلی گرم بر کیلوگرم که دارای بافت لوم رسی بود، اضافه گردید. سپس نمونه ها کاملاً با خاک مخلوط شده، و رطوبت نمونه با آب مقطر به حد ظرفیت زراعی رسانیده شد. نمونه خاکهای شاهد بدون افزودن ترکیبات آلی نیز آماده شد. سپس نمونه ها به انکوباتور انتقال یافت و به مدت یک ماه در دمای 25 ± 3 درجه سانتی گراد نگهداری شد. در این مدت با افزودن آب مقطر و مخلوط نمودن نمونه ها، رطوبت در حدود ظرفیت زراعی نگهداری شد. پس از پایان انکوباسیون، نمونه ها هوا خشک شده و از الک دو میلی متری عبور داده شدند. سپس مطالعات سینتیک رهاسازی فسفر از خاک های تیمار شده و خاک های شاهد توسط عصاره گیری پی در پی با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه به مدت ۳۶۰ دقیقه (۱۲ بار نمونه برداری) انجام شد. دلیل استفاده از عصاره گیر کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار شبیه سازی شرایط محلول خاک است. مقدار فسفر در نمونه ها به روش رنگ سنجی مورفی و ریلی (۱۹۶۲) اندازه گیری شد. جهت توصیف و محاسبه سرعت رهاسازی فسفر از خاک ها، شش معادله سینتیکی شامل معادلات مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، الوویچ ساده، پخشیدگی پارابولیک و تابع نمایی مورد استفاده قرار گرفتند (هاولین و وستفال، ۱۹۸۵؛ جاردلین و اسپارکس، ۱۹۸۴).

نتایج و بحث

برخی خصوصیات شیمیایی ترکیبات آلی و بیوچار آن ها در جدول (۱) آمده است. به طور کلی می توان گفت مقدار فسفر قابل استخراج با بی کربنات سدیم و همچنین فسفر کل در بیوچار ترکیبات آلی مورد مطالعه، بیشتر از خود ترکیبات آلی است. افزایش فسفر قابل استخراج با بی کربنات سدیم نشان دهنده افزایش فراهمی فسفر در بیوچارهای مورد مطالعه است و افزودن این بیوچارها به خاک احتمالاً باعث افزایش فسفر قابل دسترس می شود. تفاوت در مقدار فسفر کل، ممکن است ناشی از تفاوت ترکیبات آلی استفاده شده و بیوچارها باشد.

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی ترکیبات آلی و بیوچار آن ها

ترکیب آلی	EC ($dS m^{-1}$)	pH	$P_{0.4}^{3-}$ -P فسفر کل**
			$g kg^{-1}$
باگاس نیشکر	۱/۴۸	۷/۵۵	۰/۱۰۶
پوسته چوبی گردو	۰/۴۲	۵/۶۴	۰/۰۲۶
بیوچار باگاس نیشکر	۲/۸۷	۷/۴۸	۰/۲۱۸
بیوچار پوسته چوبی گردو	۰/۹۷	۷/۵۳	۰/۰۳۸

*فسفر عصاره گیری شده با سدیم بی کربنات نیم نرمال ** اندازه گیری شده با روش هضم اسیدی

جدول (۲) برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد مطالعه را نشان می دهد. درصد ماده آلی موجود در خاک شماره ۱ و ۲ به ترتیب ۱/۰۷ و ۲/۲۷ می باشد. هر دو خاک قلیایی و غیر شور بوده و درصد آهک در خاک شماره ۲ سه برابر خاک شماره ۱ می باشد.



جدول ۲- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

خاک	pH	EC	بافت خاک	شن	سیلت	رس	آهک	ماده آلی	فسفر اولسن
		dS m^{-1}			%				mg kg^{-1}
۱	۷/۲	۰/۱۶	لوم رسی شنی	۵۸/۵	۱۸/۵	۲۳	۱۲/۲۵	۱/۰۷	۱۲/۱۴
(sandy clay loam)									
۲	۷/۰	۰/۱۹	لوم رسی	۳۹	۳۲	۲۹	۳۶/۲۵	۲/۲۷	۱۴/۰۷
(clay loam)									

میزان تأثیر ماده آلی بر افزایش فراهمی فسفر در خاک به مقدار و نوع فسفر آن‌ها بستگی دارد. بین مقدار فسفر تجمعی عصاره‌گیری شده با کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار در خاک شاهد لوم رسی شنی (شماره یک) و لوم رسی (شماره ۲) تفاوت چندانی مشاهده نشد. مقدار فسفر تجمعی رها شده از خاک شماره یک تیمار شده با ترکیبات الی و بیوچار آن‌ها به ترتیب در دامنه ۳۳/۲۶ تا ۴۰/۹۰ و ۳۶/۳۱ تا ۳۶/۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد. در خاک شماره دو تیمار شده با ترکیبات الی و بیوچار آن‌ها مقدار فسفر تجمعی رها شده به ترتیب در دامنه ۳۵/۹۶ تا ۳۵/۹۴ و ۳۴/۵۲ تا ۳۷/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد.

جدول ۳- مقدار فسفر تجمعی رها شده از خاک‌های تیمار شده با ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها

خاک	تیمار	کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار mg kg^{-1}
۱	باگاس نیشکر	۴۰/۹۰
	پوسته چوبی گردو	۳۳/۲۶
	بیوچار باگاس نیشکر	۳۶/۷۲
	بیوچار پوسته چوبی گردو	۳۶/۳۱
	میانگین تیمارها	۳۶/۸۰
	شاهد	۳۳/۳۰
۲	باگاس نیشکر	۳۵/۹۶
	پوسته چوبی گردو	۳۵/۹۴
	بیوچار باگاس نیشکر	۳۷/۵۸
	بیوچار پوسته چوبی گردو	۳۴/۵۲
	میانگین تیمارها	۳۶
	شاهد	۳۳/۸۹



بیابانکی و حسین پور (۱۳۸۶) در بررسی سینتیک رهاسازی فسفر از یک نمونه خاک آهکی استان همدان که با کود مرغی تیمار شده بود؛ دریافتند که بعد از ۱۷۵۲ ساعت مقدار فسفر قابل استفاده عصاره‌گیری شده با سدیم بی کربنات ۰/۵ مولار در خاک تیمار شده ۶۲۳/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشتر از خاک شاهد (۵۸۶/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بدست آمد. مقادیر فسفر تجمعی رها شده بر معادلات سینتیکی مرتبه صفر، مرتبه اول، مرتبه دوم، الوویچ ساده، تابع نمایی و پخشیدگی پارابولیک برازش داده شد. با توجه جدول (۴) معادله تابع نمایی به دلیل بیش‌ترین میانگین ضریب تشخیص و کمترین میانگین خطای استاندارد در هر دو خاک توانست سرعت رهاسازی فسفر را به خوبی توصیف کند. جدول (۵) پارامترهای معادله برازش داده شده بر سرعت رهاسازی فسفر در خاک‌های تیمار شده با ترکیبات آلی و بیوچارها را نشان می‌دهند. دامنه سرعت رهاسازی در خاک شماره یک تیمار شده در محدوده‌ی ۰/۹۶ تا ۰/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم قرار دارد که بیشترین سرعت رهاسازی فسفر در خاک تیمار شده با باگاس نیشکر نسبت به خاک شاهد بود. در خاک شماره دو تیمار شده نیز دامنه سرعت رهاسازی از ۰/۸۸ تا ۰/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد که خاک تیمار شده با مواد خام بیشترین سرعت رهاسازی را داشتند. پایین بودن ثابت سرعت رهاسازی بیوچارها نسبت به مواد خام اولیه در هر دو خاک با نتایج استاینر و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. وی بیان کرد با افزایش مقاومت در اثر تبدیل کود مرغی به بیوچار انتظار می‌رود در مراحل اولیه خواباندن سرعت رهاسازی فسفر در اثر تجزیه بیوچار کمتر از زیست توده اولیه باشد. اضافه کردن مواد بیوچار شده به خاک ترکیب شیمیایی ماده آلی خاک را با جذب کربن آلی محلول تغییر می‌دهد (پیتیکاینن و همکاران، ۲۰۰۰) و گروه‌های آروماتیک و کربوکسیلیک را در مواد هومیک خاک افزایش می‌دهند (نواک و همکاران، ۲۰۱۰). این تغییرات باعث مقاومت ماده آلی خاک در برابر تخریب میکروبی و معدنی شدن می‌شود، در نتیجه ماده آلی خاک می‌تواند از چند صد تا چند هزار سال در خاک باقی بماند (لهمان و همکاران، ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد خاک سرعت رهاسازی فسفر از بیوچارها را تحت تأثیر قرار داده باشد و بیوچارها در محیط خاک مقاوم و پایدار شدند.

جدول ۴- مقادیر ضرایب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SE) مدل سینتیکی تابع نمایی برازشی در خاک‌های تیمار شده با ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها

خاک شماره ۲		خاک شماره ۱		ترکیب آلی	عصاره‌گیر
SE	R^2	SE	R^2		
۳/۶۷	۰/۹۹	۰/۰۶	۰/۹۹	باگاس نیشکر	کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار
۳/۶۴	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۹	پوسته چوبی گردو	
۲/۹۱	۰/۹۹	۰/۰۴	۰/۹۹	بیوچار باگاس نیشکر	
۳/۲۶	۰/۹۹	۰/۰۴	۰/۹۹	بیوچار پوسته چوبی گردو	
۳/۲۲	۰/۹۹	۰/۰۴	۰/۹۹	شاهد	
۳/۵۴	۰/۹۹	۰/۰۴	۰/۹۹		میانگین

جدول ۵- ثابت‌های معادله سینتیکی تابع نمایی حاصل از برازش داده‌های فسفرتجمعی رهاشده از خاک‌های تیمار شده با ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها

خاک شماره ۲		خاک شماره ۱		ترکیب آلی	عصاره گیر
b	a	b	a		
$\text{mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$	mg kg^{-1}	$\text{mg kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$	mg kg^{-1}		
۰/۸۸	-۱/۹۵	۰/۹۶	۱/۴۶	باگاس نیشکر	
۰/۸۸	-۱/۹۹	۰/۸۶	۲/۰۷	پوسته چوبی گردو	
۰/۸۴	-۳/۵۱	۰/۸۷	۲/۳۱	بیوچار باگاس نیشکر	کلرید کلسیم ۰/۰۱ مولار
۰/۸۵	-۲/۵۱	۰/۸۹	۱/۹۷	بیوچار پوسته چوبی گردو	
۰/۸۴	-۲/۶۴	۰/۸۸	۱/۹۰	شاهد	
۰/۸۶	-۲/۴۹	۰/۷۵	۰/۲۰		میانگین تیمارها

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد سرعت رهاسازی فسفر در خاک‌های تیمار شده با بیوچار کمتر از خاک‌های تیمار شده با ترکیبات آلی می‌باشد. تفاوت بین سرعت رهاسازی فسفر از ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها در خاکی با درصد رس بالاتر، بیشتر از خاکی با درصد رس کمتر است. احتمالاً اضافه نمودن مواد بیوچار شده به خاک ترکیب شیمیایی ماده آلی خاک را با جذب کربن آلی محلول تغییر داده و گروه‌های آروماتیک و کربوکسیلیک را در مواد هومیک خاک افزایش می‌دهند. این تغییرات باعث مقاومت ماده آلی خاک در برابر تخریب میکروبی و معدنی شدن می‌شود. بنابراین با رهاسازی آهسته فسفر، گیاه می‌تواند در دراز مدت از فسفر موجود در بیوچار بهره‌بردارد. نویسندگان مطالعات گلخانه‌ای و یا مزرعه‌ای را جهت مقایسه بهتر سرعت رهاسازی از ترکیبات آلی و بیوچار آن‌ها در خاک پیشنهاد می‌کنند.

منابع

- حسین پور، ع. و شریعتمداری، ح. پ. ۱۳۸۵. ارزیابی چند روش عصاره‌گیری جهت تعیین فسفر قابل استفاده در گیاه یونجه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره چهارم.
- فتحی گردلیدانی، ا.، حسینی، ح.، فرحبخش، م. ۱۳۹۵. تأثیر کمیوست قارچ مصرفی و بیوچار باگاس نیشکر بر قابلیت استفاده و جزءبندی فسفر معدنی در یک خاک آهکی. مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۹، شماره ۱.
- Cheng, C. H., Lehmann, J., Thies, J. E., & Burton, S. D. 2016. Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 113(2).
- Delgado, A., &Torrent, J., 2000. Phosphorus forms and desorption patterns in heavily fertilized calcareous and limed soils. *Soil Science Society of America journal*, 64, 2031-2037.
- Havlin, J. L., and Westfall, D. G. 1985. Potassium release kinetic and plant response in calcareous soils. *Soil Science Society of American*, 49, 366-370.
- Jardine, P. M., and Sparks, D. L. 1984. Potassium- calcium exchange in a multieactive soil system. *Soil Science Society of American Journal*, 48, 39-45.
- Lehmann, J. 2007. A handful of carbon. *Nature*, 447(7141), 143-144.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a typical Kandiodult. *Geoderma*, 154(3), 281-288.
- Murphy, J., & Riley, J. P. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters, *Analytica Chimica Acta*, 27, 31-36.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



- Pietikainen, J., & Kiikkila, O. 2000. Charcoal as a habitat for microbes and its effect on the microbial community of the underlying humus. *Oikos*, 89(2), 231-242.
- Rowell, D. L. 1994. *Soil science: Methods and applications*. Longman Scientific and Technical, Longman Group UK Ltd, Harlow, Essex, UK.
- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., MaceDo, J. L. V., Blum, W. E. H., and Zech, W. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant Soil*, 291, 275-290.
- Tehrani, M. M., Balali, M. R., Moshiri, F., & Daryashnas, A. M. 2012. Recommendations and estimates of fertilizer in Iran: Challenges and Solutions. *Journal of Soil Research*, 26 (2), 123-144.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The kinetics of phosphorus release from two calcareous soils treated with different organic sources

Zarinkolah^{*1}, Z., Zarabi², M., Mahdavi³, Sh.

¹ M.Sc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Malayer University, Hamedan, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Malayer, Iran

³ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Malayer, Iran

Abstract

In order to investigate the phosphorus (P) release from two calcareous soil (Sandy Clay Loam and Clay Loam) treated for 30 days with 2% of two organic compounds, including sugarcane bagasse and walnut wooden shell and their biochars, P was successively extracted with 0.1 M CaCl₂ solution for 360 min, with 15 min intervals. Accumulated released P from treated soil was higher than control. The power function model was found to be suitable to describe P release rate from organic compounds and their biochars. In control soils P release rate from Sandy Clay Loam (0.88 mg kg⁻¹ min⁻¹) was higher than Clay Loam (0.84 mg kg⁻¹ min⁻¹). Phosphorus release rate in two soil treated with organic compound (between 0.88-0.96 mg kg⁻¹ min⁻¹) was higher than soils treated with biochars (0.84-0.89 mg kg⁻¹ min⁻¹). In comparison to organic compounds lower P release rate from biochars showed that gradual P release from biochar in the soil helps the plant to exploit the P in the long term.

Keywords: Organic materials, Phosphorus, release rate

* Corresponding author, Email: zarinkolah94@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر آب غنی شده بر عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ذرت علوفه‌ای

علی اصغر شهابی^{۱*}، بابک خیامباشی^۱، سید کمال الدین علامه^۲

^۱ استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
^۲ استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

در این مطالعه تأثیر آب غنی شده و کود شیمیایی بر عملکرد، غلظت و مقدار برداشت نیتروژن در گیاه ذرت علوفه‌ای بررسی گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل آبیاری با آب چاه، آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش؛ آبیاری با آب چاه به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک؛ آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک؛ آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۵۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک بود. نتایج نشان داد که استفاده از آب استخر به‌تنهایی و استفاده از آب استخر همراه با کود شیمیایی به ترتیب موجب ۱۲ و ۴۴ درصد افزایش عملکرد ذرت شد. همچنین استفاده از آب استخر به‌تنهایی یا با کود شیمیایی سبب افزایش معنادار غلظت نیتروژن نسبت به تیمار شاهد نگردید. بالاترین برداشت عناصر نیتروژن و فسفر نیز در تیمار آب استخر همراه با کود شیمیایی مشاهده شد. بنابراین استفاده از آب استخر برای تولید ذرت نه‌تنها موجب افزایش عملکرد می‌گردد بلکه می‌تواند راندمان کود مصرفی را به‌طور چشمگیری افزایش دهد.

کلمات کلیدی: آب غنی شده، عملکرد، جذب، ذرت علوفه‌ای، پرورش ماهی

مقدمه

خاک‌ها دارای ذخیره‌ای طبیعی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشند اما حجم زیادی از این عناصر به‌صورت غیر قابل استفاده برای گیاه می‌باشند و نمی‌توانند تمامی نیازهای گیاه را فراهم سازند. بنابراین کودها برای تأمین عناصر غذایی که مقدار آنها در خاک کافی نیست، طراحی شدند. طبیعت و خصوصیات کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیکی متفاوت بوده و هر نوع کود دارای اثرات مثبت و منفی از لحاظ تأثیر بر رشد گیاه و حاصلخیزی خاک می‌باشد (بابایی، ۱۳۹۱). امروزه مدیریت و حفاظت آب نه‌تنها در کشورهای در حال توسعه، بلکه در کشورهای توسعه‌یافته نیز دارای اهمیت بالایی است. کشاورزی اثرات زیست محیطی قابل توجهی در منابع طبیعی ایجاد می‌کند. تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های قابل کشت، شسته شدن مواد غذایی و استفاده از مواد شیمیایی خطرات زیست محیطی شدیدی ایجاد می‌کند. با ادامه روند کنونی مصرف آب و محدودیت تأمین آب از منابع تجدید پذیر آب چالش مهمی برای برنامه‌های توسعه پایدار به‌منظور تأمین امنیت غذایی خواهد بود. تجارب کشورهای مختلف نشان داده است که آبی‌پروری می‌تواند به امنیت غذای کشورها به‌خصوص کشورهای در حال توسعه کمک کند (قلی پور و همکاران ۱۳۸۳). در این میان چاه‌های آب کشاورزی همانند رودخانه‌ها از مهمترین منابع تجدیدشونده می‌باشند که اهمیت بسیاری در تأمین آب آشامیدنی، حفظ حیات صنعتی و تأمین آب کشاورزی دارند. بنابراین مدیریت و کنترل کیفیت این منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (علامه و همکاران، ۲۰۱۵). یوسفی (۱۳۸۰) تأثیر آب خروجی استخرهای پرورش ماهی بر حاصلخیزی خاک مزارع و اثرات کمی و کیفی آن در رشد و عملکرد گونه‌های زراعی شامل گندم، یونجه و سیب‌زمینی را در منطقه کردستان بررسی نمود. مقادیر نیترات، آمونیاک، فسفات و سختی کل آب بر اساس CaCO_3 در طی دوره روند صعودی نشان داد. در خاک کرت‌های آبیاری شده با آب خروجی استخر، به غیر از مقادیر کلرور، پتاسیم قابل جذب و درصد اشباع سایر خصوصیات و املاح مورد اندازه‌گیری در طی دوره روند صعودی نشان دادند. فسفر قابل جذب در خاک این کرت‌ها در اواسط دوره به میزان قابل توجهی افزایش یافت لیکن در انتهای دوره به‌واسطه تشدید مصرف توسط گیاه و یا احتمالاً تثبیت به دلیل افزایش pH در خاک کرت‌های آبیاری شده با آب خروجی استخر مقدار آن کاهش یافت. وی گزارش نمود که آب خروجی استخر پرورش ماهی را می‌توان یک نوع کود آلی دانست که دارای عناصر ارزشمندی مانند نیتروژن، فسفر و کلسیم و همچنین مواد آلی بوده و علاوه بر نقش تغذیه‌ای در خاک می‌تواند مانند سایر کودهای آلی در بهبود خواص

* ایمیل نویسنده مسئول: Ali.a.shahabi@Gmail.com



فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک نقش داشته و در نتیجه در افزایش حاصلخیزی خاک مؤثر باشد (یوسفی، ۱۳۸۰). با توجه به اثرات استفاده از آب غنی شده در استخرهای آبی‌پروری و کافی نبودن بررسی‌های علمی در راستای اثرات مفید این منبع آبی، در این تحقیق به تأثیر آب غنی شده در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر غلظت و جذب عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ذرت علوفه‌ای پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات علوم دامی گلپایگان در شهرستان گلپایگان واقع در ۱۸۷ کیلومتری غرب اصفهان انجام گرفت. این ایستگاه دارای یک استخر سیمانی مخزنی به مساحت ۱۶ × ۲۲ متر با ظرفیت ۲۵۰۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و ۹ استخر سیمانی دیگر هر کدام به ابعاد ۳/۱ × ۲/۲ × ۲۰ متر می‌باشد. در این مطالعه، استخرها به میزان ۸۵ قطعه ماهی در مترمربع با میانگین وزنی ۱۰ گرم با سه تکرار ماهی‌دار شدند. طول دوره پرورش ۶ ماه در نظر گرفته شد. میزان و دفعات خوراک‌دهی بر اساس وزن توده ماهی در هر استخر و نیز دمای آب بر اساس توصیه متخصص شیلات صورت گرفت. آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار طراحی و در محل ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان به اجرا درآمد. تیمارهای طرح به شرح زیر بود:

تیمار اول (T1): آبیاری با آب معمولی (چاه)، بدون مصرف هرگونه نهاده به‌عنوان کود، تیمار دوم (T2): آبیاری با آب معمولی (چاه) به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، تیمار سوم (T3): آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی، بدون مصرف هرگونه نهاده به‌عنوان کود، تیمار چهارم (T4): آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، تیمار پنجم (T5): آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۵۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک به این ترتیب تعداد کرت‌های آزمایشی ۱۵ و سطح هر کرت ۳۰ مترمربع بود. در طول دوره آزمایش از آب آبیاری (خروجی از چاه و از استخر پرورش ماهی) طی هشت نوبت نمونه‌برداری شد. در هر نوبت هدایت الکتریکی (شوری)، pH، مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری شد. همچنین جهت اندازه‌گیری برخی خصوصیات خاک نیز نمونه‌برداری مرکب خاک قبل از کشت از هر تکرار و در زمان برداشت از عمق صفر تا ۳۰ مربوط به هر کرت صورت گرفت. در نمونه‌ها بافت خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (شوری)، میزان آهک، PH گل اشباع، کربن آلی و نیتروژن کل در هر دو مرحله اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری عملکرد علوفه از طریق برداشت از سطح ۵ مترمربع از هر کرت و توزین میزان علوفه تر، تعیین درصد رطوبت انجام شد. همچنین غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی مشخص گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش قبل و برخی خصوصیات شیمیایی پس‌اب مورد استفاده در طول دوره رشد ذرت به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه گردیده است. بر اساس این نتایج بافت خاک در دو عمق لومی ۱ بوده و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در دو عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ به ترتیب معادل ۱/۸ و ۱/۹ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. خلاصه نتایج بررسی آماری پارامترهای مورد ارزیابی نیز در جدول ۳ آمده است. این نتایج نشان داد که تأثیر تیمارها بر میزان عملکرد تر بسیار معنادار و مقدار برداشت عناصر نیتروژن و فسفر تأثیر معناداری داشته است. همچنین تیمارها بر میزان پتاسیم برداشت شده توسط ذرت علوفه‌ای تأثیر معناداری نداشته است. نتایج مقایسه میانگین پارامترهای مورد بحث بر اساس روش دانکن برای تیمارهایی که از نظر آماری معنادار بوده‌اند در شکل‌های ۱ تا ۴ نشان داده شده است. بر این اساس بیشترین میانگین عملکرد معادل ۷۳/۶۷ تن در هکتار در تیمار T4 بوده و کمترین مقدار معادل ۴۴/۴۰ تن در هکتار در تیمار T1 مشاهده شده است. این مشاهده بیانگر ۶۶ درصد افزایش عملکرد و تأثیر قابل توجه مصرف آب استخر پرورش ماهی همراه با کود شیمیایی می‌باشد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش قبل از کشت و در زمان برداشت

زمان	عمق	پ-هاش	شوری	بافت خاک	کربن آلی	آهک کل	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
زمان	عمق	پ-هاش	شوری	بافت خاک	کربن آلی	آهک کل	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
زمان	عمق	پ-هاش	شوری	بافت خاک	کربن آلی	آهک کل	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
قبل از کشت	۰-۱۰	۷/۳	۱/۹	۲۶	۳۹	۳۵	۰/۸	۳۱	۳۲۰
زمان برداشت	۰-۱۰	۷/۴	۱/۸	۲۶	۳۹	۳۵	۰/۹	۳۳	۲۸۵

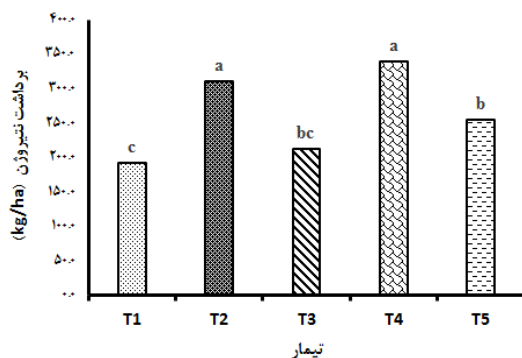
جدول ۲: نتایج اندازه‌گیری برخی خصوصیات شیمیایی مربوط به نمونه‌های آب آبیاری مورد استفاده در طول دوره رشد ذرت

تعداد روز پس از کاشت	EC	pH	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
تعداد روز پس از کاشت	EC	pH	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
تعداد روز پس از کاشت	EC	pH	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
۰	۱/۵۰۰	۷/۷	۱/۴	۰	۱/۲
۱۰	۱/۱۰۰	۸/۱	۲/۲	۰	۳/۵
۳۰	۱/۱۵۰	۷/۸	۳/۴	۰/۱	۳/۸
۴۰	۱/۱۳۰	۷/۶	۲/۸	۰/۲	۲/۵
۵۰	۱/۲۵۰	۷/۹	۴/۵	۰	۴/۹
۶۰	۱/۲۰۰	۷/۸	۵/۱	۰/۴	۵/۸
۷۰	۱/۳۳۰	۸/۱	۶/۲	۰/۷	۵/۴
۸۰	۱/۱۷۰	۷/۸	۵/۴	۰/۳	۴/۷
۹۰	۱/۲۴۰	۷/۷	۴/۸	۰	۵/۱

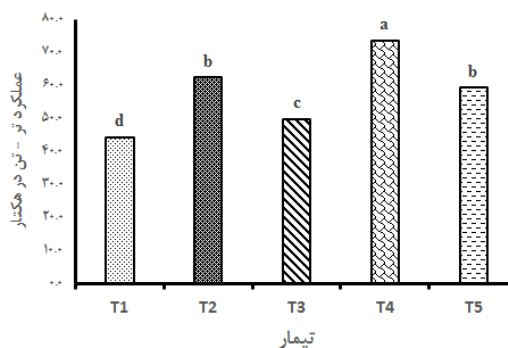
جدول ۳: خلاصه جدول آنالیز آماری عملکرد و مقادیر برداشت عناصر در ذرت علوفه‌ای (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد تر	برداشت نیتروژن	برداشت فسفر	برداشت پتاسیم
بلوک	۲	۵۳/۲۲**	۲۲۰۸/۶۹	۱۵/۱۹	۲۹۵۱/۹۶
تیمار	۴	۳۸۸/۷۰**	۱۱۶۹۶/۹۱*	۱۲۹/۳۲*	۱۰۰۸۷/۴۰ ns
خطا	۸	۳/۲۲	۵۶۵/۳	۱۶/۰۲	۳۰۵۶/۱۷
ضریب تغییرات		۳/۱	۹/۰۸	۱۷/۴۶	۲۳/۲۰

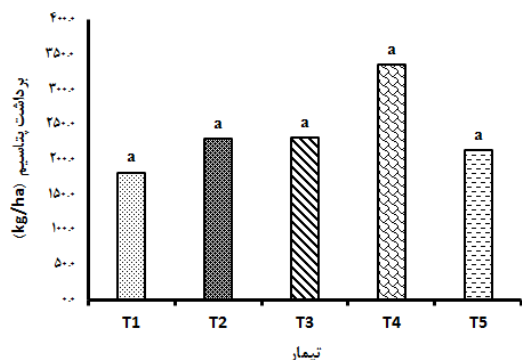
ns، ** و * به ترتیب به مفهوم غیر معنادار، معنادار در سطح پنج درصد و معنادار در سطح یک درصد



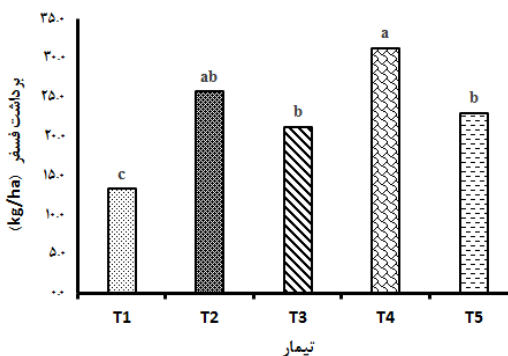
شکل ۲: تأثیر استفاده از آب استخر پرورش ماهی در میزان برداشت نیتروژن توسط ذرت علوفه‌ای



شکل ۱: تأثیر استفاده از آب استخر پرورش ماهی در میزان عملکرد ذرت علوفه‌ای



شکل ۴: تأثیر استفاده از آب استخر پرورش ماهی در میزان برداشت پتاسیم توسط ذرت علوفه‌ای



شکل ۳: تأثیر استفاده از آب استخر پرورش ماهی در میزان برداشت فسفر توسط ذرت علوفه‌ای

بر اساس نتایج آب استخر به‌تنهایی سبب ۱۲ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد شده است. از سوی دیگر عدم اختلاف معنادار بین T2 و T5 بیانگر این است که آب استخر جایگزین ۵۰ درصد کود توصیه شده گردیده است. کمترین میزان عملکرد در تیمار شاهد (T1) دیده شد و پس از آن تیمار مصرف آب استخر قرار گرفته است. مقدار اختلاف بین این دو تیمار بیانگر تأثیر آب استخر در افزایش عملکرد می‌باشد. مقدار افزایش عملکرد حدود ۱۲/۵ بوده است. نتایج مقایسه میانگین مشخص نمود که بیشترین میزان برداشت نیتروژن در تیمارهای آب چاه همراه با کود شیمیایی و تیمار آب استخر همراه با کود بر اساس توصیه موسسه بوده است. پس از آن بیشترین برداشت نیتروژن در تیمار آب استخر همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بوده که عملاً با مقدار برداشت شده در تیمار آب استخر تفاوت معناداری نداشته است. این نتیجه بیانگر این است که آب استخر در این خصوص می‌تواند معادل با بیش از ۵۰ درصد کود شیمیایی مصرفی باشد. زیرا مقدار برداشت نیتروژن در تیمار شاهد (آب چاه) از نظر آماری تفاوتی با تیمار آب استخر ندارد. با توجه به آنالیز آب خروجی از استخر نیز می‌توان مشاهده نمود که این آب دارای نیتروژن بوده است و می‌تواند یکی از مهم‌ترین دلایل زیاد بودن عملکرد و در نتیجه بالاتر بودن میزان برداشت نیتروژن در تیمارهایی باشد که با آب استخر آبیاری شده‌اند. در خصوص برداشت فسفر نیز نتایج بیان می‌دارد که بیشترین برداشت در تیمار آب استخر و کود بوده و کمترین میزان برداشت در تیمار شاهد مشاهده شده است. همچنین مقدار فسفر برداشت شده توسط ذرت در تیمار آب استخر همراه با کود شیمیایی بر اساس توصیه موسسه تفاوت معناداری با میزان آب چاه و کود نداشته است. مقایسه این نتیجه با نتایج تجزیه آب استخر اندکی قابل توجیه است. بدین مفهوم میزان فسفر از روز ۳۰ در آب آبیاری قابل تشخیص شده است و میزان آن نیز نسبت به نیتروژن بسیار کمتر است. ولی از سوی دیگر عدم اختلاف معنادار بین میزان برداشت فسفر در تیمار آب چاه و کود و نیز آب استخر می‌تواند بیانگر تأثیر نسبتاً خوب آب استخر بوده که تا حدودی توانسته معادل کود شیمیایی باشد.



یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در عملکرد ذرت میزان و نوع نیتروژن در محیط ریشه می‌باشد. نیتروژن توسط گیاهان به دو شکل نیتروژن آمونیاکی و نیتروژن نیتراتی قابل جذب می‌باشد. نیتروژن آمونیاکی مهم‌ترین شکل نیتروژن برای تغذیه گیاهان است. در بسیاری از گونه‌ها رجحان یکی از دو شکل نیتروژن بر دیگری با سن، شرایط کشت و مخصوصاً اسیدیته محیط تغییر می‌کند. به‌طور کلی گیاهان جوان یون آمونیوم را بر نیترات ترجیح داده و آن را بهتر جذب می‌کنند. این حالت در گوجه‌فرنگی، ذرت، برنج و ... دیده می‌شود و نیشکر و پنبه از این قاعده مستثنا هستند. همچنین اسیدیته محیط در جذب ترکیبات نیتروژنی نقش مؤثری دارد به‌طوری که پایین آوردن PH باعث جذب و تحلیل نیترات‌ها می‌شود و در صورتی که بالا رفتن آن باعث جذب یون‌های آمونیوم می‌گردد. در سیستم آکواپونیک چون هر دو فرم نیتروژن (آمونیاکی و نیتراتی) در محیط آب وجود دارد لذا گیاه بسته به شرایط رشد و محیطی توانایی جذب هر دو شکل را داشته و در نهایت عملکرد بالاتری خواهد داشت (FAO, 2014). نتایج تحقیق حاضر نیز بیانگر تأثیر معنادار آب خروجی از استخر بر میزان تولید گیاه ذرت می‌باشد.

اگرچه یکی از دلایل تأثیر بهتر مصرف کود شیمیایی همراه آب استخر نه تنها ناشی از وجود عناصر غذایی در آن می‌باشد بلکه به‌واسطه وجود پسماند آلی ماهیان و نیز تأثیر مثبت آن بر قابل جذب نمودن ترکیبات مورد نیاز گیاه است. با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از آب استخر ماهی توانسته مصرف کود شیمیایی را با ثابت نگه‌داشتن عملکرد به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد. به عبارت دیگر تأثیرات مثبت آب خروجی از استخر بر خاک باعث افزایش بازده کود شیمیایی مصرفی برای تولید ذرت شده است. تحقیقات نشان داده است که مقدار نیتروژن در آب استخر قابل توجه بوده است. این عنصر تأثیر بسزایی در افزایش عملکرد دارد که با نتایج این تحقیق نیز مطابقت دارد. گرابر و جانک در سال ۲۰۰۹ در بخشی از نتایج تحقیق خود بیان داشته‌اند که گوجه‌فرنگی در شرایط هیدروپونیک با استفاده از پساب استخر تولید ماهی روزانه ۰/۵۲ گرم بر مترمربع جذب نموده است. مهم‌ترین نکته ذکر شده در این تحقیق این بوده که جذب عناصر به‌صورت لوکس نبوده و گیاهان بر اساس نیاز خود عناصر را جذب نموده‌اند. از سوی دیگر وجود نیتروژن در آب استخر همانند کود سرک نیتروژن عمل کرده است.

در خصوص عنصر فسفر یکسان بودن میزان برداشت در تیمار آب استخر نشانگر امکان جایگزینی آن با کود می‌باشد. گرابر و جانک نیز در نتایج تحقیق خود در سال ۲۰۰۹ ثابت نمودند که گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط هیدروپونیک و آکواپونیک به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۰۷ گرم در مترمربع در هر روز فسفر از آب استخر برداشت نموده‌اند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج غلظت عناصر و نیز میزان برداشت عناصر از خاک توسط گیاه ذرت به‌خوبی نشان می‌دهد که آب استخر پرورش ماهی به‌خوبی می‌تواند جایگزین استفاده از آب چاه همراه با کود شیمیایی گردد. از سوی دیگر مصرف کود شیمیایی همراه با آب استخر سبب افزایش راندمان مصرف کود می‌گردد. این نکته بیانگر کاهش اتلاف کود و نیز افزایش تولید با هزینه کمتر است. همچنین می‌توان با استفاده دو منظوره از آب ضمن تولید ماهی از آب برای تولید محصول بیشتر نیز بهره‌جویی نمود. استفاده از این آب نه تنها موجب افزایش حدود ۱۲ درصد عملکرد می‌شود بلکه موجب ایجاد منبع درآمد جدیدی برای کشاورزان می‌شود. همچنین در صورت مصرف کود همراه با پساب حدود ۴۴ درصد عملکرد افزایش میابد که نه تنها باعث تولید درآمد مضاعف برای کشاورزان می‌گردد بلکه میزان تولید به ازای هر واحد آب مصرفی نیز به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. بنابراین پیشنهاد می‌شود کشاورزان در صورتی که شرایط آب چاه به‌گونه‌ای باشد که امکان تولید ماهی داشته باشد اقدام به احداث استخرهای تولید ماهی نموده و از پساب آن برای آبیاری مزارع استفاده نمایند. در این بین باید توجه شود که در فواصل مشخص از آب استخر نمونه‌برداری شده و مورد تجزیه شیمیایی قرار گیرد و بر اساس شرایط آن در صورت لزوم از کودهای شیمیایی استفاده شود.

منابع

بابایی، ه. ۱۳۹۱. ارزیابی پساب خروجی مزارع سرد آبی پرورش و تأثیر آن بر مزارع کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
علامه؛ سید کمال‌الدین؛ آذربایجانی م؛ محمدی و آخوندی ع. ۲۰۱۵. بررسی امکان جایگزینی کرم خاکی (*Eisenia fetida*) به‌جای پودر ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران. ۲۴(۳)، ۶۷-۵۹



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



قلی پور، ف.، علامه، س. ک.، استکی، ع. ع. و توکلی، ا. ۱۳۸۳. پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای سیمانی با استفاده از آب چاه و دستگاه هواده. شماره فروست ۸۳/۵۹۵، ۶۷ صفحه.

یوسفی، ب. ۱۳۸۰. بررسی اثر آب خروجی استخرهای دو منظوره بر حاصلخیزی خاک و محصولات کشاورزی (گندم، یونجه و سیب‌زمینی) در منطقه قروه کردستان. پژوهش و سازندگی، دوره ۱۴، شماره ۳، ص: ۴۶-۵۳.

Bilen, S., Bilen A.M. and Önal U. 2015. The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 14(3) 538-545.

Graber, A., and Junge, R. (2009). Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination* 246 (1-3), 147-156.

Somerville C., Cohen M.؛ Pantanella E.؛ Stankus A and Lovatelli A. (2014). Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*(589): I.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The impact of enriched water on yield and uptake of Nitrogen, Phosphorus and potassium in silage corn

Shahabi A. A. ^{*1}, Khayambashi B¹, Alameh S. K.²

¹ Assistant Prof., soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

² Assistant Prof., Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

The impact of enriched water was investigated on yield, concentration and uptake of nitrogen by silage corn. The experiment was conducted in a randomized complete block design with five treatments and three replications. The treatments were included: irrigation with well water; irrigation with water from the fish breeding farm; Wells water with the use of fertilizers based on soil test; irrigation with drainage water from the fish farm and fertilizer application based on soil test and irrigation with drainage water from the fish farm with 50% of fertilizers based on soil test recommendation. The outcomes illustrated that the use of drainage water from the fish farm with and without fertilizer increased corn yield by 44% and 12%, respectively. Moreover, the use of drainage water from the fish farm with or without fertilizer had no significant effect on concentrations of nitrogen. The highest uptake of nitrogen and phosphorus was observed in corn when the drainage water from the fish farm applied with fertilizer for irrigation. Therefore, the use of drainage water from the fish farm for production of silage corn not only increases yield but also dramatically increases fertilizer utilization.

Key words: Enriched water, Yield, Uptake, Silage corn, Fish breeding

* Corresponding author, Email: Ali.a.shahabi@Gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تعیین ناهنجاری‌های تغذیه‌ای بادام با استفاده از روش انحراف از درصد بهینه (DOP) در منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری

نرگس زمانی دهکردی^{۱*}، رامین ایرانی‌پور^۲^۱ کارشناسی ارشد علوم خاک^۲ استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

چکیده

بادام یکی از مهمترین محصولات باغی استان چهارمحال و بختیاری است که بیشترین تولید آن در بخش سامان می‌باشد. تغذیه صحیح بادام و وجود تعادل بین عناصر غذایی، عامل مهمی در افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصول بادام می‌باشد. با توجه به سبک بودن بافت خاک در باغات بادام منطقه و بالا بودن متوسط میزان بارندگی، آبشویی عناصر غذایی از منطقه در دسترس ریشه یکی از مشکلات باغات در این استان است. تجزیه برگ روشی مناسب برای ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه ای گیاه بوده و همراه با نتایج آزمون خاک در طراحی برنامه های کودی متعادل و ارزیابی بازده عناصر غذایی به وسیله گیاهان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه به منظور تعیین حد متعادلی از عناصر غذایی و شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در باغ‌های بادام منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری، تعداد ۳۰ باغ بادام رقم مامایی با عملکردهای متفاوت انتخاب و نمونه برگ و خاک تهیه و پس از برداشت محصول، عملکرد مغز خشک در تمام باغ‌ها تعیین گردید. با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه برگ و محاسبه شاخص DOP در باغات مورد مطالعه، کمبودهای مس، منگنز، نیتروژن، فسفر و روی به ترتیب در ۹۰، ۶۹، ۲۸، ۲۴ و ۲۱٪ از باغات مورد مطالعه مشاهده شد، که به ترتیب در الویت اول تا پنجم توصیه کودی هستند. مدیریت صحیح مصرف کودها یکی از عواملی است که می‌تواند در افزایش کمیت و بهبود کیفیت میوه بادام نقش موثری داشته باشد. مصرف نامتعادل کود، عامل اصلی بهم خوردن تعادل عناصر غذایی و پایین بودن عملکرد در تعدادی از باغ‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: بادام- تعادل تغذیه ای- عملکرد مغز خشک- روش انحراف از درصد بهینه

مقدمه

خاک یکی از مهمترین و با ارزش ترین منابع طبیعی و زیر بنایی ترین عامل تشکیل تمدن بشری است. به طوری که می‌توان گفت، میزان پیشرفت تمدن بشری با خاک و چگونگی بهره‌برداری از آن ارتباط تنگاتنگ دارد خاک در علوم مختلف تعاریف متفاوتی دارد. در یکی از این تعاریف، خاک به مواد خرد شده در قشر خارجی پوسته زمین گفته می‌شود که قادر به حمایت و رشد گیاه می‌باشد (جعفرزاده و همکاران، ۲۰۰۸). با استفاده از تجربه خاک میزان عناصر غذایی قابل جذب در خاک اندازه گیری و تعیین می‌شود، ولی جذب این عناصر به شرط فراهم بودن شرایط مناسب برای رشد و فعالیت ریشه امکان پذیر است. به همین دلیل استفاده از روش تجزیه خاک برای تشخیص ناهنجاری‌های تغذیه ای و توصیه های کودی همیشه موفقیت آمیز نبوده و عدم امکان برقراری رابطه ای منطقی بین سطح عناصر غذایی در خاک و بافت‌های گیاهی باعث جایگزینی تجزیه برگ به جای آزمون خاک شده و یا به عنوان مکمل آن به کار گرفته می‌شود (مارچنر، ۱۹۸۶). اهمیت نسبی هر یک از دو روش تجزیه خاک و گیاه در تشخیص ناهنجاری‌ها و توصیه های کودی متفاوت بوده و به نوع گونه گیاه، خواص خاک و نوع عنصر غذایی مورد بررسی بستگی دارد. خروج عناصر غذایی مورد نیاز از منطقه در دسترس ریشه باعث ایجاد کمبودهایی در گیاه و به دنبال آن کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. برگ مهمترین و اصلی ترین محل متابولیسم های گیاه است و غلظت عناصر غذایی در برگ در مراحل خاصی از رشد و تکامل، همبستگی خوبی با عملکرد آن در گیاه دارد. تجزیه برگ روشی مناسب برای ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه ای گیاه بوده و همراه با نتایج آزمون خاک در طراحی برنامه های کودی متعادل و ارزیابی بازده عناصر غذایی به وسیله گیاهان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

* ایمیل نویسنده مسئول: nargeszamani64@yahoo.com

کارایی تجزیه گیاه علاوه بر رعایت دقیق زمان نمونه برداری، عضو مورد نمونه برداری و استاندارد بودن روش‌های تجزیه به تفسیر نتایج حاصل از تجزیه بستگی دارد (شیار و همکاران ۱۹۴۶). در این تحقیق، به منظور ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه ای باغات بادام در منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری، از تعداد ۳۰ باغ، نمونه برگ و خاک تهیه شد و با استفاده از روش متداول آزمایشگاهی، مورد تجزیه های لازم قرار گرفتند. در روش انحراف از درصد بهینه، هر چه قدر مطلق DOP بزرگتر باشد مشابه روش دریس مصرف کود نامتعالی تر خواهد بود. (مانتینز و همکاران، ۱۹۹۳) گودرزی (۱۳۸۴). این شاخص اطلاعات مشابه به DRIS فراهم می‌کند (سانز، ۱۹۹۹؛ داوی و همکاران، ۱۹۸۶) بیوفیلز (۱۹۷۳)، معتقد است که تعادل تغذیه ای با ابداع سیستم های جدید ارزیابی تغذیه گیاهان، به صورت کمی درآمده است. که یکی از این روشها و یا به عبارتی دیگر یکی از جدیدترین آنها، روش ساده و کاربردی انحراف از درصد بهینه (DOP) می باشد. (مانتینز و همکاران، ۱۹۹۳) گودرزی (۱۳۸۴)، طی تحقیقی به منظور ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه ای تاکستانهای منطقه سی سخت استان کهگیلویه و بویر احمد از تعداد ۴۰ باغ، نمونه برگ و خاک تهیه کرد و شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) را برای تمام عناصر محاسبه کرد. آزمایش ملکوتی (۱۳۷۹)، نشان داده که با استفاده از این روش و محاسبه مجموع قدر مطلق شاخص‌های انحراف از درصد بهینه، می توان به شدت خروج از حالت تعادل پی برد. بدین صورت که عدد صفر نشان دهنده حالت تعادل و هر چه عدد بزرگتر شود بیانگر انحراف بیشتر از حالت تعادل است. نتایج تحقیقات آمبرگر^۱ و همکاران (۱۹۸۸)، در مورد وضعیت تغذیه تاکستانهای مصر نشان داد که وقتی مصرف کود متعادل نیست، یعنی وقتی از کودهای اصلی بدون در نظر گرفتن کودهای حاوی عناصر کم مصرف استفاده می شود، هیچ افزایشی در عملکرد حاصل نمی شود.

مواد و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با ارتفاع متوسط ۲۱۵۳ متر، از نظر توپوگرافی یک سرزمین تپه ماهوری با دشتهای میان کوهی است که توسط ارتفاعات از یکدیگر جدا شده اند. حدود ۸۵ درصد از مساحت استان را ارتفاعات و تپه ماهورها و مابقی آن را دشتها و تالابها در بر می‌گیرد. مساحت استان براساس آخرین برآورد انجام گرفته در گروه GIS سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان حدود ۱۶۴۰۳ کیلومتر مربع می باشد. استان چهارمحال و بختیاری به لحاظ داشتن ۱۰ درصد منابع آبی، داشتن ۴۶ هزار هکتار باغ و بیش از ۲۰۰ هزار هکتار زمین های قابل کشت، یکی از مناطق و قطب‌های مستعد توسعه باغات زاگرس محسوب می‌شود. در باغ‌های بادام منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری از بین باغ‌ها، تعداد ۳۰ باغ بادام رقم مامایی با عملکردهای متفاوت انتخاب گردید و در اواسط دوره رشد نمونه برگ همراه با دمیگ برداشت شد. نمونه برداری به صورت مرکب انجام شد و باغات به گونه‌ای انتخاب شدند که تراکم درختان در واحد سطح هر باغ تفاوت زیادی نداشته باشند و هدف این بود که باغ‌هایی با مدیریت نزدیک به هم و تا حد امکان نسبتاً مشابه انتخاب شوند. نمونه‌های خاک با استفاده از اوگر و از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری، خاک باغات منتخب در منطقه و به صورت مرکب تهیه شدند. غلظت عناصر غذایی در نمونه های برگ باغ‌هایی که دارای بالاترین عملکرد هستند، به عنوان مقادیر استاندارد در نظر گرفته شدند. سپس برای باغ‌هایی که دارای عملکرد پایین تر هستند با استفاده از این مقادیر استاندارد، شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) را برای عناصر مختلف با استفاده از رابطه زیر محاسبه کردیم (مانتینز و همکاران، ۱۹۹۳). با استفاده از شاخص های محاسبه شده، ترتیب نیاز غذایی باغ‌ها به عناصر غذایی مختلف، تعیین و عناصر غذایی محدود کننده عملکرد، مشخص گردید. در ادامه جمع قدر مطلق شاخص‌های انحراف از درصد بهینه (DOP) برای باغ‌های با عملکرد پایین را محاسبه کردیم تا میزان انحراف از حالت تعادل تغذیه ای آنها مشخص شود. روش انحراف از حد بهینه یا DOP دارای قابلیت های مثبتی بوده است و از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$DOP = \left[\frac{(C \times 100)}{C_{ref}} \right] - 100$$

که در آن C غلظت عنصر غذایی در نمونه گیاهی می باشد که در نظر است نیاز کودی آن تعیین گردد. همچنین C_{ref} غلظت عنصر غذایی در گیاهی است که از لحاظ عملکرد و کیفیت در شرایط مطلوب قرار دارد لیکن از لحاظ سایر شرایط مشابه شرایط نمونه مجهول می باشد.

ترسیم نمودارها به کمک نرم افزار Excel و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS و پیرایش ۱۶ انجام شد. نمونه های برگ در اواسط دوره رشد (تیر ۱۳۸۹) در هر باغ از ۵ درخت که از لحاظ وضعیت نشان دهنده وضعیت عمومی باغ ها مورد مطالعه بودند، نمونه برگ همراه با دمبرگ جمع آوری شد (نمونه ها از کمر بند میانی درختان انتخاب شدند). با انتقال نمونه های برگ به آزمایشگاه ابتدا نمونه ها را با آب مقطر شست و شو دادیم و سپس در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد آن را به مدت ۴۸ ساعت، خشک و توسط آسیاب برقی پودر گردیدند. عناصر غذایی ماکرو (N, P, K) به روش هضم گیاه و تهیه عصاره گیاه (روش اسید سالیسیک) اندازه گیری گردیدند. اندازه گیری عناصر غذایی میکرو (Zn, Fe, Mo, Mn, Cu, B, Cl) به روش سوزاندن خشک و هضم (ترکیب با اسید کلریدریک) انجام شد. پس از برداشت محصول در اواخر شهریور ۱۳۸۹، عملکرد مغز خشک شده در تمام باغ ها تعیین گردید. محصول درخت هایی که نمونه برگ از آنها تهیه شده بود برداشت شد و در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد آن را به مدت ۴۸ ساعت، خشک گردیدند. میانگین عملکرد وزن ۵ درخت در هر باغ بر اساس فواصل درختان موجود در باغ های مورد مطالعه به عملکرد در هکتار تبدیل گردید.

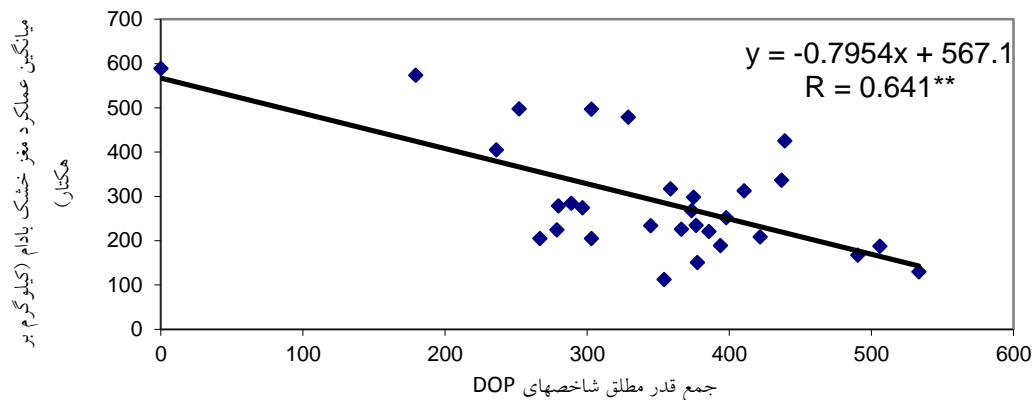
نتایج و بحث

در جدول (۱) شاخص DOP برای عناصر غذایی ماکرو (نیترژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد) و عناصر غذایی میکرو (روی، آهن، منگنز، مس، مولیبدن، بور و کلر) در هر یک از باغات بادام مورد مطالعه محاسبه گردیده و جمع قدر مطلق شاخص ها ($\sum DOP$) برای تمام باغات ارائه شده است. بر اساس شاخص عملکرد مغز خشک بادام از بیشترین عملکرد تا کمترین عملکرد مرتب شده است و برای تمام باغات مورد بررسی جمع قدر مطلق شاخصهای DOP ($\sum DOP$) محاسبه شده است. از بین باغ های بادام منطقه مورد مطالعه، باغ شماره ۳ با ۵۸۸ کیلوگرم در هکتار بهترین و باغ شماره ۱۱ با ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد مغز خشک بادام را به خود اختصاص دادند. غلظت عناصر غذایی در باغ شماره ۳ بالاترین میزان عملکرد به عنوان C_{ref} در فرمول انحراف از درصد بهینه (DOP) قرار گرفته است. با توجه به وضعیت خاک باغات و نیاز تغذیه ای درختان بادام در منطقه مورد مطالعه و لزوم عناصر غذایی برای تولید اقتصادی و پایدار محصول، الویت هایی باید در نظر گرفته شود تا بتوانیم توصیه کودی مناسبی داشته و این توصیه ها را به نیازهای واقعی محصول نزدیک تر نمود. با محاسبه شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) برای عناصر غذایی، این توصیه ها انجام می شود. در ۹۰٪ از موارد، الویت اول باغات مورد مطالعه کمبود مس، در ۶۹٪ الویت دوم باغات بررسی شده کمبود منگنز و در ۲۸٪ الویت سوم باغات مورد مطالعه کمبود نیترژن مطرح می باشد. در الویت های بعدی به ترتیب فسفر با مشاهده کمبود در ۲۴٪ از باغات در الویت چهارم و روی با کمبود در ۲۱٪ از باغات در الویت پنجم توصیه کودی می باشند. در شکل (۱) با افزایش جمع قدر مطلق شاخص های DOP ($\sum DOP$) عملکرد مغز خشک بادام در باغات مورد مطالعه کاهش یافته است. لذا با توجه به اینکه هر چه این عدد بزرگتر باشد مصرف کود نامتعادل تر بوده و گیاه از عدم تعادل تغذیه ای بیشتری برخوردار است و هر چه تعادل غذایی در گیاه بیشتر به هم بخورد عملکرد بیشتر کاهش می یابد، باید رابطه معکوس بین جمع قدر مطلق شاخص های DOP ($\sum DOP$) و عملکرد محصول وجود داشته باشد، این رابطه در شکل (۱) نشان داده شده است. این رابطه معکوس با ضریب همبستگی ۰/۶۴۱ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده و با نتایج تحقیقات مشابهی که در این مورد انجام گرفته است نیز مطابقت دارد. گودرزی (۱۳۸۴)، طی تحقیقی به منظور ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه ای تاکستانهای منطقه سی سخت استان کهگیلویه و بویر احمد شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) را برای تمام عناصر غذایی محاسبه کرد. نتایج این بررسی نیز نشان داد که با افزایش جمع قدر مطلق شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP)، عملکرد درختان انگور کاهش یافته است و این رابطه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است.



جدول شماره ۱. تعیین شاخص انحراف از درصد بهینه (DOP) عناصر غذایی و جمع قدر مطلق آن برای باغات

شماره باغ	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo	B	Cl	عملکرد مغزخشاك (کیلوگرم بر هکتار)	ΣDOP
۳ باغ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	588	0
۲ باغ	-9.1743	-1.49	-7.596	0.573	-15.86	6.41	22.42	14.73	-9.434	-46.6	29.49	-4.448	11.17	574	179.4
۴ باغ	-12.844	-2.234	23.17	-14.33	9.883	17.87	56.07	8.527	9.434	-28.48	-12.82	-18.69	37.71	498	252.06
۵ باغ	-11.009	-23.08	7.661	8.596	17.38	12.29	39.75	-9.302	-90.94	-33.66	16.67	-9.187	23.51	497	303.03
۶ باغ	-1.8349	-30.52	23.17	26.65	13.53	29.79	27.28	-0.775	-90.38	-18.45	42.31	-19.65	4.701	479	329.03
۲۹ باغ	14.6789	-15.63	31.03	69.05	64.42	7.541	26.36	-6.977	-92.45	-44.34	26.92	0	39.76	425	439.16
۷ باغ	-22.018	14.14	7.661	4.298	23.31	1.659	6.778	-8.527	-30.94	-37.22	25.64	5.984	47.99	405	236.17
۳۰ باغ	-16.514	-10.42	71.23	7.163	12.77	24.51	76.57	-20.93	-92.83	-47.25	16.67	12.45	27.52	336	436.82
۱ باغ	-3.6697	-16.39	-37.32	37.82	-25.8	14.18	8.285	67.44	-87.55	19.74	23.08	-7.328	10.19	317	358.77
۱۷ باغ	-3.6697	-7.445	7.661	47.85	51.65	6.259	132.3	-13.95	-91.7	-16.5	20.51	-4.224	6.66	312	410.38
۸ باغ	-20.183	-34.24	15.39	12.03	-4.764	5.43	23.35	129.5	-89.25	-23.62	14.1	2.752	0.392	298	374.95
۱۴ باغ	-5.5046	-17.12	23.17	1.433	-0.101	9.955	72.89	9.302	-88.87	-35.28	3.846	9.28	12.05	284	288.79
۲۱ باغ	-7.3394	4.465	15.39	10.03	24.58	17.72	13.97	-17.05	-90.94	-30.42	12.82	13.98	21.06	279	279.77
۱۳ باغ	-27.523	-11.91	15.39	14.04	11.15	20.36	-14.81	31.78	-92.08	-10.36	23.08	0	24.29	274	296.76
۲۰ باغ	-12.844	10.42	23.17	26.36	25.8	7.164	54.23	-20.93	-91.13	-49.19	19.23	-4.448	28.7	267	373.61
۲۸ باغ	-40.367	-2.979	31.03	47.28	3.142	17.95	-16.23	-12.4	-92.83	-46.28	35.9	-13.15	38.3	252	397.83
۱۸ باغ	-16.514	10.42	-7.596	13.18	36.29	13.95	76.65	-12.4	-90.57	-42.72	21.79	-5.184	29.38	234	376.65
۲۴ باغ	-14.679	-12.65	38.94	3.438	23.01	12.29	-59.25	19.38	-97.62	-30.42	11.54	-4.448	17.14	234	344.81
۱۵ باغ	-5.5046	8.93	46.92	-8.023	15.56	24.21	70.71	46.51	-88.68	-30.74	1.282	-8.864	10.28	226	366.22
۹ باغ	-16.514	3.72	15.39	11.17	35.28	13.8	39.41	5.426	-90.75	-21.68	3.846	-0.64	21.06	224	278.69
۲۲ باغ	-31.193	-21.59	15.39	24.64	40.75	34.69	12.47	-27.91	-93.02	-46.93	14.1	-0.416	22.53	221	385.61
۲۵ باغ	-16.514	-20.84	38.94	33.81	35.99	24.51	48.7	-7.752	-91.32	-53.72	3.846	6.4	39.37	209	421.72
۱۶ باغ	-1.8349	7.442	15.39	32.38	36.75	21.34	36.49	1.55	-90.19	-11.97	23.08	-3.52	21.06	205	302.98
۲۳ باغ	-20.183	-9.678	31.03	20.34	10.9	2.413	-13.97	-4.651	-91.13	-22.98	16.67	6.432	16.45	205	266.83
۱۲ باغ	-29.358	-34.24	46.92	0.86	10.64	9.955	34.56	-26.36	-91.51	-43.04	47.44	-5.664	13.22	189	393.76
۱۰ باغ	5.50459	8.93	46.92	124.4	85.76	32.96	23.18	-14.73	-90.94	4.854	26.92	-7.424	33.5	188	505.97
۱۹ باغ	-3.6697	-28.29	0	76.22	98.58	16.21	74.14	-16.28	-91.13	-40.78	16.67	-2.24	26.25	167	490.45
۲۶ باغ	-23.853	3.72	46.92	42.98	49.32	10.33	-4.1	-19.38	-92.26	-44.01	11.54	5.952	23.21	150	377.58
۲۷ باغ	-45.872	-1.49	38.94	49	81.8	29.79	83.26	-22.48	-92.64	-60.19	10.26	-7.488	10.19	130	533.40
۱۱ باغ	1.83486	7.442	15.39	25.79	54.38	21.27	52.72	10.08	-87.92	-25.24	1.282	12.45	38.39	112	354.18



شکل ۱. رابطه بین جمع قدرمطلق شاخصهای DOP با عملکرد مغز خشک بادام

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که جمع قدر مطلق شاخصهای DOP ($\sum DOP$) برای باغات مختلف، همگی بزرگتر از صفر و در بسیاری از موارد خیلی بزرگتر از صفر بوده که حکایت از عدم تعادل تغذیه‌ای در باغ‌های بادام دارد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، شاخص‌ها به صورت اعداد مثبت، منفی و یا صفر نشان داده شده‌اند که به ترتیب نشان دهنده زیادی کمبود و یا غلظت متعادل عناصر غذایی هستند. بررسی دقیق شاخص‌ها حکایت از آن دارد که جز در موارد بسیار معدود که عنصر در حالت تعادل قرار دارد، در سایر موارد عناصر یا در حالت کمبود هستند و یا در حالت زیاد بود می‌باشند. این شاخص‌ها همچنین نشان می‌دهند که دامنه‌ای وسیع از کمبود عناصر غذایی در بعضی از باغ‌ها تا زیاد بود آنها در بعضی دیگر از باغ‌ها وجود دارد. ممکن است یک عنصر در یک باغ بیش از هر عنصر دیگر مورد نیاز باشد، در حالی که در باغی دیگر زیادی آن مسئله ساز باشد و همه این‌ها حکایت از آن دارد که مصرف کودهای شیمیایی در این باغ‌ها بسیار نامتعادل بوده و از هیچ قاعده و قانونی پیروی نمی‌کرده است.

منابع

- گودرزی ک. ۱۳۸۴. ارزیابی تعادل تغذیه‌ای در منطقه سی سخت استان کهگیلویه و بویر احمد با استفاده از روش انحراف از درصد بهینه. مجله علوم خاک و آب، ۱۹: ۲۶-۳۶.
- مجیدی ع، ملکوتی م ج. ۱۳۸۰. مقایسه روش‌های کاربرد عناصر کم مصرف در ارتباط با عملکرد و کیفیت میوه انگور. مجله علوم خاک و آب، ۱۵: ۱۸۰-۱۹۰.
- ملکوتی م ج. ۱۳۷۹. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. چاپ پنجم. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

- Amberger A, Fawazi AFA. 1988. Diagnosis and remedial measures of microelements problems in grape grow on calcareous soils in Egypt agronomy of China . 32:41-53.
- Beaufils ER. 1973. The diagnosis and recommendation integrated system (DIRS), soils Sci. Bul. 1. Univ. of Natal, South Africa.
- Davee DE, Righetii TL, Fallahi E, Rabbinson S. 1986. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitation on yield in Neapolitan sweet cherry. Sco. Hort. Sci. 111 :988-993



Jafarzadeh AA, Alamdari P, Neyshabouri MR, Saedi S. 2008. Land suitability evaluation of bilverdy research station for wheat, barley, alfalfa, maize and sofflower. *Soil and Water research*, 3: S81- S88.

Marshchner H.1986. *Mineral Nutrition of Higher plants*. Academic press, London, UK. 674 p.

Montanes L, Monge E, Val J, Sanz M.1995. Interpretative possibilities of plant analysis by the DOP index. *Acta, Hort.* 383 :165-170.

Sanz M. 1999. Evaluation of interpretation of DRIS system during growing season of the peach tree. Comparing them with DOP method. *Soil Sci. Plant Anal.* 30 :1052-1036



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation
Determination of Almond Nutritional Disorders by Deviation from Optimum Percentage Method (DOP)
on Saman Area of Chaharmahal Va Bakhtiari Province

Zamani^{*1}, N., Iranipour², R.

¹ M. Sc. Soil Science

² Assistant Prof, Agricultural and natural Resources Research and Education Center of Shahrekord

Abstract

Almond as one of the most orchard crops that has been growing up in saman city, Chaharmahal va Bakhtiyari Province. the balance of nutrient and proper almond nutrition are basic features in order to increase the function and qualitve improvement of it.losing the food element which is avaiable at the root, due to the sand texture of soil and high average rainfall,is one of the problems in the gardens of that area. Leaf decomposition is sutiable method for evaluating the plant balance condition and can be used with results of soil test in order to design a balanced fertilizing program and evaluate the efficiency of nutrient that can be used for plants in the garden.the method of deviation from optimum percentage (DOP) is a new and easy path in comparison with pervious method used in leaf spilting results.in this study 30 orchard almonds with different functions were selected in order to determine the balanced limit of food elements and know the nutrition anomalies is almond gardens is that area.also soil and leaf sample were prepared and after harvesting, the function of dry kernel were set up. Based on the results in DOP index Calculation,in these gardens the shortage of cupper (90%), manganese (69%), nitrogen (28%), phosphorus (24%) and Zinc (21%) was observed which in the first priority of fertilizing usage.the right management of fertilizing use is one of the factors that can increase the quality and quantity of almond kernel.unbalanced fertilizing use is main factor of disordering food elements balance and decreasing function is some garden.

Keywords: Almond, Nutritional balance, Dry shelled yield, Deviation from Optimum Percentage

* Corresponding author, Email: nargeszamani64@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

اثر ترکیبات آلی، نانوذرات آهن و روی بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گوجه فرنگی

سعید جواهری^{۱*}، علی رضا استارایی^۲، رضا خراسانی^۳، حجت امامی^۳، حمیدرضا ذبیحی^۳

۱-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳-استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد. عامل اول ترکیبات آلی در سه سطح عدم مصرف، ۵ تن در هکتار و رمی کمپوست و ۵ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک، عامل دوم نانوذرات اکسید آهن و عامل سوم نانو ذرات اکسیدروی هر کدام در دو سطح عدم مصرف و ۲/۶ کیلوگرم در هکتار بود. بالاترین غلظت آهن برگ و میوه در تیمارهای ترکیبات آلی همراه با نانو اکسید آهن و روی مشاهده گردید، به طوری که رمی کمپوست همراه با نانو اکسید آهن و روی، آهن میوه راز ۳۳ (شاهد) به ۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش داد. با کاربرد نانو اکسید روی، غلظت روی در برگ از ۲۱ (شاهد) به ۳۱/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم رسید و با مصرف نانو اکسید روی توام با ماده آلی غلظت روی در میوه از ۱۵/۶۷ (شاهد) به ۲۷/۶۷ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش یافت. اثرات متقابل ترکیبات آلی و نانو اکسید آهن و روی بر عملکرد میوه معنی دار شد. با کاربرد نانو اکسید روی و ماده آلی عملکرد میوه بیش از ۷۳ درصد ارتقاء یافت و از ۶۱/۶۲۰ تن در هکتار در تیمار شاهد به ۱۰۷/۱۹۳ تن در تیمار نانو اکسید روی و اسید هیومیک افزایش پیدا کرد. مصرف نانو اکسید روی همراه با اسید هیومیک در افزایش عملکرد میوه گوجه فرنگی موثر بود.

کلمات کلیدی: تغذیه، عناصر کم مصرف، رمی کمپوست، اسیدهیومیک

مقدمه

امروزه با استفاده از نانو ذرات عناصر غذایی، می توان مدیریت تغذیه گیاهان را بهبود بخشید و علاوه بر آن میزان آلاینده هایی همچون فلزات سنگین و بقایای سموم را به حداقل ممکن کاهش داد (۷، ۵). فناوری نانو با تغییر و اثرگذاری در فرمولاسیون کودها و تولید موادی با ویژگی های مناسب و منحصر به فرد (نانو کود شیمیایی، نانو کود آلی و نانو کود بیولوژیک) می تواند نقش مهمی را در این زمینه ایفا کند. استفاده از این فناوری در تولید کود، سبب افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی می گردد (Hiyasmin Rose و همکاران (۲۰۱۵). خوشبخت و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تأثیر مصرف کود شیمیایی نیتروژنه و نانو کود دامی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) تأثیر چشمگیر و معنی دار نانو کود دامی را بر خصوصیات عملکردی رازیانه گزارش کرده و عدم مصرف توأم نانو کود دامی با کود شیمیایی نیتروژنه و جایگزین کردن نانو کود دامی با کودهای شیمیایی نیتروژنه را توصیه نمودند. نوری حسینی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر مصرف کودهای آلی در زراعت گوجه فرنگی اعلام نمودند که اثرات کودهای نیتروژن و فسفر به همراه کودهای آلی کمپوست و حیوانی بطور معنی داری باعث افزایش عملکرد محصول گوجه فرنگی شده است. در تحقیقی دیگر، که به بررسی اثر نانو کود کلاته آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (*Oriza Sativa L.*) پرداخته شد، اثر محلول پاشی آهن در مراحل مختلف رشدی برنج مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق، افزایش عملکرد و عناصر غذایی مختلف برنج در تیمار محلول پاشی آهن در مراحل اوایل پنجه زنی، اواخر ساقه رفتن و اواخر خوشه دهی گزارش گردید (همکاران (۱۳۹۰). با توجه به عدم اطلاع کافی از کاربرد نانو ذرات در تغذیه گیاهان زراعی، در این پژوهش اثربخشی دو ترکیب آهن و روی در ابعاد نانو بر افزایش کمی و کیفی محصول گوجه فرنگی و همچنین تاثیر ترکیبات آلی اسید هیومیک و رمی کمپوست در افزایش قابلیت جذب این دو عنصر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی اسید هیومیک و ورمی کمپوست و نانوذرات آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طوق، واقع در پنج کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مشهد انجام شد. این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار انجام گردید. عامل اول کودهای آلی در سه سطح (شامل پنج تن در هکتار ورمی کمپوست، پنج کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و عدم مصرف)، عامل دوم نانوذرات اکسید آهن در دو سطح (شامل مصرف ۲/۶ کیلوگرم در هکتار نانو اکسید آهن و عدم مصرف) و عامل سوم نانوذرات اکسید روی در دو سطح (شامل مصرف ۲/۶ کیلوگرم در هکتار نانو اکسید روی و عدم مصرف) بود. قبل از انجام آزمایش، خصوصیات شیمیایی آب و نیز خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، در آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب تعیین گردید آزمایش، قطعه زمینی به مساحت ۴۰۰۰ مترمربع به ابعاد ۱۰۰ در ۴۰ متر در نظر گرفته شد. سپس زمین آماده سازی شده و کودهای شیمیایی P، N و K بر اساس آزمون اولیه خاک به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه نوبت (هر نوبت ۱۰۰ کیلوگرم)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بطور یکنواخت پخش شده و بوسیله دیسک با خاک مخلوط شدند. بعد از آن زمین بصورت جوی پشته درآمد عرض زمین به ۳ بلوک ۱۰ متر تقسیم شد و فاصله بین تکرارها ۲ متر تعیین گردید. در هر بلوک ۱۲ کرت (جمعاً ۳۶ کرت) و در هر کرت پنج ردیف با فاصله ۱/۵ متر تعیین شد. در هر کرت دو ردیف کناره به عنوان حاشیه و سه ردیف وسط جهت نمونه برداری و اندازه گیری محصول در نظر گرفته شدند. تیمار ورمی کمپوست به مقدار پنج تن در هکتار محاسبه و در کرت های مربوطه بطور یکنواخت با خاک مخلوط شد. بذور گوجه فرنگی رقم موبیل که اواخر سال ۹۴ در خزانه کشت شده بودند، دوم اردیبهشت ۹۵ در قالب نشاء به زمین اصلی منتقل و روی پشته های با فاصله ۶۰ سانتیمتری کاشته شد. جدول ۱ برخی خصوصیات خاک محل آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

pH	EC (dS m ⁻¹)	T.N.V	OC	Sand	Silt	Clay	N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
8.0	0.94	18.8	0.32	27	51	22	0.028	9.6	197	3.46	8.10	0.98	1.76

نتایج و بحث

جدول آنالیز واریانس (جدول ۲) نشان می دهد که: اثر ترکیبات آلی بر عملکرد میوه گوجه فرنگی، غلظت آهن برگ، آهن میوه و روی میوه در سطح یک درصد معنی دار شد. اثر خالص نانوذرات اکسید آهن بر عملکرد میوه، در سطح پنج درصد و بر آهن برگ، آهن میوه و روی میوه در سطح یک درصد معنی دار شد. اثر خالص نانوذرات اکسید روی بر عملکرد میوه، آهن میوه، روی برگ، روی میوه، در سطح یک درصد و بر آهن برگ در سطح پنج درصد معنی دار شد.

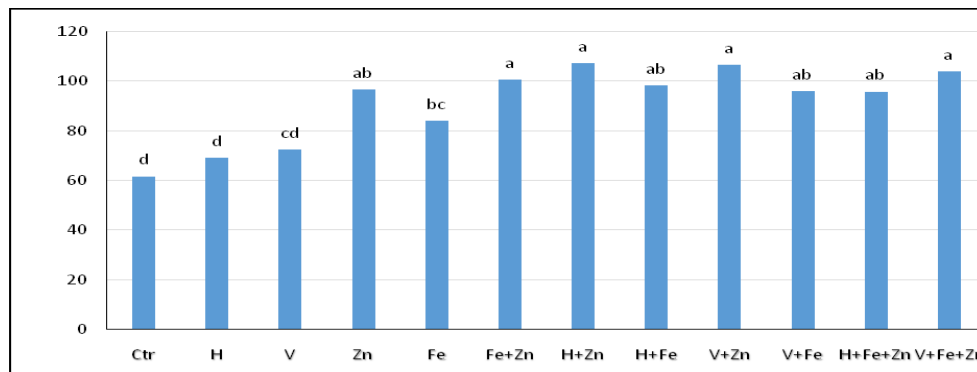
جدول ۲ - آنالیز واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد میوه، غلظت آهن و روی برگ و میوه گوجه فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	آهن برگ	آهن میوه	روی برگ	روی میوه
تکرار	2	150.47246 ^{ns}	1140.194 ^{ns}	2.3126 ^{ns}	2.778 ^{ns}	0.750 ^{ns}
ترکیبات آلی	2	1185.16450 ^{**}	18276.028 ^{**}	267.250 ^{**}	0.861 ^{ns}	21.333 ^{**}

نانو آهن	1	467.18093 [*]	86926.694 ^{**}	1877.778 ^{**}	1.778 ^{ns}	14.694 ^{**}
نانو روی	1	4136.31506 ^{**}	3192.250 [*]	256.0 ^{**}	312.111 ^{**}	220.028 ^{**}
ترکیبات آلی*نانو آهن	2	78.3518 ^{ns}	4979.194 ^{**}	128.583 ^{**}	3.694 ^{ns}	6.778 [*]
ترکیبات آلی*نانوروی	2	1046.39597 ^{**}	2587.583 ^{ns}	128.583 ^{**}	5.361 ^{ns}	18.778 ^{**}
نانو آهن*نانوروی	1	2233.15564 ^{**}	6534.0280 [*]	0.001 ^{ns}	13.444 ^{ns}	72.250 ^{**}
ترکیبات آلی*نانو آهن	2	46.50841 ^{ns}	10655.194 ^{**}	274.583 ^{**}	22.528 ^{ns}	7.000 [*]
آهن*نانوروی						
خطا	22	64.30	4589.99	70.89	6.99	3.80
Cv		9.5	5.90	4.45	9.75	4.66

^{ns} و ^{*}: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح پنج درصد.

اثرات توأم ترکیبات آلی و نانوذرات اکسید آهن، بر آهن برگ، آهن میوه، در سطح یک درصد و بر روی میوه در سطح پنج درصد معنی دار شد. اثرات توأم ترکیبات آلی و نانوذرات اکسید روی، بر عملکرد میوه، آهن میوه و روی میوه در سطح یک درصد و بر نیتروژن میوه در سطح پنج درصد معنی دار شد. اثرات توأم نانوذرات اکسید آهن و نانوذرات اکسید روی، بر عملکرد میوه و روی میوه در سطح یک درصد و بر نیتروژن میوه و آهن برگ در سطح پنج درصد معنی دار شد. اثرات توأم ترکیبات آلی و نانوذرات اکسید آهن و نانوذرات اکسید روی، بر آهن برگ، آهن میوه در سطح یک درصد و بر عملکرد میوه و روی میوه در سطح پنج درصد معنی دار شد.





شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



نمودار ۱- اثرات متقابل ترکیبات آلی و نانو ذرات اکسید آهن و نانو ذرات اکسید روی بر عملکرد میوه گوجه فرنگی میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند.

کلیه تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد عملکرد میوه را افزایش داد. بیشترین افزایش مربوط به تیمار مصرف توام اسیدهیومیک و نانوذرات روی بود که به ۱۰۷/۱۹۳ تن در هکتار رسید و نسبت به تیمار شاهد (۶۱/۶۲۰ تن در هکتار) بیش از ۴۲٪ افزایش یافت اثرات متقابل ترکیبات آلی و نانو ذرات اکسید آهن و نانو ذرات اکسید روی، بر عملکرد میوه در سطح پنج درصد معنی دار شد (نمودار ۱).

جدول ۳- اثر متقابل ترکیبات آلی و نانوذرات اکسید آهن و نانوذرات اکسید روی بر غلظت آهن برگ و میوه و روی برگ و میوه و عملکرد گوجه فرنگی

عملکرد (تن در هکتار)	روی میوه (میلی گرم در کیلوگرم)	روی برگ (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن میوه (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن برگ (میلی گرم در کیلوگرم)	نانو اکسیدروی (کیلوگرم در هکتار)	نانو اکسیدآهن (کیلوگرم در هکتار)	ترکیبات آلی
65d	21.33b	25.00bcd	51.33e	496.00bc	0	0	اسید هیومیک (۵ کیلوگرم در هکتار)
107.83a	27.67a	28.67abc	55.00e	495.70b	2.6	0	
98ab	22.67b	24.33cd	60.00d	544.30ab	0	2.6	
96ab	26.00a	29.67ab	64.00bcd	579.00a	2.6	2.6	
71cd	22.67b	24.00cd	62.00cd	475.00c	0	0	ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار)
106a	27.67a	31.33a	52.67e	469.00c	2.6	0	
96ab	26.33a	23.67cd	66.00bc	563.70a	0	2.6	
105a	26.33a	30.67a	74.67a	550.30ab	2.6	2.6	
61.67d	15.67c	21.00d	33.00f	311.30d	0	0	عدم مصرف
97ab	27.67a	31.33a	54.67e	455.00c	2.6	2.6	
82bc	23.00b	27.00abc	63.67bcd	550.00ab	0	2.6	
100a	26.00a	28.67abc	67.00b	504.30bc	2.6	2.6	

جدول ۳ نشان می دهد که در کلیه تیمارهای آزمایشی عملکرد میوه نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین افزایش مربوط به تیمار مصرف توام اسیدهیومیک و نانو اکسید روی بود که به ۱۰۷/۱۹۳ تن در هکتار رسید و نسبت به تیمار شاهد (۶۱/۶۲۰ تن در هکتار) عملکرد میوه را قریب ۷۵٪ افزایش داد. بعد از آن، کلیه تیمارهایی که در آنها نانو اکسید روی همراه با یک ترکیب آلی مصرف شد (مثلا نانو اکسید روی و ورمی کمپوست یا نانو اکسید روی و نانو اکسید آهن و ورمی کمپوست) با تیمار مصرف توام اسید هیومیک و نانو اکسید روی در یک سطح آماری قرار گرفت. با توجه به شرایط شیمیایی خاکهای منطقه، قابلیت جذب عناصر کم مصرف مانند روی بشدت محدود می باشد و منجر به کاهش عملکرد گیاهان زراعی می شود. بیشترین جذب آهن در برگ و میوه در تیمارهای مصرف توام ترکیبات آلی و نانو اکسید آهن و نانو اکسید روی (۵۷۹/۰۰ در برگ و ۵۴/۶۷ در میوه) و بیشترین جذب روی در برگ و میوه در تیمارهای مصرف توام ترکیبات آلی و نانو اکسید روی (۳۱/۳۳ در برگ و ۲۷/۶۷ در میوه) مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی هنگامی که شرایط خاک در اثر افزایش ترکیبات آلی بهبود پیدا کند و عناصر کم مصرف به فرم قابل جذب استفاده شوند باید انتظار داشت که اثرات متقابل آنها به افزایش جذب عناصر غذایی بویژه عناصر کم مصرف که قابلیت جذب کمتری در خاک دارند منجر شود.



نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف ترکیبات آلی همزمان با مصرف نانو ذرات روی می تواند شرایط مناسب برای جذب بهتر نیتروژن بوسیله گیاه را فراهم نماید. کاربرد اسید هیومیک نیز به عنوان یکی دیگر از منابع ترکیبات آلی می تواند با تحریک رشد ریشه، حجم و اثر بخشی آن را افزایش داده باعث افزایش جذب عناصر پر مصرف و انتقال آنها به برگ و میوه شود. اسید هیومیک همچنین می تواند آهن و روی خاک را به فرمی که برای گیاه قابل جذب و سوخت و ساز باشد تبدیل نماید. نتایج نشان داد که در شرایط آزمایش، نانو ذرات آهن منبع کودی مناسبی برای تامین نیاز گیاه به آهن می باشد. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از نانو ذرات اکسید روی می تواند نیاز گیاه گوجه فرنگی به این عنصر را در طول فصل رشد تامین کند و باعث افزایش عملکرد گیاه در این شرایط شود. به طور کلی با توجه به شرایط آزمایش و نتایج حاصله می توان نتیجه گیری کرد که مصرف ترکیبات آلی بخصوص اسید هیومیک همراه با نانو ذرات روی، برای افزایش عملکرد گوجه فرنگی بسیار مفید می باشد.

منابع

- ۱- خوشپیگ، س.، ر. صدرآبادی حقیقی، و ا. احمدیان. ۱۳۹۶. اثر کاربرد کود نیتروژن و کود آلی نانوبر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه. مجله پژوهشی گیاهان زراعی. ۱۴ (۴) - ۷۷۵-۷۸۷.
- ۲- نوری حسینی، م.، و ز. خوگر. ۱۳۷۷. بررسی کاربرد اثر کود آلی در زراعت گوجه فرنگی. اولین کنگره تولید و فراوری گوجه فرنگی. مشهد. ایران.
- ۳- Alloway, B.J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition. International Zinc Association. Publications Brussels, Belgium.
- ۴-Baghaie, M., and Maleki Farahani, S. 2013. Evaluation of comparison of iron chelate with iron nanoparticles on the yield and photosynthetic material allocation in Saffron. Saffron Research Journal 2: 156-169. (In Persian with English Summary)
- ۵-Baghaie, N., Keshavarz, N., and Nazaran, M.H. 2011. Effect of nano iron chelate fertilizer on yield and yield components of rice (Shiroudi cultivar). The First National Conference on Modern Topics in Agriculture. Islamic Azad University of Saveh, November 2011, p. 1-10. (In Persian with English Summary)
- ۶-Hiyasmin Rose, L., Benzon, M., Rosnah, U., Rubenecia, V.U., Litra, J.R., and Sang Chul, L. 2015. Nano fertilizer affects on the growth, development, and chemical properties of rice. International Journal of Agronomy and Agricultural Research 7(1): 105-117.
- ۷-Hong, G., Wang, L., Sun, Y., Zhao, L., Niu, G., Tan, W., Rico, C.M., Peralta-vidua, J.R., and Gardea-torresdey, J.L. 2016. Foliar applied nano scale and micro scale CeO₂ and CuO alter cucumber fruit quality. Science of Total Environment 1: 563-564.
- ۸-Marcote, I., Hernandez, T., Garcia, C., and Polo. A. 2001. Influence of one or two successive annual application of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. Bio resource Technology 79: 147-15



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of organic compounds and Fe nano particles and Zn nano particles on the yield and nutrient absorption of tomato

S. Javaheri^{1*}, A. R. Astaraei², R. Khorasani², H. R. Zabih³ and H. Emami²

1-PhD Student in Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2-Associate Professor in Soil Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3-Researcher of Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center

Abstract

Nano particles are unit materials smaller than 100 nm. The study and application of nanoparticles has rapidly grown in the last few years. Field experiment was conducted at Torough agriculture station ,Mashhad. Experiments were laid out In a

randomized complete block design in a factorial arrangement , with three replication. First factor was organic fertilizer at 3 levels (vermicompost, 5 ton/ha; humic acid, 5 kg/ha and control without application), second factor was application of zinc nanoparticles at 2 level (nano zincoxid, 1kg/ha; no application), third factor was application of Fe nanoparticles at 2 level (nano Feoxid, 1kg/ha; no application). Tomato seedlings were planted on 22 may in plots and fertilizers were applied according to soil test. yield of tomato fruit was determined at three harvest and tomato leaf and fruit samples were taken and analyzed for nutrient element concentration. The result of analysis variance showed that the effect of organic fertilizer on leaf Fe concentration, fruit Fe concentration ,Zn fruit concentration and tomato yield was significant. The effect of Fe nano particle on leaf Fe concentration, fruit Fe concentration ,Zn fruit concentration and tomato yield was significant . The effect of Zn nano particle on fruit N concentration, fruit Fe concentration ,Zn leaf and fruit concentration and tomato yield was significant at 1 percent level and on leaf Fe concentration was significant at 5 percent level. The compound effects of organic fertilizer, Fe nano particle and Zn nano particle on leaf Fe concentration, fruit Fe concentration was significant at 1 percent level while their effect on Zn fruit concentration was significant at 5 percent level. Results showed that Fe and Zn nano particles can be used as fertilizer and application of organic fertilizers with Fe and Zn nano particles can enhance their effect as fertilizer and increase uptake efficiency of these elements in mineral nutrition of tomato.

Key words: Nutrition, Micro nutrient, Vermicompost, Humic acid



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر هیدروچار لجن فاضلاب و نیتروژن بر شاخص کلروفیل، تعداد برگ‌ها و درصد خاکستر گیاه برنج و pH و EC یک خاک آلوده به مس در شرایط گلخانه‌ای

الناز عبدالملکی^{۱*}، نصرت‌اله نجفی^۲، عادل ریحانی‌تبار^۳^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

این پژوهش برای بررسی اثر هیدروچار لجن فاضلاب و نیتروژن بر شاخص کلروفیل، تعداد برگ‌ها و درصد خاکستر گیاه برنج (*Oryza sativa L.*) رقم گوهر و pH و EC یک خاک آهکی آلوده به مس در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۳ فاکتور شامل ماده آلی (شاهد، ۱۰ گرم لجن فاضلاب و ۱۰ گرم هیدروچار لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک)، مس در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک) از منبع سولفات مس و نیتروژن در دو سطح (صفر و ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) از منبع اوره انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص کلروفیل برگ‌ها و درصد خاکستر در ترکیب تیماری ۱۰ g/kg لجن فاضلاب، ۲۵۰ mg N/kg و سطح صفر Cu مشاهده شد. کمترین مقدار این صفات در شرایط بدون اصلاحگر، بدون نیتروژن و آلودگی Cu مشاهده گردید. با مصرف هیدروچار pH و EC خاک کاهش و شاخص کلروفیل، تعداد برگ‌ها و درصد خاکستر ریشه و شاخساره برنج افزایش یافت. بنابراین، با توجه به pH اسیدی و غلظت عناصر غذایی در هیدروچار، می‌توان از هیدروچار لجن فاضلاب به‌عنوان کود و اصلاحگر در خاک‌های آهکی استفاده کرد. مصرف ۱۰ گرم لجن فاضلاب یا هیدروچار آن و ۲۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک آلوده به مس و غیرآلوده برای دستیابی به رشد مطلوب گیاه برنج در شرایط گلخانه‌ای می‌تواند توصیه شود.

کلمات کلیدی: اوره، برنج، لجن فاضلاب، مس، هیدروچار

مقدمه

به عقیده بسیاری از پژوهشگران، تغییر اقلیم و پدیده گرمایش جهانی ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن در اتمسفر است. ترسیب کربن^۱ (کربن‌اندوزی) در خاک یعنی حذف گاز دی‌اکسید کربن اتمسفر به‌وسیله گیاهان و ریزجانداران خاک‌زی و ذخیره کربن تثبیت شده به شکل مواد آلی در خاک. برای کاهش سرعت تجزیه مواد آلی خاک پیشنهاد شده است این مواد به‌صورت هیدروچار به خاک افزوده شود. هیدروچار، یک ماده جامد قهوه‌ای با ویژگی‌هایی مشابه زغال سنگ است که از حرارت دادن زیست‌توده در داخل یک سامانه بسته و در فشار ۳۰-۲۰ اتمسفر و دمای ۲۳۰-۱۸۰ درجه سلسیوس تولید می‌شود (Novak و همکاران ۲۰۱۴). فرایند تولید هیدروچار را کربونیزه‌شدن گرم‌آبی^۲ می‌نامند. با کربونیزه کردن زیست‌توده‌های آلی و سپس افزودن آن‌ها به خاک، سرعت تجزیه زیست‌توده کاهش یافته و منجر به افزایش کربن‌اندوزی در خاک و افزایش اثر باقی‌مانده آن می‌شود. هیدروچار علاوه بر بهبود ویژگی‌های خاک و افزایش حاصلخیزی آن (Novak و همکاران ۲۰۱۴)، به‌علت pH اسیدی می‌تواند نقش مفیدی در افزایش فراهمی برخی عناصر غذایی در خاک‌های قلیایی ایران داشته باشد. درصد خاکستر هیدروچار به عملکرد آن و میزان حل‌پذیری و خارج‌شدن عناصر از زیست‌توده بستگی دارد. در یک پژوهش، هیدروچارهای لجن فاضلاب و تفاله چغندر قند و کاه و کلش گندم در مقایسه با زیست‌توده آن‌ها، درصد خاکستر کمتری داشتند و دلیل آن حل‌شدن و شسته‌شدن عناصر و ورود آنها به بخش مایع هیدروچار گزارش شد (عظیم‌زاده و همکاران، ۲۰۱۹). گیاه برنج (*Oryza sativa L.*) از تیره گندمیان است که کشت آن از نظر انرژی تولیدی در میان غلات، مقام اول را به خود اختصاص داده است. نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی و اولین عنصر محدود کننده عملکرد برنج است و در مراحل رشد

* ایمیل نویسنده مسئول: abdolmalekielnaz@gmail.com

^۱ - Carbon sequestration^۲ - Hydrothermal carbonization, HTC

رویشی به‌ویژه پنجه‌زنی و زایشی از طریق تولید شیره پرورده بیش‌تر، افزایش شدت فتوسنتز، افزایش سطح برگ و حتی در مرحله پرشدن دانه نقش زیادی در افزایش عملکرد دارد. معدنی شدن نیتروژن در خاک‌های اصلاح شده با پسماندهای آلی یک فرایند پیچیده بوده و به ویژگی‌های خاک از قبیل نوع خاک، pH، دما، تهویه، رطوبت، نوع و مقدار پسماند آلی افزوده شده بستگی دارد. این عامل‌ها می‌توانند بر شاخص کلروفیل برگ‌های گیاه تأثیر داشته باشند (Hesu و همکاران ۲۰۰۵). مس در تشکیل دانه و میوه، فتوسنتز، تشکیل کلروفیل، تولید دانه گرده، افزایش مقاومت به بلاست برنج و تبدیل نیتريت به هیدروکسیل آمین نقش مهمی دارد. چنانچه میزان مس در خاک در گستره ۶۰ تا ۱۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم قرار گیرد، می‌توان خاک را آلوده به مس به شمار آورد (Alloway, 1995). با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر هیدروچار لجن فاضلاب و نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ‌ها و درصد خاکستر گیاه برنج در یک خاک آلوده به مس در شرایط گلخانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

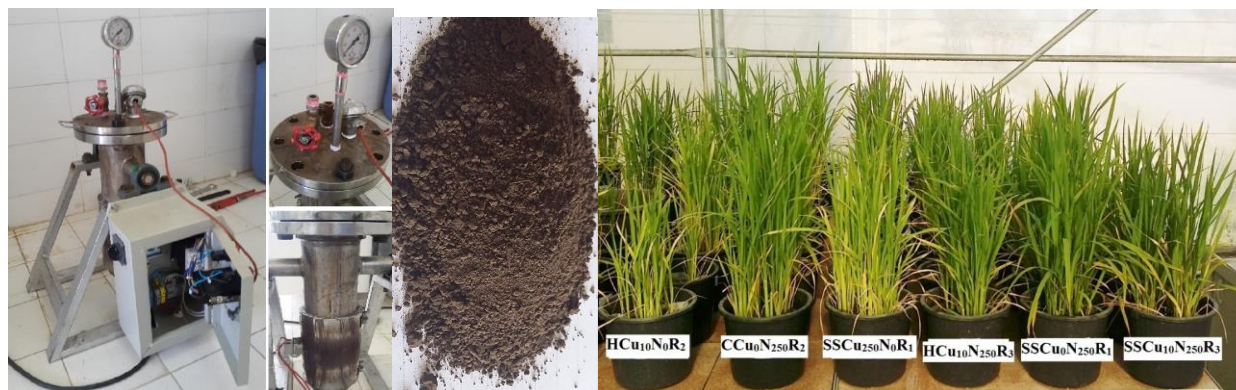
در این آزمایش خاکی با بافت لوم شنی از ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز انتخاب گردید و از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. بعد از هوا خشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، ویژگی‌های مهم خاک شامل کربنات کلسیم معادل، بافت خاک، درصد رطوبت اشباع، pH، EC، درصد کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، سدیم، پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز، روی و مس قابل جذب اندازه‌گیری شدند و نتایج در جدول ۱ ارائه شد. زیست‌توده اولیه مورد استفاده شامل لجن فاضلاب شهری از تصفیه‌خانه فاضلاب شهر میانه، استان آذربایجان شرقی تهیه شد. برای تولید هیدروچار، مقدار مشخصی از زیست‌توده به‌همراه مقدار مشخصی آب مقطر به درون واکنش‌جا (رآکتور) دستگاه هیدروچار ریخته و درب آن محکم بسته شد. نمونه زیست‌توده در داخل دستگاه در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۱ اتمسفر به‌مدت ۱۲ ساعت حرارت داده شد. سپس بخش مایع و جامد با استفاده از کاغذ صافی جداسازی شد. در بخش جامد هیدروچار تولید شده، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم نظیر عملکرد، درصد خاکستر، pH، EC، N، P، K، Na، Ca، Mg، Fe، Mn، Cu و Zn اندازه‌گیری شد و نتایج در جدول ۲ ارائه شد. دو کیلوگرم خاک داخل گلدان‌ها ریخته شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۳ فاکتور شامل ماده آلی (شاهد، ۱۰ گرم لجن فاضلاب و ۱۰ گرم هیدروچار لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک)، مس در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک) از منبع سولفات مس و نیتروژن در دو سطح (۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) از منبع اوره انجام شد. خاک داخل گلدان‌ها به مدت دو هفته برای رسیدن به تعادل نسبی به حالت غرقاب با کمی آب (حدود یک سانتی‌متر) در سطح خاک نگه داشته شد و سپس ۸ عدد بذر جوانه‌دار شده برنج (*Oryza sativa* L.) رقم گوهر انتخاب و در هر گلدان با خاک اشباع کاشته شد. بعد از اطمینان از استقرار گیاهچه‌ها، گیاهان به چهار عدد در هر گلدان تنک شدند (شکل ۱). در طول دوره رشد، شاخص کلروفیل برگ‌ها و تعداد برگ‌های سالم در زمان‌های مختلف تعیین شد. میزان خاکستر هیدروچار و زیست‌توده با استفاده از کاهش وزن آنها بعد از قرار گرفتن در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۶ ساعت به دست آمد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در پژوهش حاضر

غلظت عناصر (mg/kg)								EC	pH	CCE	کلاس بافت کربن آلی
Zn	Cu	Mn	Fe	Na	K	P	N	(dS/m)	(۱:۱)	(%)	خاک
۰/۰۶	۰/۵۶	۷/۳	۲/۱۳	۱۹	۱۸۸	۴/۸۰	۰/۰۵	۲/۵۷	۷/۵۹	۳۰/۷	لوم شنی

جدول ۲- ویژگی‌های لجن فاضلاب و هیدروچار آن

غلظت عناصر (mg/g)										EC	pH	خاکستر	عملکرد (%)	ماده آلی
Zn	Cu	Mn	Fe	Na	Mg	Ca	K	P	N	(dS/m)	(%)	(%)	(%)	لجن فاضلاب
۱/۳۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۲/۸۰	۲/۷۹	۳/۱۸	۱۶/۵	۲/۴۳	۲۲/۸	۴۲/۷	۱/۷۲	۶/۶۵	۳۳/۶۰	-	لجن فاضلاب
۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۱۴	۳/۵۱	۰/۹۳	۱/۸۰	۲/۱۴	۱/۵۲	۱۴/۶	۳۳/۴	۱/۰۹	۶/۲۵	۴۱/۶	۴۳/۲	هیدروچار



شکل ۱- نمایی از گیاهان برنج در تیمارهای مختلف ۱۰۰ روز پس از کشت در گلخانه (راست)، هیدروچار لجن فاضلاب (وسط) و دستگاه هیدروچار (چپ)

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی ماده آلی، نیتروژن، مس، اثر متقابل دوجانبه ماده آلی × مس و مس × نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر تعداد برگ سالم در بوته معنی دار بودند اما اثر متقابل دوجانبه ماده آلی × نیتروژن و اثر متقابل سه جانبه فاکتورهای مورد مطالعه غیرمعنی دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های تعداد برگ سالم در بوته نشان داد که استفاده از لجن فاضلاب تعداد برگ سالم را نسبت به شاهد افزایش داد. مصرف ۲۵۰ mg N/kg در بوته را نسبت به شاهد به طور معنی دار افزایش داد. بین سه سطح مس هم تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر اثر بر تعداد برگ سالم در بوته وجود داشت. با مصرف ۱۰ mg Cu/kg در بوته تغییر معنی داری نسبت به شاهد نداشت اما با مصرف ۲۵۰ mg Cu/kg در بوته نسبت به شاهد و سطح ۱۰ mg Cu/kg به طور معنی دار کاهش یافت (جدول ۴). دلیل رشد بهتر گیاه با مصرف کود اوره، کاهش pH خاک است که سبب افزایش فراهمی عناصر غذایی مختلف، بهبود تغذیه و رشد گیاه می‌شود. کاربرد نیتروژن باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ‌ها شده و رشد و گسترش آن‌ها را افزایش می‌دهد (Marschner, 2003). علت افزایش تعداد برگ سالم در حضور توأم نیتروژن و لجن فاضلاب فراهمی بیش‌تر و سریع‌تر بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد آن می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص کلروفیل، تعداد برگ‌ها و درصد خاکستر گیاه برنج و pH و EC خاک

منبع تغییر	df	تعداد برگ سالم	شاخص کلروفیل برگ	pH خاک	EC خاک	خاکستر شاخساره	خاکستر ریشه
ماده آلی (OM)	۲	۱۰۴۸/۴۴**	۳۷/۱۲**	۱۳/۱۲**	۱/۴۴**	۱۸۳/۷۴**	۸۸۱/۸۳**
مس (Cu)	۲	۶۹/۰۰**	۸/۸۶*	۱/۱۴ ^{ns}	۰/۶۴**	۵۰/۹۲**	۴۱/۰۰*
نیتروژن (N)	۱	۹۱۴/۷۲**	۵۸۵/۴۸**	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۶۴**	۱۹۵/۲۰**	۶۵۸/۲۱**
OM × Cu	۴	۸۳/۶۵**	۷/۱۷ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}	۱/۶۵**	۲/۶۱ ^{ns}	۱۹/۳۵ ^{ns}
OM × N	۲	۲/۶۷ ^{ns}	۱۰/۸۵**	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۴۳**	۵۷/۸۶**	۵۶/۲۱**
Cu × N	۲	۷۶/۹۴**	۱/۵۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۳۷/۵۵**	۳/۲۱ ^{ns}
OM × Cu × N	۴	۳۸/۷۲ ^{ns}	۱/۱۳ ^{ns}	۴/۲۳ ^{ns}	۰/۲۰ ^{ns}	۱۰/۵۵ ^{ns}	۱۴/۸۴ ^{ns}
خطای آزمایش	۳۶	۱۸۲/۲۵	۴۲/۶۵	۱۳/۴۸	۱/۵۱	۶۳/۴۶	۱۸۰/۸۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۴۳	۱۳/۷۴	۸/۴۵	۱۷/۸۸	۷/۸۸	۸/۸۳

*، ** و *** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ df: درجه آزادی

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی ماده آلی، نیتروژن و اثر متقابل دوجانبه ماده آلی × نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی مس در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص کلروفیل برگ‌ها معنی دار بودند؛ اما اثرهای متقابل دوجانبه ماده آلی × مس و مس × نیتروژن و اثر متقابل سه جانبه فاکتورهای مورد مطالعه غیرمعنی دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های شاخص کلروفیل نشان داد که استفاده از لجن فاضلاب، شاخص کلروفیل را نسبت به شاهد افزایش داد. مصرف ۲۵۰ mg N/kg، شاخص کلروفیل را نسبت به شاهد به طور معنی دار افزایش داد. با مصرف ۱۰ mg Cu/kg شاخص

کلروفیل تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت اما با مصرف 250 mg Cu/kg شاخص کلروفیل نسبت به شاهد و سطح 10 mg Cu/kg به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۴). کاربرد لجن فاضلاب و هیدروچار آن به همراه نیتروژن، باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ گیاه شد که می‌تواند ناشی از افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک و بهبود تغذیه گیاه باشد. معدنی شدن نیتروژن در خاک‌های اصلاح شده با پسماندهای آلی یک فرایند پیچیده بوده و به ویژگی‌های خاک از قبیل نوع خاک، pH، دما، تهویه، رطوبت، نوع و مقدار پسماند آلی افزوده شده بستگی دارد. از این‌رو شاخص کلروفیل برگ‌های گیاه می‌تواند تحت تأثیر این عوامل قرار گیرد (Hesu و همکاران ۲۰۰۵). Abbasi و همکاران (۲۰۱۳) بیش‌ترین شاخص کلروفیل برگ را در تیمار ۲۰ گرم لجن فاضلاب بر کیلوگرم خاک و ۵۰٪ کودهای شیمیایی و کمترین مقدار آن را در تیمار شاهد مشاهده کردند. Baligar و Fageria (۲۰۰۲) گزارش کردند که مصرف مس باعث کاهش غلظت کلسیم، منیزیم و آهن در برنج شد. بنابراین، به‌دلیل شرکت آهن و نیتروژن در ساختار کلروفیل، کاهش شاخص کلروفیل در سطح بالای مس دور از انتظار نبود.

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی ماده آلی در سطح احتمال یک درصد بر pH خاک معنی‌دار بود؛ اما اثر اصلی نیتروژن، مس و اثرهای متقابل دوجانبه و سه‌جانبه فاکتورهای مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های pH نشان داد که استفاده از لجن فاضلاب، pH خاک را نسبت به شاهد افزایش داد. استفاده از هیدروچار لجن فاضلاب pH خاک را به‌طور معنی‌دار نسبت به شاهد و لجن فاضلاب کاهش داد؛ به‌طوری‌که pH خاک در حضور لجن فاضلاب $7/81$ و در حضور هیدروچار لجن فاضلاب $6/61$ بود؛ این تغییرات pH می‌تواند در جذب مس و تحمل گیاه برنج در برابر سمیت مس مؤثر باشد. Najafi and Mardomi (۲۰۱۲) گزارش کردند کاربرد ۳۰ گرم بر کیلوگرم کود دامی، pH محلول خاک را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش داد که دلیل آن را افزایش غلظت فلزات قلیایی مثل سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم دانستند. آنان گزارش کردند با مصرف لجن فاضلاب pH محلول خاک نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. مصرف 250 mg N/kg pH را نسبت به شاهد $0/14$ واحد کاهش داد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بین سه سطح مس از نظر اثر بر pH تفاوت معنی‌دار وجود نداشت؛ با این‌حال، مصرف 250 mg Cu/kg pH خاک را نسبت به شاهد $0/24$ واحد کاهش داد (جدول ۴).

تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی ماده آلی، نیتروژن و مس، اثرهای متقابل دوجانبه ماده آلی × مس و ماده آلی × نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر EC محلول خاک معنی‌دار بودند، اما اثر متقابل دوجانبه مس × نیتروژن و اثر متقابل سه‌جانبه فاکتورهای مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بودند (جدول ۳). استفاده از لجن فاضلاب و هیدروچار آن، EC محلول خاک را نسبت به شاهد کاهش داد. Najafi and Mardomi (۲۰۱۲) گزارش کردند با کاربرد لجن فاضلاب و کود دامی و افزایش مقدار مصرف آن‌ها، EC خاک افزایش یافت که ناشی از بیش‌تر بودن EC کود دامی و لجن فاضلاب نسبت به خاک بود. بین دو سطح نیتروژن تفاوت معنی‌دار وجود داشت و با مصرف نیتروژن، EC خاک نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. بین سه سطح مس هم تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای از نظر اثر بر EC محلول خاک وجود داشت. با مصرف 10 mg Cu/kg ، EC تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت اما با مصرف 250 mg Cu/kg ، EC نسبت به شاهد و سطح 10 mg Cu/kg به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۴). EC لجن فاضلاب بعد از تبدیل شدن به هیدروچار کاهش یافت که احتمالاً به علت غلظت کم عناصر مانند سدیم، پتاسیم و منیزیم در آن می‌باشد (جدول ۲). کم بودن شوری هیدروچار لجن فاضلاب نسبت به زیست‌توده آن برای افزودن آن به خاک یک مزیت محسوب می‌شود.

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی ماده آلی، مس و نیتروژن، اثر متقابل دوجانبه ماده آلی × نیتروژن و مس × نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر درصد خاکستر شاخساره معنی‌دار بودند اما اثر متقابل دوجانبه ماده آلی × مس و اثر متقابل سه‌جانبه فاکتورهای مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های درصد خاکستر شاخساره نشان داد که استفاده از لجن فاضلاب و هیدروچار آن، درصد خاکستر شاخساره را نسبت به شاهد افزایش داد. مصرف 250 mg N/kg درصد خاکستر شاخساره را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش داد. بین سه سطح مس هم تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای از نظر اثر بر درصد خاکستر شاخساره وجود داشت. با مصرف 250 mg Cu/kg درصد خاکستر شاخساره تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت اما با مصرف 10 mg Cu/kg درصد خاکستر شاخساره نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۴). Wang و همکاران (۲۰۱۳) درصد خاکستر به‌دست آمده از زیست‌توده‌های علفی (کلش گندم، ذرت و برنج) را به‌طور میانگین $30/9$ به‌دست آوردند در حالی‌که در مطالعه ما درصد خاکستر برنج کمتر از ۲۲ درصد تعیین شد. با وجود درصد خاکستر بالای لجن فاضلاب، هیدروچار آن نیز از درصد خاکستر بالایی برخوردار بود که احتمالاً به انحلال کمتر آن هنگام فرایند کربونیزه شدن گرمایی مربوط می‌باشد (جدول ۲).

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی ماده آلی، نیتروژن، اثر متقابل دوجانبه ماده آلی × نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر اصلی مس در سطح احتمال پنج درصد بر درصد خاکستر ریشه معنی‌دار بودند اما اثرهای متقابل دوجانبه ماده آلی × مس، مس × نیتروژن و اثر متقابل سه‌جانبه فاکتورهای



مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های درصد خاکستر ریشه نشان داد که استفاده از لجن فاضلاب درصد خاکستر ریشه را نسبت به شاهد افزایش داد. مصرف ۲۵۰ mg N/kg درصد خاکستر ریشه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش داد. بین سه سطح مس تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای از نظر اثر بر درصد خاکستر ریشه وجود داشت. با مصرف ۱۰ mg Cu/kg درصد خاکستر ریشه تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت اما با مصرف ۲۵۰ mg Cu/kg درصد خاکستر ریشه نسبت به شاهد و سطح ۱۰ mg Cu/kg به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۴). درصد خاکستر هیدروچار به عملکرد آن و میزان حل‌پذیری و خارج شدن عناصر از زیست‌توده بستگی دارد. بر همین اساس، درصد خاکستر بیش‌تر لجن فاضلاب در مقایسه با هیدروچار آن، احتمالاً به انحلال بیش‌تر آن و آزاد شدن عناصر معدنی در آن مربوط باشد. به‌طور کلی، درصد خاکستر ریشه (با میانگین کل ۲۵/۴) بیش‌تر از درصد خاکستر شاخساره (با میانگین کل ۱۶/۸) بود که می‌تواند ناشی از غلظت بیش‌تر عناصر غذایی در ریشه و رسوب ترکیب‌های آهن روی آن باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های شاخص کلروفیل، تعداد برگ‌ها و درصد خاکستر گیاه برنج و pH و EC خاک برای اثر اصلی عامل‌های مورد مطالعه

عامل	سطوح	تعداد برگ سالم	شاخص کلروفیل	pH خاک	EC خاک (dS/m)	خاکستر شاخساره (%)	خاکستر ریشه (%)
ماده آلی (g/kg)	شاهد	۸/۵۱ c	۷/۰۰ c	۷/۲۸ b	۱/۳۷ a	۱۴/۳۰ c	۱۹/۹۹ c
	لجن فاضلاب	۱۹/۲۹ a	۹/۰۱ a	۷/۸۱ a	۱/۰۶ b	۱۸/۶۳ a	۲۹/۷۷ a
	هیدروچار لجن فاضلاب	۱۳/۴۰ b	۷/۷۴ b	۶/۶۱ c	۰/۹۹ b	۱۷/۵۹ b	۲۶/۳۸ b
مس (mg/kg)	۰	۱۴/۸۳ a	۷/۴۶ b	۷/۲۸ a	۱/۱۲ b	۱۶/۵۲ b	۲۵/۴۶ ab
	۱۰	۱۴/۱۹ a	۷/۸۵ ab	۷/۳۹ a	۱/۰۲ b	۱۸/۱۶ a	۲۶/۴۱ a
	۲۵۰	۱۲/۱۸ b	۸/۴۴ a	۷/۰۴ a	۱/۲۹ a	۱۵/۸۴ b	۲۴/۲۸ b
نیتروژن (mg/kg)	۰	۹/۶۲ b	۴/۶۲ b	۷/۳۰ a	۱/۲۵ a	۱۴/۹۴ b	۲۱/۸۹ b
	۲۵۰	۱۷/۸۵ a	۱۱/۲۱ a	۷/۱۷ a	۱/۰۳ b	۱۸/۷۴ a	۲۸/۸۷ a

در هر عامل و هر ستون، اعدادی که یک حرف لاتین مشترک دارند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با مصرف لجن فاضلاب و هیدروچار آن به‌همراه ۲۵۰ mg N/kg، تعداد برگ سالم، شاخص کلروفیل و درصد خاکستر شاخساره و ریشه گیاه برنج نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار افزایش یافت؛ اگرچه میزان این افزایش در حضور لجن فاضلاب بیش‌تر از هیدروچار آن بود. مصرف ۲۵۰ mg Cu/kg نسبت به سطح صفر مس باعث کاهش معنی‌دار صفات مذکور شد. در هر دو شرایط آلوده و غیرآلوده به مس، مصرف لجن فاضلاب و هیدروچار آن به‌میزان ۱۰ g/kg و نیتروژن به‌میزان ۲۵۰ mg/kg می‌تواند در شرایط مشابه توصیه شود. باتوجه‌به اینکه مصرف هیدروچار موجب کاهش pH و EC خاک شد، می‌توان از این ماده به عنوان اصلاحگر در خاک‌های آهکی استفاده کرد با این حال لازم است پژوهش‌های بیشتری در این مورد در خاک‌های آهکی و قلیایی مناطق گرم و خشک ایران انجام شود. باتوجه‌به تفاوت شرایط گلخانه‌ای و شرایط مزرعه‌ای، پیشنهاد می‌شود این آزمایش در شرایط مزرعه‌ای و در یک خاک آلوده به مس نیز انجام شود. تحقیقات مختلف نشان داده است که هیدروچار می‌تواند بسیاری از ترکیبات آلی طبیعی و یا ترکیبات دارای منشأ انسانی را که ممکن است دارای اثرهای سمی باشند، جذب نماید؛ بنابراین استفاده از هیدروچار لجن فاضلاب با کاهش غلظت مس در بخش هوایی برنج می‌تواند اثر سمیت مس را کاهش دهد. بررسی ما نشان داد که مصرف کود نیتروژن با کاهش غلظت مس در بخش هوایی گیاه می‌تواند تحمل گیاه را در برابر سمیت مس افزایش دهد. همچنین نیتروژن با شرکت در ساختمان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سبب افزایش تشکیل این آنزیم‌ها و جaro شدن گونه‌های فعال اکسیژن در شرایط زیادی مس می‌شود.

منابع

- Abbasi, M., Najafi, N., Aliasgharzad, N. and Oustan, S. 2013. Effects of soil water conditions, sewage sludge, poultry manure and chemical fertilizers on the growth Characteristics and water use efficiency of rice plant in a calcareous soil. *Water and Soil Science*, 23 (1): 189-208.
- Alloway, B. J. 1995. *Heavy Metals in Soils*. 2nd. Chapman & Hall, UK. Pp: 354.



- Azimzadeh, Y., Najafi, N., Reyhanitabar, A. and Oustan, S. 2019. Investigation of properties of liquid and solid fractions of hydrochars produced from apple wood wastes at different temperatures and times of hydrothermal carbonization. 2019. Iranian Journal of Soil Research, 32(4): 493-510. (In Persian with English abstract).
- Fageria, N. K and Baligar, V. C. 2010. Response of common bean, upland rice, corn, wheat and soybean to soil fertility of an oxisol. Journal of Plant Nutrition, 20: 1279-1289.
- Hseu, Z.Y. and Huang, C.C. 2005. Nitrogen mineralization potentials in three tropical soils treated with biosolids. Chemosphere, 59: 447-454.
- Marschner, H. 2003. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, USA.
- Mohammadnejad, A., Najafi, N. and Nishabouri, M.R. 2015. Effects of three types of organic fertilizers on the growth characteristics and water use efficiency of corn at different levels of soil compaction. Journal of Soil Management and Sustainable, 5 (2): 25-47.
- Najafi, N. and Mardomi, S. 2012. The effects of waterlogging, sewage sludge and manure on the growth characteristics of sunflower in a sandy loam soil. Journal of Water and Soil, 25(6): 1264-1276. (In Persian with English abstract).
- Novak, J. A., Spokas, K. A., Cantrell, K. B., Ro, K. S., Watts, D. W., Glaz, B., Busscher, W. J., Hunt, P. G. 2014. Effects of biochars and hydrochars produced from lignocellulosic and animal manure on fertility of a Mollisol and Entisol. Soil Use and Management, 30: 175-181.
- Wang, Y., Hu, Y., Zhao, X., Wang, S. and Xing, G. 2013. Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence time. Energy and Fuel, DOI: 10.1021/ef400972



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of Sewage Sludge-Derived Hydrochar and Nitrogen on Leaf Chlorophyll Index, Leaves Number and ash content of Rice and pH and EC of a Cu-Spiked Soil under Greenhouse Conditions

Abdolmaleki^{*1}, E., Najafi², N. Reyhanitabar³, A.

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

³ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

Abstract

The present study was conducted to investigate the effect of sewage sludge-derived hydrochar, N fertilizer and Cu contamination on leaf chlorophyll index, leaves number, and ash percentage of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Gohar shoot and root, and pH and EC of a calcareous Cu- spiked soil. A greenhouse experiment was performed in a factorial combination based on completely randomized design with three replications and three factors of organic matter at three levels (control, 10 g sewage sludge and 10 g sewage sludge hydrochar per kg soil), N at two levels (0 and 250 mg/kg soil as urea), and Cu at three levels (0, 10 and 250 mg/kg soil as CuSO₄.5H₂O). The results showed that the highest leaf chlorophyll index, leaves number, and ash percentage of shoot and root were observed at 10 g sewage sludge/kg, 250 mg N/kg and no-Cu condition. The lowest values of these attributes were obtained in the no-organic matter and no- N under Cu contaminated condition. The pH and EC of the soil decreased, while the chlorophyll index, number of leaves and ash percentage of rice root and shoot increased by hydrochar application. Therefore, with regard to acid pH and nutrient concentration of hydrochar, it is possible to use sewage sludge hydrochar as fertilizer and amendment in calcareous soils. Generally, application of 10 g sewage sludge or its hydrochar and 250 mg N per kg of Cu contaminated and uncontaminated soil can be recommended for optimal growth of rice under greenhouse conditions.

Keywords: Copper, Hydrochar, Urea, Rice, Sewage Sludge

* Corresponding author, Email: abdolmalekielnaz@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مدیریت تغذیه گیاه: راهکاری برای مدیریت مصرف انرژی در گلخانه و تعدیل تنش گرمایی

مجید بصیرت^{۱*}، سید مجید موسوی^{۱*} و مجید عباسپور^۱^۱ موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

هر ساله گلخانه‌داران هزینه‌های بالایی بابت مصرف انرژی در فصول سرما و گرما پرداخت می‌کنند. از این رو همواره اتخاذ راهکارهایی که بتوانند علاوه بر حفظ کیفیت مطلوب عملکردی باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی شوند مورد توجه بوده است. با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و سیلیسیلیک اسید (۰ و ۴ در هزار) بر روی برخی شاخص‌های عملکرد خیار در شرایط تنش گرما، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی در گلخانه اجرا گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهای ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید در ترکیب با سطوح ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، بیشترین اثر گذاری را بر روی تعداد کل خیار در گلدان، وزن خیار در گلدان، تعداد خیار سالم و بازارپسندی خیار تولید شده داشتند. اگرچه تیمار ذکر شده با تیمارهای ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید از نظر تعداد خیار سالم و بازارپسندی خیار فاقد اختلاف معنی‌داری بود. بیشترین اثرگذاری بر روی زودرسی خیار نیز به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید اختصاص داشت. نکته‌ی قابل توجه اثر مثبت تیمارهای اعمال شده بر روی کاهش تعداد خیارهای بی‌کیفیت بود به طوری که بیشترین اثرگذاری به تیمار ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید به صورت جداگانه و در ترکیب با ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اختصاص داشت. نتایج به دست آمده از این تحقیق تأیید کننده‌ی بخشی از این ادعاست که مدیریت تغذیه‌ای راهکاری کارآمد و ارزان در مدیریت تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدیریت تغذیه گیاه، مدیریت مصرف انرژی، تنش گرمایی، خیار.

مقدمه

عوامل ژنتیکی، محیطی و آثار متقابل آنها رشد و نمو گیاهان را به طور معناداری تحت تأثیر قرار می‌دهند به طوری که از این عوامل به عنوان عوامل تعیین‌کننده‌ی رشد و نمو گیاهان یاد می‌شود. از عوامل محیطی مطرح در این زمینه می‌توان عوامل اقلیمی (دما، رطوبت، نور، بارش و باد)، عوامل غیر اقلیمی (وضعیت تغذیه‌ای، وضعیت تهویه‌ای و گازها، آفات، بیماری‌ها و رقابت با علف‌های هرز) و روش‌های مدیریت و میزان نهاده‌های آلی و غیرآلی مصرفی را نام برد. هر گونه تغییر در شدت و کمیت عامل غیر زیستی که منجر به تغییر در فرم نرمال فیزیولوژیکی گیاه^۱ می‌گردد، تحت عنوان تنش معرفی می‌شود. از دیدگاه اکولوژیکی، به هر فشار بیرونی که عملکرد و راندمان تولیدی گیاه را به زیر پتانسیل ژنتیکی آنها تنزل دهد، تنش گفته می‌شود. تنش، بازتابی از انجام غیرطبیعی فرآیندهای فیزیولوژیکی بوده که از تأثیر جداگانه یا هم‌زمان عوامل زیستی و محیطی مختلف بروز می‌کند. تنش‌های محیطی به عوامل محدودکننده‌ی رشد و نمو گیاهان اتلاق شده که خود به دو دسته‌ی تنش‌های زنده^۲ و غیر زنده^۳ تقسیم می‌شوند. تنش‌های زنده شامل آفات و بیماری‌ها بوده و از تنش‌های غیرزنده می‌توان تنش‌های خشکی، شوری، دماهای بالا و پایین و کمبود یا بیشبود عناصر غذایی را نام برد. یکی از تنش‌های مهم و مطرح در گروه تنش‌های غیرزنده، تنش دمایی بوده که عبارتست از تنشی که در دماهای بالاتر از ۴۰ درجه و نیز کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس اتفاق افتاده و سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژن در اندام‌های مختلف سلولی از جمله کلروپلاست، میتوکندری و پراکسی‌زوم‌ها شده (Navort و همکاران، ۲۰۰۷) و انتقال الکترون فتوسنتزی و تثبیت گاز کربنیک را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. گونه‌های فعال اکسیژن بسیار مخرب بوده و باعث صدمه به پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و دزوکسی‌ریبونوکلیک‌اسید شده و در نهایت منجر به مرگ سلولی می‌شود. با مدیریت تغذیه‌ی معدنی گیاهان می‌توان، توانایی آنها را برای سازگاری با شرایط نامطلوب زیست‌محیطی افزایش داد (Waraich و همکاران، ۲۰۱۲).

* ایمیل نویسنده مسئول: majid62mousavi@gmail.com ؛ majid_basirat@yahoo.com

^۱ - physiological normal type
^۲ - biotic
^۳ - abiotic

استفاده از ترکیبات مختلف سیلیسیومی و نیز سالیسیلیک اسید برای بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی مورد توجه محققین قرار گرفته است. سیلیسیم اساساً به شکل اسید مونوسیسیلیک، Si(OH)_4 ، برای گیاهان قابل استفاده بوده و غلظت معمول آن در آب خاک ۰/۱ تا ۰/۶ میلی‌مولار می‌باشد (Epstein and Bloom, 2005). مکانیسم‌های دخیل در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های خشکی و دما توسط سیلیسیوم شامل جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و فیزیکی می‌باشند. سیلیسیم به‌طور موضعی به عنوان یک سیگنال در بروز پاسخ‌های دفاعی طبیعی هم در دولپه‌ای‌ها و هم در تک لپه‌ای‌ها از طریق تحریک فعالیت آنزیم‌های کیتیناز، پروکسیداز، پلی‌فنول‌اکسیداز و یا به وسیله‌ی افزایش تولید ترکیبات فنولی، ترکیبات ضد میکروبی و سیگنال‌های تنش سیستمیک (سالیسیلیک اسید، جاسمونیک اسید و اتیلن) عمل می‌کند (Ghanmi و همکاران، ۲۰۰۴). مصرف سیلیسیم، کارایی مصرف آب را از طریق کاهش تعرق برگ و سرعت جریان آب در آوند چوبی افزایش داده (Gao و همکاران، ۲۰۰۶)، جذب و انتقال آب در گیاه در شرایط خشکی را تسهیل کرده (Hattori و همکاران، ۲۰۰۷) و تنش اکسیداتیو را از طریق تنظیم فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در تنش‌های خشکی و دمایی کاهش می‌دهد (Gong و همکاران، ۲۰۰۵).

سالیسیلیک اسید ترکیبی فنولی بوده که آثار مثبت آن در مقابله با تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی گزارش شده است. این ترکیب در کنترل فرایندهای مهم نظیر فتوسنتز، متابولیسم نیتروژن، متابولیسم پرولین، سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی و رابط آب گیاه در شرایط تنش و از این‌رو محافظت از گیاهان در برابر تنش‌های غیرزیستی را سبب می‌شود (Khan و همکاران، ۲۰۱۳؛ Miura و Tada، ۲۰۱۴) که یکی از این تنش‌های غیرزیستی تنش گرمایی می‌باشد (Khan و همکاران، ۲۰۱۳). سالیسیلیک اسید بسته به سطح غلظتی اعمال شده آثار متفاوتی از مقاومت به تنش را در گیاهان تیمار شده نشان داده است. برای مثال در سطوح غلظتی ۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید گزارش شده که به ترتیب باعث بهبود و ممانعت از رشد گیاه *Matricaria Chamomilla* شد (Kovacic و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر سطح غلظتی سالیسیلیک اسید مصرفی، مدت زمان تیمار، گونه گیاهی، سن و اندام گیاهی تحت تیمار نیز در درجه و نوع تأثیر سالیسیلیک اسید بر رشد گیاه نقش دارند (Miura و Tada، ۲۰۱۴). مطالعات مولکولی اخیر نشان داده‌اند که سالیسیلیک اسید می‌تواند بسیاری از جنبه‌ها را در گیاهان در سطح ژن کنترل کرده و از این طریق مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی را ارتقاء دهد (Jumali و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به اهمیت جایگاه استفاده از تکنیک‌های ارزان و کارآمد و دوستدار کاربر و مهمتر از همه نقش هر دو سر سود در کنترل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، هدف مطالعه‌ی حاضر پتانسیل‌سنجی استفاده از تکنیک مدیریت تغذیه‌ای در خیار گلخانه‌ای تحت تنش گرمایی با استفاده از سطوح سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر به روش کشت گلخانه‌ای در بستر کشت کوکوپیت (به صورت هیدروپونیک) و بر اساس طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. بعد از کشت بذرها در خیار در گلدان‌های ۴ کیلوگرمی کودآبیاری روزانه بر اساس نیازهای مراحل مختلف رشد و به تعداد دفعات ۳ بار در هر روز انجام گرفت. محلول‌های ساخته شده برای کودآبیاری دارای pH حدود ۵/۸ و قابلیت هدایت الکتریکی ۱/۸-۲/۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. شرایط گلخانه از نظر دمایی (۲۴-۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز و حدود ۱۸ درجه در شب)، نور (۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس و حدود ۱۷ ساعت نوردهی در شبانه‌روز) و رطوبت (۵۰ تا ۷۰ درصد) بر اساس نیازهای خیار کنترل و اعمال گردید. مراقبت از گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها در طول رشد با دقت انجام گرفت. بعد از رسیدن گیاه به مرحله فاز زایشی و تولید میوه، سیستم سرمایشی گلخانه خاموش و دمایی محیط گلخانه بر روی ۳۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. عملیات محلول‌پاشی با سطوح مختلف سالیسیلیک اسید (در سه سطح ۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و سیلیسیلیک اسید (در دو سطح ۰ و ۴ در هزار) در ۴ مرحله و به فاصله‌ی هر ۴ روز یک بار محلول‌پاشی انجام گرفت. در طی مراحل محلول‌پاشی عملیات برداشت خیار و ثبت داده‌های عملکردی از نظر تعداد خیار در گلدان، وزن خیار در گلدان، تعداد خیارهای صاف و بازارپسند، تعداد خیارهای ناصاف و بدشکل، زودرسی خیار در گلدان‌ها و شاخص بازارپسندی اندازه‌گیری و محاسبات مربوطه انجام گرفت و مجموع داده‌های عملکردی ثبت شده برای انجام محاسبات آماری مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای اعمال شده به طور معنی‌داری داده‌های عملکردی خیار را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید بر روی عملکرد خیار در تنش گرمایی.

منبع تغییرات	تعداد کل خیار در گلدان	وزن کل خیار در گلدان	تعداد کل خیار سالم در گلدان	تعداد کل خیار بدشکل در گلدان	درصد خیار بدشکل در گلدان	عملکرد بازارپسند	زودرسی
میانگین مربعات	۲۰/۳۷**	۴۵۰۸۶۹/۳۰*	۲۴/۴۶**	۲/۲۲*	۰/۰۵*	۴۹۷۶۸۵/۳۲**	۷۰۹۰۹/۱۴**
درجه آزادی	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
خطا	۳/۵۶	۲۰۸۳۳/۵۴	۴/۷۲	۱/۵۵	۰/۰۱	۲۳۷۲۴/۱۳	۱۰۳۴۵/۵۷
ضریب تغییرات	۹/۳۵	۷/۶۵	۱۱/۴	۷/۰۸	۸/۸۱	۸/۶۳	۱۸/۴۹

* معنی دار در سطح ۵ درصد و ** معنی دار در سطح یک درصد.

نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید بر روی شاخص‌های عملکردی مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس اطلاعات ارائه شده مشاهده می‌شود که تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید با حدود ۳۹/۲۴ درصد افزایش معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد (تیمار بدون محلول‌پاشی سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید) بالاترین افزایش در تعداد کل خیار در گلدان را سبب شد که با تیمارهای ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید فاقد اختلاف معنی‌داری بود. بیشترین عملکرد اندازه‌گیری شده با حدود ۷۸/۷۵ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید اتفاق افتاد که تنها با تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید فاقد اختلاف معنی‌داری بود.

تیمارهای اعمال شده به طور معنی‌داری تعداد کل خیار در گلدان را افزایش دادند که بیشترین اثرگذاری بر روی این فاکتور به تیمارهای ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اختصاص داشت. یکی از مهمترین فاکتورهای مورد اندازه‌گیری در این آزمایش تعداد و درصد خیار بدشکل در هر گلدان متأثر از تیمارهای اعمال شده بود. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارهایی که هیچ‌گونه سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسیدی دریافت نکرده بودند (تیمار شاهد) از بالاترین تعداد خیار بد شکل و درصد خیار بدشکل برخوردار بودند. نکته‌ی جالب توجه عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار مذکور با تیمارهای ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید و تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود. سالیسیلیک اسید بسته به سطح غلظتی اعمال شده آثار متفاوتی از مقاومت به تنش را در گیاهان تیمار شده نشان می‌دهد. Kovacic و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید در سطوح غلظتی ۵۰ و ۲۵۰ میکرومولار به ترتیب باعث بهبود و ممانعت از رشد گیاه *Matricaria Chamomilla* می‌شود. همچنین، Nazar و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که سطوح ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید فتوسنتز و رشد *Vigena radiate* را افزایش داد اما در سطح غلظتی یک میلی‌مولار باعث متوقف شدن رشد طبیعی و نرمال گیاه شد. بنابراین، اینگونه برداشت می‌شود که سطح بالای سالیسیلیک اسید مصرفی (۱ میلی‌مولار) چه در ترکیب با سیلیسیلیک اسید و چه به صورت جداگانه، نتوانسته باعث کاهش معنی‌دار تعداد و درصد خیار بدشکل شود که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. محلول‌پاشی سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید در شرایط تنش گرمایی اعمال شده به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد بازارپسندی خیار شدند. بالاترین عملکرد بازارپسندی به تیمارهای ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید (با حدود ۸۹/۸۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد)، ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید + ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید (با حدود ۸۷/۸۰ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) و تیمار ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید (با حدود ۷۳/۵۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) اختصاص داشت و سایر تیمارهای محلول‌پاشی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. تیمارهای ذکر شده از نظر اثرگذاری بر روی زودرسی محصول نیز تیمارهای برتر بودند که با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید بر روی عملکرد خیار در تنش گرمایی

تیمار	تعداد کل خیار در گلدان	وزن کل خیار در گلدان (گرم)	تعداد کل خیار سالم در گلدان	تعداد کل بدشکل در گلدان	درصد خیار بدشکل در گلدان	عملکرد بازارپسند (گرم در گلدان)	زودرسی (مجموع سه برداشت اول- گرم در گلدان)
SaA0-SiA4	۱۹/۳۳ ^{bc}	۱۹۹۷/۸ ^b	۱۹/۰۰ ^{ab}	۰/۳۳ ^c	۱/۰۶ ^c	۱۹۶۴/۰ ^a	۵۹۰/۳۳ ^{abc}
SaA0.5-SiA0	۲۲/۰۰ ^{ab}	۱۷۱۰/۰ ^c	۲۱/۳۳ ^a	۰/۶۷ ^{bc}	۱/۱ ^{bc}	۱۶۴۷/۷ ^b	۴۱۵/۵۰ ^{cd}
SaA0.5-SiA4	۲۱/۳۳ ^{ab}	۲۲۴۹/۸ ^{ab}	۲۱/۰۰ ^a	۰/۳۳ ^c	۱/۰۶ ^c	۲۲۱۵/۶ ^a	۷۵۲/۵۳ ^a
SaA1-SiA0	۱۷/۶۷ ^c	۱۶۹۸/۳ ^c	۱۶/۶۷ ^{bc}	۱/۰۰ ^{abc}	۱/۲۰ ^{abc}	۱۶۰۰/۶ ^b	۵۳۲/۰۰ ^{bc}
SaA1-SiA4	۲۳/۶۷ ^a	۲۳۴۵/۶ ^a	۲۱/۶۷ ^a	۲/۰۰ ^{ab}	۱/۲۶ ^{ab}	۲۱۴۹/۰ ^a	۶۶۸/۳۳ ^{ab}
شاهد	۱۷/۰۰ ^c	۱۳۱۲/۲ ^d	۱۴/۶۷ ^c	۲/۳۳ ^a	۱/۳۷ ^a	۱۱۳۱/۸ ^c	۳۴۲/۳۵ ^d

SaA0-SiA4: ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید؛ SaA0.5-SiA0: ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید؛ SaA0.5-SiA4: ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید؛ SaA1-SiA0: ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید؛ SaA1-SiA4: ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید؛ شاهد: بدون مصرف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید.

نتیجه گیری

یافته‌های این تحقیق نشان داد که سطوح مختلف سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید محلول پاشی شده در شرایط اعمال تنش گرمایی به طور معنی داری داده‌های رشد و عملکردی خیار را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. از میان تیمارهای اعمال شده بیشترین اثرگذاری در تقریباً تمامی شاخص‌های عملکردی مورد بررسی، به تیمار ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید+ ۴ در هزار سیلیسیلیک اسید اختصاص داشت. تیمار مذکور اگرچه از تیمارهای برتر از نظر افزایش تعداد و درصد خیار بدشکل بود اما میزان افزایش عملکرد و همچنین بازارپسندی محصول به حدی بود که این فاکتور نامطلوب را می‌توان نادیده گرفت. نکته‌ی جالب توجه دیگر نقش مصرف همزمان سیلیسیلیک اسید مصرفی و در ترکیب با سالیسیلیک اسید بود که در مقایسه با تیمارهای مصرف جداگانه، اثر قابل توجهی بر افزایش شاخص‌های عملکردی مورد مطالعه داشت. از آنجایی که محلول پاشی سالیسیلیک و سیلیسیلیک اسید در شرایط خاموش بودن سیستم خنک‌کننده‌ی گلخانه و دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش معنی‌دار شاخص‌های عملکردی را سبب شد اینگونه دریافت می‌شود که بکارگیری تکنیک مورد استفاده در این تحقیق به عنوان گزینه‌ای از استراتژی مدیریت تغذیه‌ای برای کنترل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، با هدف اصلی صرفه‌جویی در مصرف انرژی در گلخانه می‌تواند پیشنهاد شود.

منابع

- Epstein, E. and Bloom, A. J. 2005. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives Sunderland, MA: Sinauer Associates; 2005.
- Gao, X., Zou, C., Wang, L. and Zhang, F. 2006. Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1637–1647.
- Ghanmi, D., McNally, D. J., Benhamou, N. and Belanger, R. R. 2004. Powdery mildew of *Arabidopsis thaliana*: a pathosystem for exploring the role of silicon in plant-microbe interactions. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 64:189-199.
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S. And Zhang, C. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169, 313–321.
- Hattori, T., Sonobe, K., Inanaga, S., An, P., Tsuji, W., Araki, H., Eneji, A.E. and Morita, S. 2007. Short term stomatal responses to light intensity changes and osmotic stress in sorghum seedlings raised with and without silicon. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 177–182.
- Jumali, S. S., Said, I. M., Ismail, I. and Zainal, Z. 2011. Genes induced by high concentration of salicylic acid in '*Mitragyna speciosa*'. *Australian Journal of Crop Science*, 5, 296–303.
- Khan, M. I. R., Iqbal, N., Masood, A., Per, T. S. and Khan, N. A. 2013. Salicylic acid alleviates adverse effects of heat stress on photosynthesis through changes in proline production and ethylene formation. *Plant Signaling & Behavior*. 8:e26374. doi: 10.4161/psb.26374.
- Kováčik, J., Grúz, J., Baėkor, M., Strnad, M. and Repcák, M. 2009. Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. *Plant Cell Reports*, 28, 135–143. doi:10.1007/s00299-008-0627-5.
- Miura, K. and Tada, Y. 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. *Frontiers*



- in Plant Science, 5, 4. doi:10.3389/fpls.2014. 00004.
- Navrot, N., Rouhier, N., Gelhaye, E. and Jacquot, J. P. 2007. Reactive oxygenspecies generation and antioxidant systems in plant mitochondria. *Physiol Plant*, 129, 185–195.
- Nazar, R., Iqbal, N., Syeed, S. and Khan, N. A. 2011. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 168, 807–815. doi:10.1016/j.jplph.2010.11.001.
- Waraich, E. A., Ahmad, R., Halim, A. and Aziz, T. 2012. Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (2), 221-244.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Plant nutrition management technique: a strategy for managing of energy consumption in greenhouse and alleviating of heat stress

Majid Basirat^{*1}, Seyed Majid Mousavi^{*1} and Majid Abaspour¹

¹ Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Each year, greenhouse-owners pay high energy costs in the cold and hot seasons. Therefore, it has always been a matter of attention applying strategies that can save energy in addition to maintaining the optimum yield. In order to investigate the influence of different levels of salicylic acid (SAA) (0, 0.5 and 1 Mm) and Silisilic acid (SIA) (0 and 4 per 1000) on some yield indexes of cucumber under heat stress condition, a research was conducted in greenhouse as completely randomized design. The obtained results showed that treatment of 4 per 1000 SIA+ 0.5 and 1 Mm SIA had the highest effect on total number of cucumber in pot, weight of cucumber in pot, number of safe cucumber in pot and marketable yield. Although, the mentioned treatment had no significant difference with 0.5 Mm SAA and 0.5 Mm SAA+ 4 per 1000 SIA in terms of the number of safe cucumber and marketable yield. Also, the highest effect on early yield of cucumber belonged to 0.5 Mm SAA+ 4 per 1000 SIA treatment. The notable point was the positive effect of the treatments on lowering the deformed (i.e. bad shaped) cucumber fruits, as 4 per 1000 SIA treatment separately and enriched with 0.5 Mm SAA has the highest effect. The obtained results confirm a part of the claim that plant nutrition management is an efficient and inexpensive strategy for managing different biotic and abiotic stresses.

Keywords: Plant Nutrition Management, Energy Consumption Management, Heat Stress, Cucumber.

* Corresponding author, Email: majid_basirat@yahoo.com ; majid62mousavi@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تأثیر عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی بر عملکرد کمی و کیفی اسانس در گیاه دارویی آویشن باغی

لقمان محمودی^۱، بهنام دولتی*^۲، امیر رحیمی^۳^۱ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه^۳ استادیار گروه علوم زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) گونه‌ای از گیاهان دارویی چند ساله و مقاوم به شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. این گیاه حاوی اسانس بوده و به دلیل داشتن خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی، کاربرد فراوانی در صنایع دارویی دارد. لذا به منظور بررسی اثرات عناصر آهن (Fe)، روی (Zn)، مس (Cu) و مواد هیومیکی (Hs) بر میزان عملکرد کمی و کیفی اسانس آویشن آزمایشی بصورت طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. آنالیز شیمیایی و شناسایی ترکیبات اسانس آویشن به روش استاندارد تعیین گردید. نتایج نشان داد که عملکرد اسانس در بوته و هکتار و همچنین ترکیبات شیمیایی آویشن باغی تحت تأثیر عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین میانگین عملکرد اسانس در بوته در تیمار Zn و Zn+Hs (۰/۷۹ گرم در هکتار) و کمترین میزان آن در نمونه شاهد (۰/۵۹ گرم در هکتار) مشاهده شد. ترکیبات غالب در آویشن کشت شده (تیمار شاهد) بترتیب شامل تیمول (۷۹/۵۴٪)، پی سیمین (۴/۷۸٪) و کارواکرول (۴/۵٪) و گاما ترپین (۱/۹۲٪) بودند که این مقادیر تحت تأثیر مصرف عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی تغییرات قابل توجهی را نشان دادند.

کلمات کلیدی: عناصر کم مصرف، مواد هیومیکی و ترکیبات اسانس

مقدمه

آویشن گیاهی خشبی و چند ساله در مناطق مختلف دنیا رشد می‌کند. این گیاه بومی منطقه غرب مدیترانه و جنوب ایتالیا بوده و دارای برگ‌های کوچک، متقابل و بدون نوک و بدون دم برگ هستند، که پوشیده از کرک‌های خاکستری رنگ و حاوی اسانس می‌باشد. گفتنی است پیکر رویشی آویشن از بوی مطبوعی برخوردار است که ناشی از وجود اسانس است (Yağmur و همکاران، ۱۹۹۲). اسانس‌ها بعنوان سومین گروه از مواد موثره موجود در گیاهان را تشکیل می‌دهند و از نظر ترکیب شیمیایی همگن نیستند، بلکه به صورت ترکیبات مختلفی مشاهده می‌شوند. به‌طور کلی از گروه شیمیایی موسوم به ترپن‌ها هستند و یا منشا ترپنی دارند. این ترکیبات معمولاً از بو و مزه تندتری برخوردارند و وزن مخصوص آن‌ها اغلب از آب کمتر است. اسانس‌ها در سلول‌ها و کرک‌های ترش‌ی منفرد یا مجتمع، غده‌های ترش‌ی، مجاری ترش‌ی در قسمت‌های سطحی و درونی اندام‌های مختلف: برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها، جوانه‌ها و شاخه‌های گیاهان وجود دارند. اسانس‌ها از نظر کمیت و کیفیت و همچنین اجزا و عناصر تشکیل دهنده، از اندامی به اندام دیگر تفاوت دارند. از این رو، یکی از مهم‌ترین مسائل گیاهان دارویی، مطالعه و تحقیق در مورد اسانس موجود در اندام‌های مختلف یک گیاه و مقایسه آن‌ها از نظر کمیت و کیفیت با یکدیگر است.

اسیدهیومیک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول، مقاومت گیاهان به خشکی، بهبود نگهداری مواد غذایی، ثابت نگهداشتن pH و کاهش شست‌وشوی کودی به‌کار گرفته شود (Abedi and Pakniyat, 2010; Mishra and Srivastava, 1988). مصرف برگی فولویک اسید نیز رایج بوده و ورود عناصر کم مصرف از سطح برگ به داخل گیاه را تسهیل می‌نماید. محلول‌پاشی عناصر کم مصرف توأم با فولویک اسید باعث کمپلکس شدن عناصر شده و عملکرد کمی و کیفی محصولات را افزایش می‌دهد (Aiken et al., 1985). عناصر کم‌مصرف در صورت کمبود در گیاهان گاهی به عنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد عمل می‌کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آن‌ها را مشخص می‌سازد. یکی از روش‌های مرسوم تغذیه گیاهی نسبت به عناصر کم مصرف استفاده از روش محلول‌پاشی می‌باشد. اثرات مثبت محلول‌پاشی انواع عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در بسیاری از مواد اعم از

گیاهان زراعی و باغی به اثبات رسیده است. لذا محلول‌پاشی به عنوان یک روش مناسب و کارا، نه تنها عناصر غذایی را به طور مستقیم در اختیار بخش‌های مختلف گیاهان قرار می‌دهد، بلکه احتمال تثبیت این عنصر در خاک‌های آهکی را نیز کاهش می‌دهد. با استناد به این امر که کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک‌های زراعی ایران به ویژه در خاک‌های آذربایجان غربی که ناشی از ضعف مواد آلی و آهکی بودن خاک است، استفاده از این عناصر برای رشد گیاهان به ویژه گیاه دارویی آویشن حائز اهمیت است. لذا این تحقیق با هدف بررسی تاثیر برخی عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی بر میزان عملکرد کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی آویشن باغی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بصورت مزرعه ای در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد. قلمه‌های ریشه‌دار شده ابتدا برای سازگاری بیشتر با شرایط مزرعه به بسترهای حاوی خاک و ماسه که در داخل لیوان‌های یکبار مصرف تهیه شده و در نیمه دوم تیرماه پس از انجام شخم و دیسک، نشاءها در زمین اصلی و در کرت‌هایی نشاءکاری و بلافاصله آبیاری انجام شد. این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل شاهد و محلول‌پاشی با آهن، روی و مس و مواد هومیکی و اثرات تلفیقی آنها (۲ و ۴ تایی) با غلظت ۳ در هزار انجام گردید. محلول‌پاشی عناصر کم مصرف در دو مرحله به فاصله دو هفته از هم در سال دوم انجام شد. در سال دوم و در ۵۰ درصد گلدهی اقدام به برداشت کل اندام هوایی گردید. در این مرحله بعد از گلدهی کامل اندازه‌گیری میزان اسانس با استفاده از دستگاه کلونجر^۱ صورت گرفت. جهت جداسازی و شناسایی ترکیبات موجود در اسانس ابتدا توسط هگزان نرمال رقیق سازی و سپس به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) تزریق گردید. در نهایت با استفاده از برنامه حرارتی مناسب جداسازی اجزای تشکیل دهنده آنها انجام شد. اسانس‌ها به طور جداگانه به دستگاه کروماتوگراف گازی متصل و به طیف سنج تزریق شدند و طیف‌های جرمی اجزای تشکیل دهنده هر یک از اسانس‌ها و کروماتوگرام‌های مربوطه حاصل شد. درصد نسبی هر یک از ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس با توجه به سطح زیر منحنی آنها در کروماتوگرام محاسبه شد.



شکل ۱. نمایی از مزرعه مورد آزمایش

نتایج و بحث

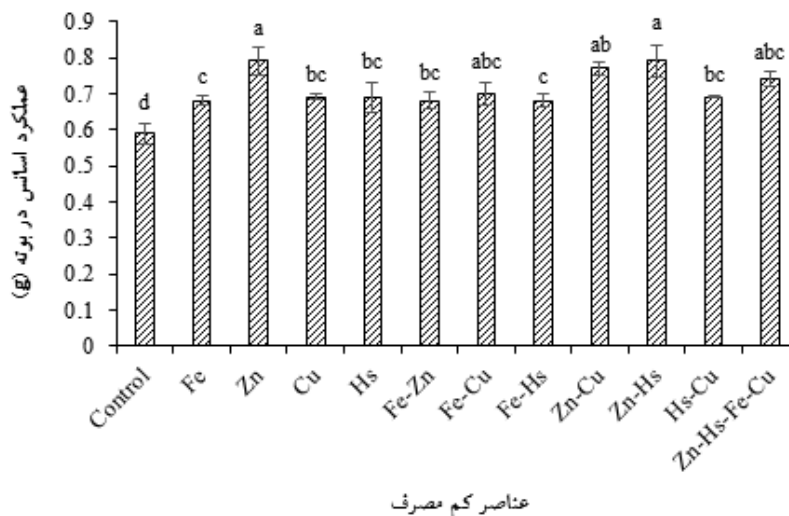
برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک مورد مطالعه با مقدار پتاسیم خوب، فسفر کم، آهن و روی قابل استفاده در محدوده بحرانی و مقدار مس زیاد ارزیابی شد. مقادیر کمبود عناصر بر اساس آزمون خاک و حد بحرانی آنها و همینطور نیتروژن براساس میزان ماده آلی بصورت سرک به خاک اضافه شد. از آنجائیکه محدودیت جذب عناصر غذایی کم مصرف با وجود pH و رس زیاد و همینطور حضور آهک در خاک مورد مطالعه باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی محصول می شود لذا مصرف عناصر کم مصرف به صورت

^۱ - Clevenger

محلول پاشی می تواند عملکرد محصول را افزایش دهد. تجزیه واریانس نشان داد اثر بلوک بر عملکرد اسانس در بوته و در هکتار غیرمعنی دار ولی اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بیشترین عملکرد اسانس در بوته با میانگین ۰/۷۹ گرم مشترکاً در تیمار با Zn و Zn+Hs تعلق داشت. محلول پاشی ترکیبی با عناصر Zn+Cu با میانگین ۰/۷۷ گرم در بوته در رتبه سوم قرار گرفت. نمونه شاهد با میانگین ۰/۵۹ گرم اسانس در بوته دارای کمترین میزان اسانس بود و سایر تیمارها با اختلاف معنی دار دارای اسانس بیشتری نسبت به شاهد بودند. در بین تیمارها نیز محلول پاشی با Fe و Fe+Hs کمترین میزان اسانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۱).

اگرچه مقدار متابولیت‌های ثانویه تحت کنترل ژن‌هاست ولی با وجود این غلظت و تجمع آن‌ها تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی و تغذیه‌ای است و چنانچه اشاره گردید بیشترین عملکرد اسانس در تیمارهای تلفیقی با هیومیک اسید به دست آمد. در توجیه افزایش عملکرد اسانس در بوته در نتیجه مصرف عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی می‌توان اظهار کرد که این مواد با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتز

گیاه (Delfine et al., 2005) و در نتیجه تولید فرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود و چون اسانس‌ها از گروه شیمیایی ترین‌ها بوده و به این دلیل که گلوکز به عنوان پیش ماده مناسب در سنتز اسانس و به ویژه منوترپن‌ها مطرح هست، فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی ارتباط مستقیمی با تولید اسانس دارد (برغمندی و نجفی، ۱۳۹۴). همچنین اسید هیومیک از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزاء تشکیل دهنده اسانس حضور دارند، موجب افزایش میزان اسانس پیکر رویشی می‌گردد. Khazaie و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی نشان دادند که میزان اسانس بخش هوایی، تعداد برگ و بیوماس گیاهی در گیاه زوفا تحت تاثیر اسید هیومیک به طور معنی داری افزایش یافت. اسدی و همکاران (۱۳۹۱)، در تحقیقی نشان دادند که اثر اسید هیومیک بر عملکرد اسانس، وزن تر و خشک تک بوته و شاخص کلروفیل نعنای لعلی معنی دار شد. Rao and Rajput (۲۰۱۱) افزایش ۴۵ درصدی در میزان اسانس تحت محلول پاشی گیاهان دارویی با عناصر کم مصرف را گزارش نمودند. بیشترین میزان اسانس در محلول پاشی منفرد مربوط به تیمار Zn بود این یافته‌ها برخلاف نتایج گوهری و همکاران (۱۳۹۲) بود که گزارش نمودند مقادیر مختلف Zn باعث کاهش عملکرد و درصد اسانس گیاه ریحان نسبت به شاهد می‌شود.



شکل ۱. مقایسه میانگین عملکرد اسانس آویشن تحت تاثیر عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	پ.هاش رس	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	روی
pH	Clay	CCE	OC	N	P	K	Fe	Cu	Zn
۷/۷	۲۹	۱۶/۲۵	۰/۵۴	۰/۰۱۵	۹/۵	۲۲۵	۶/۸	۱/۴	۰/۱۶۵
					mg kg ⁻¹				
					%				
لوم رسی شنی									

مهمترین ترکیبات شیمیایی در اسانس گیاه آویشن باغی تعیین شد. ترکیبات غالب در آویشن کشت شده (تیمار شاهد) بترتیب شامل تیمول^۲ (۷۹/۵۴٪)، پی سیمین^۳ (۴/۷۸٪) و کارواکرول^۴ (۴/۵٪) و گاما ترپین^۵ (۱/۹۲٪) بودند که این مقادیر تحت تاثیر مصرف عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی تغییرات قابل توجهی را نشان دادند. جدول ۲ تغییر ترکیبات اسانس آویشن باغی را تحت تاثیر مصرف عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی نشان می دهد.

جدول ۲- تغییر مقادیر عمده ترکیبات اسانس آویشن باغی تحت تاثیر مصرف عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی

Essential Oils	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
p-Cymene	4.78	3.52	6.47	5.86	7.89	3.97	4.49	4.09	5.48	4.11	6.76	6.39
Gamma-Terpinene	1.92	2.29	1.90	5.71	5.28	2.72	2.52	3.05	4.02	0.91	1.53	1.29
Thymol	79.5	79.1	76.0	73.1	71.0	78.0	77.1	76.9	75.0	70.8	67.9	67.9
Carvacrol	4.50	4.05	4.07	4.29	3.72	4.31	3.96	3.70	4.13	5.09	5.17	5.85
	92.56	90.38	89.98	90.58	89.68	90.50	90.66	89.31	90.17	84.58	84.27	84.05

1-Control; 2- Fe; 3- Cu; 4- Zn; 5- Hs; 6-Fe+Hs; 7- Hs+Cu; 8- Fe+Cu; 9- Fe+Zn; 10- Zn+Hs; 11-Zn+Cu; 12-Zn+Hs+Fe+Cu

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد عناصر کم مصرف و مواد هیومیکی می تواند عملکرد اسانس و ترکیبات شیمیایی آویشن باغی را در بوته و هکتار تحت تاثیر قرار دهد بطوریکه تیمار Zn و Zn+Hs موثرترین تیمار در افزایش و عامل تغییر در میزان اسانس تعیین شد.

منابع

- برغمدی، ک. و، نجفی، ش. ۲۰۱۵. تأثیر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های کمی و اسانس گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.). نشریه علوم باغبانی، ۳۹(۳): ۳۲۱-۳۴۱.
- اسدی رحمانی، هادی، خواوازی، کاظم، اصغرزاده، احمد، رجالی، فرهاد، افشاری، میترا. ۱۳۹۱. کودهای زیستی در ایران: فرصت ها و چالش ها. پژوهش های خاک (علوم خاک و آب): ۲۶(۱): ۷۷-۸۷.
- غلامرضا، گوهری، محمد باقر، حسن پور اقدم، محمدرضا، دادپور، مهدی، شیردل. ۱۳۹۲. تأثیر محلول پاشی سطوح مختلف روی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش شوری. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای، ۴(۳): ۱۵-۲۴.
- Abedi, T. and Pakniyat, H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech J. Genet. Plant Breed, 46(1), 27-34.
- Aiken, G. R., 1985. Humic substances in soil, sediment, and water: geochemistry, isolation, and characterization.

2 - Thymol
3 - p-Cymene
4- Carvacrol
5- Gamma-Terpinene



- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for sustainable Development*, 25(2), 183-191.
- Khazaie, H.R., Rezaie, E.E., and Bannayan, M. 2011. Application times and concentration of humic acid impact on aboveground biomass and oil production of hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 5148-5154.
- Mishra, B., and Srivastava, L.L. 1988. Physiological properties of has isolated form major soil associations of Bihar. *Soil Science*. 36: 1-89.
- Rao, B.R. and Rajput, D.K. 2011. Response of palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats. Var. motia Burk.) to foliar application of magnesium and micronutrients. *Industrial crops and products*, 33(2), 277-281.
- Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African Journal of Biotechnology*, 7(13)



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition, Greenhouse cultivation

Effect of micronutrients and humic substance on quantitative and qualitative function of essential oil in thyme medicinal herb

Mahmoudi¹, L., Dovlati², B., Rahimi, A.³

¹ Graduated M. Sc. Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

³ Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Urmia, Iran

Abstract

Garden Thyme (*Thymus vulgaris* L.) is a species of perennial medicinal herb and resistant to adverse environmental conditions. This herb contains essential oils and has an antibacterial and anti-fungal effect, is widely used in the pharmaceutical industry. So, In order to investigate the effect of Iron (Fe), Zinc (Zn), Cupper (Cu) and Humic substance (Hs) on quantitative and qualitative function of thyme essential oil, an experiment was conducted as a completely randomized design in three replications. Chemical analysis and identification of thyme essential oil compounds were determined by standard method. The results showed that essential oil yield in per plant and hectare, as well as chemical compounds of thyme, was significantly affected by micronutrient and humic substance. The highest and lowest yield of mean essential oil per plant was observed in Zn and Zn+Hs (0.79 g.ha-1) and the control treatments (0.59 g.ha-1) respectively. The dominant components in cultivated thyme (control) were Thymol (79.54%), Pheidine (4.78%), Carvacrol (5.5%) and Gamma thrpine (1.92%) respectively, which showed significant changes due to the use of micronutrient and humic substances.

Keywords: Micronutrients, Humic Substance, Essential oil compounds.

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر آب غنی شده بر غلظت و جذب عناصر کم مصرف در ذرت علوفه ای

بابک خیامباشی^{۱*}، علی اصغر شهبابی^۱، حمید ملاحسینی^۱، سید کمال الدین علامه^۲

^۱ استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
^۲ استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

در این مطالعه تأثیر آب غنی شده و کود شیمیایی بر غلظت و مقدار برداشت عناصر آهن، روی، مس و منگنز در گیاه ذرت علوفه‌ای بررسی گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل آبیاری با آب چاه، آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی قزل آلا، آبیاری با آب چاه به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک؛ آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک؛ آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی به مقدار ۵۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک بود. نتایج نشان داد که استفاده از آب استخر به تنهایی یا با کود شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز در گیاه ذرت نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین بالاترین برداشت عناصر کم‌مصرف مورد بررسی نیز در تیمار آب استخر همراه با کود شیمیایی مشاهده شد. بنابراین استفاده از آب خروجی استخر پرورش ماهی برای تولید ذرت سبب جذب بیشتر عناصر کم مصرف شده و بازده کود مصرفی را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

کلمات کلیدی: آب غنی شده، عناصر غذایی کم مصرف، جذب، ذرت علوفه‌ای، پرورش ماهی

مقدمه

جهان در حال ورود به مرحله نوینی از توسعه است و کشورهای مختلف سعی در پیشی گرفتن در این مرحله را دارند. نگرانی در مورد چگونگی تولید غذای پایدار برای نسل‌های آینده یکی از شاخص‌های مهم در برنامه‌ریزی توسعه کشورها می‌باشد. استفاده از منابع مختلف موجود در طبیعت به‌منظور تولید و تهیه غذا برای جوامع انسانی، عوارضی را نیز به بار آورده است. دست‌کاری و دخالت انسان در اکوسیستم‌های جهان باعث افزایش سطح رفاه و توسعه اقتصادی شده است ولی این دستاوردها هزینه‌های سنگینی را در زمینه کاهش بسیاری از سودرسانی‌های اکوسیستمی، افزایش خطر و بدتر شدن فقر برای برخی از گروه‌های مردم به همراه داشته است. اگر این مشکلات برطرف نشوند، سبب کاهش چشمگیر در بهره‌وری نسل‌های آینده از اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی خواهند شد (فرهمندی و همکاران ۲۰۱۵). امروزه مدیریت و حفاظت آب نه‌تنها در کشورهای در حال توسعه، بلکه در کشورهای توسعه‌یافته نیز دارای اهمیت بالایی است. کشاورزی اثرات زیست محیطی قابل توجهی در منابع طبیعی ایجاد می‌کند. تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های قابل کشت، شسته شدن مواد مغذی و استفاده از مواد شیمیایی خطرات زیست محیطی شدیدی ایجاد می‌کند. با ادامه روند کنونی مصرف آب و محدودیت تأمین آب از منابع تجدید پذیر آب چالش مهمی برای برنامه‌های توسعه پایدار به‌منظور تأمین امنیت غذایی خواهد بود. تجارب کشورهای مختلف نشان داده است که آبی‌پروری می‌تواند به امنیت غذای کشورها به‌خصوص کشورهای در حال توسعه کمک کند (قلی پور و همکاران ۱۳۸۳). از سوی دیگر خاک‌ها نیز دارای ذخیره‌ای طبیعی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشند، اما حجم زیادی از این عناصر به‌صورت غیر قابل استفاده برای گیاه می‌باشند و نمی‌توانند تمامی نیازهای گیاه را فراهم سازند. بنابراین کودها برای تأمین عناصر غذایی که مقدار آنها در خاک کافی نیست، طراحی شدند. طبیعت و خصوصیات کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیکی متفاوت بوده و هر نوع کود دارای اثرات مثبت و منفی از لحاظ تأثیر بر رشد گیاه و حاصلخیزی خاک می‌باشد (بابایی، ۱۳۹۱). در این میان چاه‌های آب کشاورزی همانند رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تجدیدشونده می‌باشند که اهمیت بسیاری در تأمین آب آشامیدنی، حفظ حیات صنعتی و تأمین آب کشاورزی دارند. بنابراین مدیریت و کنترل کیفیت این منابع آب از اهمیت

* ایمیل نویسنده مسئول: BKHAYAM@Yahoo.com



ویژه‌ای برخوردار است (علامه و همکاران، ۲۰۱۵، Bilen و همکاران ۲۰۱۵). یوسفی (۱۳۸۰) تأثیر آب خروجی استخرهای پرورش ماهی بر حاصلخیزی خاک مزارع و اثرات کمی و کیفی آن در رشد و عملکرد گونه‌های زراعی شامل گندم، یونجه و سیب‌زمینی را در منطقه کردستان بررسی نمود. مقادیر نیترات، آمونیاک، فسفات و سختی کل آب بر اساس CaCO_3 در طی دوره روند صعودی نشان داد. در خاک کرت‌های آبیاری شده با آب خروجی استخر، به غیر از مقادیر کلرور، پتاسیم قابل جذب و درصد اشباع سایر خصوصیات و املاح مورد اندازه‌گیری در طی دوره روند صعودی نشان دادند. فسفر قابل جذب در خاک این کرت‌ها در اواسط دوره به میزان قابل توجهی افزایش یافت لیکن در انتهای دوره به‌واسطه تشدید مصرف توسط گیاه و یا احتمالاً تثبیت به دلیل افزایش pH در خاک کرت‌های آبیاری شده با آب خروجی استخر مقدار آن کاهش یافت. وی گزارش نمود که آب خروجی استخر پرورش ماهی را می‌توان یک نوع کود آلی دانست که دارای عناصر ارزشمندی مانند نیتروژن، فسفر و کلسیم و همچنین مواد آلی بوده و علاوه بر نقش تغذیه‌ای در خاک می‌تواند مانند سایر کودهای آلی در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک نقش داشته و در نتیجه در افزایش حاصلخیزی خاک مؤثر باشد (یوسفی، ۱۳۸۰). با توجه به اثرات استفاده از آب غنی شده در استخرهای آبی‌پروری و کافی نبودن بررسی‌های علمی در راستای اثرات مفید این منبع آبی، در این تحقیق به تأثیر آب غنی شده در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر غلظت و جذب عناصر کم مصرف در ذرت علوفه‌ای پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات علوم دامی گلپایگان در شهرستان گلپایگان واقع در ۱۸۷ کیلومتری غرب اصفهان انجام گرفت. این ایستگاه دارای یک استخر سیمانی مخزنی به مساحت 16×22 متر با ظرفیت ۲۵۰۰۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و ۹ استخر سیمانی دیگر هر کدام به ابعاد $3/1 \times 2/2 \times 20$ متر می‌باشد. در این مطالعه، استخرها به میزان ۸۵ قطعه ماهی در مترمربع با میانگین وزنی ۱۰ گرم با سه تکرار ماهیدار شدند. طول دوره پرورش ۶ ماه در نظر گرفته شد. مقدار و دفعات خوراک‌دهی بر اساس وزن توده ماهی در هر استخر و نیز دمای آب بر اساس توصیه متخصص شیلات صورت گرفت. آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار طراحی و در محل ایستگاه تحقیقاتی گلپایگان به اجرا درآمد. تیمارهای طرح به شرح زیر بود: تیمار اول (T1): آبیاری با آب معمولی (چاه)، بدون مصرف هرگونه نهاده به‌عنوان کود، تیمار دوم (T2): آبیاری با آب معمولی (چاه) به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، تیمار سوم (T3): آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی، بدون مصرف هرگونه نهاده به‌عنوان کود، تیمار چهارم (T4): آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، تیمار پنجم (T5): آبیاری با آب خروجی از استخر پرورش ماهی به همراه مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۵۰ درصد توصیه بر اساس آزمون خاک. به این ترتیب تعداد کرت‌های آزمایشی ۱۵ و سطح هر کرت ۳۰ مترمربع بود. در طول دوره آزمایش از آب آبیاری (خروجی از چاه و از استخر پرورش ماهی) طی هشت نوبت نمونه‌برداری شد. در هر نوبت هدایت الکتریکی (EC)، pH، غلظت عناصر آهن، روی، مس و منگنز اندازه‌گیری شد. همچنین جهت اندازه‌گیری برخی خصوصیات خاک قبل از کشت از هر تکرار و در زمان برداشت از عمق صفر تا ۳۰ مربوط به هر کرت (به‌روش نمونه‌برداری مرکب) نمونه‌برداری شد. بافت خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC)، میزان آهک، pH گل اشباع، کربن آلی عناصر غذایی کم مصرف در نمونه‌های خاک در هر دو مرحله اندازه‌گیری گردید. نمونه علوفه خشک مورد نیاز در آزمایشگاه از طریق برداشت از سطح ۵ مترمربع از هر کرت و توزین میزان علوفه تر، تعیین درصد رطوبت تهیه شد. غلظت عناصر غذایی آهن، روی، مس و منگنز در اندام هوایی از روش هضم تر و به‌وسیله دستگاه جذب اتمی مدل پراکین المر تعیین گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام شد. جهت مقایسه میانگینها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش قبل و برخی خصوصیات شیمیایی پساب مورد استفاده در طول دوره رشد ذرت به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه گردیده است. بر اساس این نتایج بافت خاک در دو عمق لومی بوده و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در دو عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی‌متری به ترتیب معادل ۱/۸ و ۱/۹ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. خلاصه نتایج بررسی آماری پارامترهای مورد ارزیابی نیز در جدول ۳ آمده است. نتایج مقایسه میانگین پارامترهای مورد بحث بر اساس روش دانکن برای تیمارهایی که از نظر آماری معنی‌دار بوده‌اند



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



نیز در شکل‌های ۱ تا ۸ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش، میانگین غلظت آهن، روی، مس و منگنز به ترتیب معادل ۱۱۴، ۵۰/۸۷، ۸۷/۸۷ و ۱۵/۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش قبل از کشت و در زمان برداشت

زمان	عمق	پ-هاش	شوری	بافت خاک			کربن آلی	آهک	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
				٪	٪	٪								
قبل از کشت	۰-۱۰	۷/۳	۱/۹	۲۶	۳۹	۳۵	۰/۸	۳۱	۱۶	۳۲۰	۵/۹	۰/۸	۱/۰	۹/۴
پس از برداشت	۰-۱۰	۷/۴	۱/۸	۲۶	۳۹	۳۵	۰/۹	۳۳	۱۸	۲۸۵	۶/۳	۰/۹	۱/۲	۱۰/۴

جدول ۲: نتایج اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های شیمیایی مربوط به نمونه‌های آب آبیاری مورد استفاده در طول دوره رشد ذرت

تعداد روز پس از کاشت	EC	pH	آهن	روی	مس	منگنز
	ds m ⁻¹		میلی‌گرم بر کیلوگرم	میلی‌گرم بر کیلوگرم	میلی‌گرم بر کیلوگرم	میلی‌گرم بر کیلوگرم
۰	۱/۵۰۰	۷/۷	۰	۰	۰	۰/۲
۱۰	۱/۱۰۰	۸/۱	۲	۰/۷	۰	۰/۱
۳۰	۱/۱۵۰	۷/۸	۴	۰/۲	۰/۱	۰/۷
۴۰	۱/۱۳۰	۷/۶	۰	۰	۰	۰
۵۰	۱/۲۵۰	۷/۹	۳	۰/۸	۰/۵	۰/۴
۶۰	۱/۲۰۰	۷/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۲	۰/۸
۷۰	۱/۳۳۰	۸/۱	۲/۱	۲/۱	۰	۰/۲
۸۰	۱/۱۷۰	۷/۸	۲/۶	۰	۰/۲	۰
۹۰	۱/۲۴۰	۷/۷	۴/۶	۲/۳	۰/۳	۰/۷

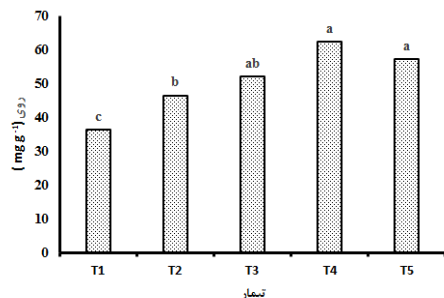
جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) غلظت (میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مقادیر عناصر برداشت‌شده (کیلوگرم بر هکتار) در ذرت علوفه‌ای

درجه آزادی	آهن	روی	مس	منگنز	برداشت آهن	برداشت روی	برداشت مس	برداشت منگنز
۲	۳۴۵/۸۰	۱۴/۴۷	۲/۶۰	۱۲۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۷
۴	۵۴۷/۸۳*	۳۰۴/۷۷**	۳۸/۵۷*	۴۸۲/۴۳**	۰/۵۲**	۰/۱۶**	۰/۰۱**	۰/۳۶**
۸	۱۴۶/۱۳	۲۷/۹۷	۶/۰۲	۳۲/۴۸	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱
	۱۰/۶۰	۱۰/۴۰	۱۵/۷۲	۶/۴۹	۹/۶۹	۱۱/۳۶	۱۶/۹۲	۸/۲۱

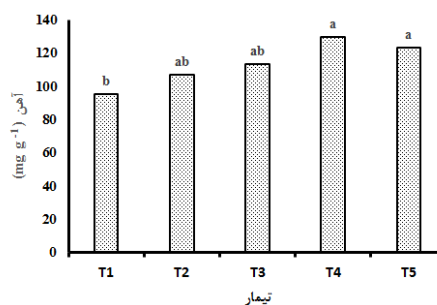
** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

نتایج مشخص نمود که مقدار آهن در گیاه ذرت در تیمارهای T2، T1 و T3 تفاوت معنی داری نداشته و تنها در تیمارهای آب استخر همراه با کود شیمیایی سبب افزایش معنی دار آن در گیاه شده است (شکل ۱). این یافته نشان می دهد که استفاده از آب استخر به تنهایی و یا با کود شیمیایی می تواند غلظت آهن را در گیاه افزایش دهد. نتایج تجزیه آب استخر نیز وجود آهن را نشان می دهد. در خصوص غلظت روی مشخص شد گیاهان در تیمار شاهد کمترین میزان روی را داشته و استفاده از کود شیمیایی سبب افزایش معنی دار آن در گیاه شده است (شکل ۲). نتایج نشان می دهد که استفاده همزمان از آب استخر همراه با کود شیمیایی سبب افزایش معنی دار غلظت آن در گیاه شده است. اگرچه تجزیه آب استخر نشان دهنده روی در آن می باشد ولی استفاده از آن به تنهایی سبب افزایش معنی داری نسبت به تیمار کود شیمیایی نشده است. هر چند می توان نتیجه گرفت که استفاده از آب استخر در این مورد می تواند جایگزین مناسبی برای کود روی باشد. در خصوص عنصر مس بالاترین غلظت در تیمار آب استخر و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳). مصرف کود شیمیایی همراه با آب استخر تأثیری در میزان غلظت نداشته در حالی که با کاهش میزان مصرف کود شیمیایی غلظت به طور معنی داری کاهش یافته است. در این خصوص به نظر می رسد که نیاز به تحقیقات بیشتری می باشد. بررسی نتایج منگنز نیز بیانگر تأثیر نسبتاً مشابه با روی می باشد (شکل ۴). هر چند عدم اختلاف معنی دار بین تیمار دوم و سوم می تواند بیانگر امکان جایگزینی آب استخر بجای کود شیمیایی می باشد.

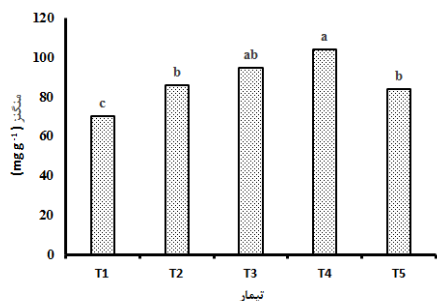
همچنین نتایج نشان داد که تیمارها در برداشت عناصر میکرو توسط ذرت علوفه ای تأثیر معنی داری داشت. مقدار میانگین برداشت عناصر آهن، روی، مس و منگنز توسط ذرت به ترتیب معادل ۱/۴۱، ۰/۶۳، ۰/۱۹ و ۱/۰۹ کیلوگرم بر هکتار بوده است. Roosta و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیق خود بر توت فرنگی گزارش نمودند که غلظت عناصر کم مصرف در تیمار پساب استخر بسیار بیشتر از شرایط هیدروپونیک می باشد. نتایج مقدار برداشت عناصر آهن، روی، مس و منگنز نشان دهنده این است که در کلیه عناصر بیشترین برداشت عنصر توسط گیاه در تیمار آب استخر همراه با کود شیمیایی (بر اساس توصیه موسسه خاک و آب) بوده و کمترین برداشت در تیمار شاهد مشاهده شده است. در تمام عناصر فوق میزان برداشت توسط گیاه در تیمار آب استخر و کود به طور معنی داری بیش از آب چاه و کود بوده است (شکل های ۵ تا ۸). مهم ترین دلیل این مسئله بالاتر بودن عملکرد در این تیمار بوده است. Geisenhoff و همکاران نیز در سال ۲۰۱۶ در تحقیق خود گزارش نمودند که در کاهو نیز مصرف پساب استخر تولید آبیان سبب افزایش برداشت عناصر کم مصرف و پرمصرف در گیاه شد. بر اساس نتایج پساب حاصل از استخر تقریباً غلظت عناصر میکرو در ذرت را معادل استفاده از آب چاه و کود افزایش دهد. با توجه به افزایش عملکرد حاصل از آب استخر، عدم تفاوت بین این دو شرایط بیانگر تأثیر بسیار زیاد آب استخر بر جذب این عناصر است. نتایج برداشت این عناصر نشان می دهد تیمار آب استخر و تیمار آب چاه و کود اختلافی نداشته اند. این امر مؤید این موضوع است که به خوبی می توان آب استخر را جایگزین آب چاه همراه با کود شیمیایی نمود. بیشتر بودن برداشت عناصر میکرو در تیمار آب استخر با کود نیز نشان دهنده بالاتر بودن راندمان مصرف کود شیمیایی همراه با خروجی استخر باشد.



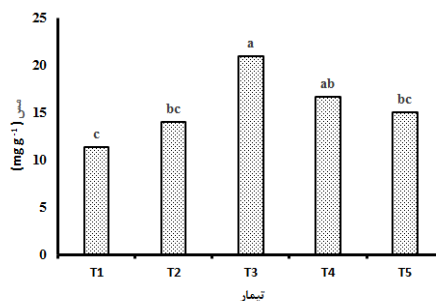
شکل ۲: تأثیر تیمارها بر غلظت روی در گیاه ذرت



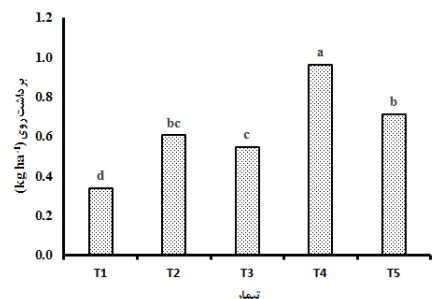
شکل ۱: تأثیر تیمارها بر غلظت آهن در گیاه ذرت



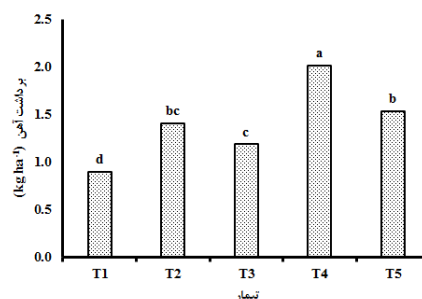
شکل ۴: تأثیر تیمارها بر غلظت منگنز در گیاه ذرت



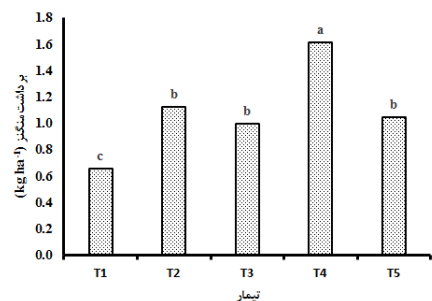
شکل ۳: تأثیر تیمارها بر غلظت مس در گیاه ذرت



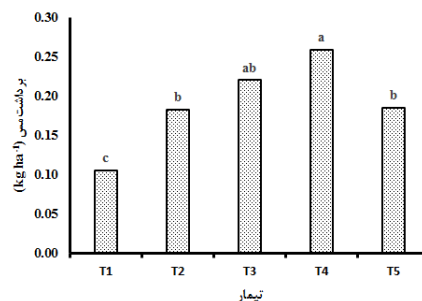
شکل ۶: تأثیر تیمارها بر مقدار برداشت روی توسط گیاه ذرت



شکل ۵: تأثیر تیمارها بر مقدار برداشت آهن توسط گیاه ذرت



شکل ۸: تأثیر تیمارها بر مقدار برداشت منگنز توسط گیاه ذرت



شکل ۷: تأثیر تیمارها بر مقدار برداشت مس توسط گیاه ذرت

نتیجه گیری

با توجه به نتایج غلظت عناصر و نیز میزان برداشت عناصر از خاک توسط گیاه ذرت نشان داد که آب استخر پرورش ماهی به خوبی می تواند جایگزین استفاده از آب چاه همراه با کود شیمیایی گردد. از سوی دیگر مصرف کود شیمیایی همراه با آب استخر سبب افزایش راندمان مصرف کود می گردد. این نکته بیانگر کاهش اتلاف کود و نیز افزایش تولید با هزینه کمتر است. همچنین می توان با استفاده دو منظوره از آب ضمن تولید ماهی از آب برای تولید محصول بیشتر نیز بهره جویی نمود. استفاده از این آب به واسطه تأمین عناصر کم مصرف نه تنها موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول می شود بلکه موجب ایجاد منبع درآمد جدیدی برای کشاورزان می شود. با استفاده از آب غنی شده در اثر پرورش آبزیان می توان راندمان مصرف کود را نیز افزایش داد. بنابراین پیشنهاد می شود کشاورزان در صورتی که شرایط آب چاه به گونه ای باشد که امکان تولید ماهی داشته باشد اقدام به



احداث استخرهای تولید ماهی نموده و از پساب آن برای آبیاری مزارع استفاده نمایند. در این بین باید توجه شود که در فواصل مشخص از آب استخر نمونه برداری شده و مورد تجزیه شیمیایی قرار گیرد و بر اساس شرایط آن در صورت لزوم از کودهای شیمیایی استفاده شود.

منابع

- بابایی، ه. ۱۳۹۱. ارزیابی پساب خروجی مزارع سرد آبی پرورش و تأثیر آن بر مزارع کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.
- علامه؛ سید کمال‌الدین؛ آذربایجانی م. محمدی و آخوندی ع. ۲۰۱۵. بررسی امکان جایگزینی کرم خاکی (*Eisenia fetida*) به جای پودر ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علمی شیلات ایران. ۳(۳): ۶۷-۵۹
- فرهمندی، وفا، توکمه چی، احمدی فرد، سروی مغانلوئی، ملک زاده ویایه ک. ۲۰۱۵. کاهش آثار زیست‌محیطی پساب قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با استفاده از فناوری بیوفلوک. نشریه محیط زیست طبیعی. ۶۸(۲): ۲۴۷-۲۵۵.
- قلی پور، ف.، علامه، س. ک.، استکی، ع. ع. و توکلی، ا. ۱۳۸۳. پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استخرهای سیمانی با استفاده از آب چاه و دستگاه هواده. شماره فروست ۸۳/۵۹۵، ۶۷ صفحه.
- یوسفی، ب. ۱۳۸۰. بررسی اثر آب خروجی استخرهای دو منظوره بر حاصلخیزی خاک و محصولات کشاورزی (گندم، یونجه و سیب‌زمینی) در منطقه قروه کردستان. پژوهش و سازندگی، ۳(۳): ۱۴-۴۶-۵۳.
- Afsharipoor S, Roosta Hr. 2010. Effect of different planting beds on growth and development of strawberry in hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Plant Ecop.* 2: 61-66.
- Bilen, S., Bilen A.M. and Önal U. 2015. The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 14(3) 538-545.
- Geisenhoff Luciano O., Jordan Rodrigo A., Santos Rodrigo C., Oliveira Fabricio C. De., Gomes Eder P. 2016. Effect of different substrates in aquaponic lettuce production associated with intensive tilapia farming with water recirculation systems. *Engenharia Agrícola.* 36(2): 291-299.
- Roosta Hr., Afsharipoor S. 2012. Effects of different cultivation media on vegetative growth, ecophysiological traits and nutrients concentration in strawberry under hydroponic and aquaponic cultivation systems. *Advances in Environmental Biology.* 6(2): 543-555.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The impact of enriched water on concentration and uptake of micro nutrient in silage corn

Khayambashi B. ^{*1}, Shahabi A. A. ¹, Molahoseini H. ¹, Alameh S. K. ²,

¹ Assistant Prof., soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

² Assistant Prof., Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

The impact of enriched water was investigated on concentration and uptake of Iron, Zinc, Copper and Manganese by silage corn. The experiment was conducted in a randomized complete block design with five treatments and three replications. The treatments were included: irrigation with well water; irrigation with water from the fish breeding farm; Wells water with the use of fertilizers based on soil test; irrigation with drainage water from the fish farm and fertilizer application based on soil test and irrigation with drainage water from the fish farm with 50% of fertilizers based on soil test recommendation. The outcomes illustrated that the use of drainage water from the fish farm with and without fertilizer increased the concentration of Iron, Zinc, Copper and Manganese compare the control treatment. Moreover, the highest uptake of micronutrients was observed in corn when the drainage water from the fish farm applied with fertilizer for irrigation. Therefore, the use of drainage water from the fish farm for silage corn production increased the absorption of micronutrients and ultimately increased the efficiency of fertilizer consumption, dramatically.

Key words: Enriched water, micronutrients, Uptake, Silage corn, Fish breeding

* Corresponding author, Email: BKHAYAM@Yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارزیابی مزرعه‌ای کاربرد مقادیر مختلف کمپوست پسماند شهری بر غلظت سرب، کادمیوم، نیکل و کروم خاک و اسفناج

محسن سیل‌سپور^{۱*}، حمید ملاحسینی^۲

^۱ عضو هیات علمی بخش تحقیقات کشت‌های گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

^۲ عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

به منظور مطالعه اثر سطوح مختلف کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج، یک پژوهش مزرعه‌ای با طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار کاربرد کمپوست پسماند شهری (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ تن در هکتار) انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک موجب افزایش غلظت کل سرب، کادمیوم، نیکل و کروم نسبت به تیمار شاهد شد. هم چنین کاربرد کمپوست پسماند شهری موجب افزایش معنی‌دار غلظت سرب، کادمیوم، نیکل و کروم اندام هوایی اسفناج نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج این پژوهش هم چنین نشان داد که بین غلظت کل فلزات سنگین در خاک و غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج همبستگی معنی‌دار وجود دارد. مدل رگرسیونی غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در اندام هوایی اسفناج با غلظت کل این فلزات در خاک از مدل خطی و مدل رگرسیونی غلظت کل کروم خاک با غلظت کروم اندام هوایی اسفناج از مدل درجه ۲ پیروی می‌کرد. تغییرات غلظت کادمیوم اندام هوایی اسفناج با افزایش غلظت کل این فلز در خاک (شیب معادله رگرسیون غلظت کل فلز کادمیوم در خاک با غلظت کادمیوم اندام هوایی اسفناج) در مقایسه با فلزات سنگین سرب و کروم شدیدتر بود که نشان از تحرک‌پذیری بیشتر و انتقال شدیدتر این عنصر از خاک به اندام هوایی اسفناج داشت.

کلمات کلیدی: اندام هوایی، رگرسیون، فلزات سنگین، همبستگی،

مقدمه

در سال‌های اخیر سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (F.A.O) طرح توسعه نظام‌های تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی را برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد نموده است. بر اساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی به همراه منابع آلی و بیولوژیک (مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک) نتایج مطلوبی در افزایش بازده تولید فرآورده‌های کشاورزی داشته که خود می‌تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد (بدران و صفوت، ۲۰۰۴). یکی از منابع کودهای آلی، کمپوست پسماند شهری است. مشخص شده است که کمپوست پسماند شهری به‌عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه با توان مناسب و با ارزش، می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب بخشی از کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار و کشت آلی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (سومار و همکاران، ۲۰۰۳). علیرغم اثرات مثبت کمپوست پسماند شهری، متأسفانه در مواردی مشاهده شده است که کاربرد این کود باعث افزایش محتوای فلزات سنگین در خاک می‌گردد. به‌عنوان مثال در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری در یک خاک آهکی در چین، افزایش غلظت کادمیوم خاک مشاهده شد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۶). در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری به خاک در استرالیا، افزایش غلظت نیکل خاک مشاهده شده است (وارمان و همکاران، ۲۰۰۴). عنصر سرب نیز یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های کمپوست زباله می‌باشد و در اثر کاربرد این نوع کمپوست، شاهد افزایش غلظت سرب در خاک خواهیم بود (وارمان و شان، ۲۰۰۴). نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست، غلظت کروم در محصول اسفناج افزایش داشت، به گونه‌ای که غلظت کروم از ۰/۰۵۹ میلی‌گرم در کیلوگرم

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: mseilsep@yahoo.com



در تیمار شاهد به ۰/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلسپور، ۱۳۹۲) که کمی بیش از حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران ۱۳۸۴). در مورد روابط کمی و همبستگی غلظت کل فلزات سنگین ناشی از کاربرد کمپوست پسماند شهری با غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی محصولات سبزی و صیفی از جمله اسفناج، اطلاعات چندانی در دست نیست. به همین منظور، این پژوهش با هدف اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج و تعیین معادلات رگرسیونی همبستگی غلظت کل فلزات سنگین ناشی از کاربرد کمپوست پسماند شهری با غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج در خاک های آهکی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی مصرف سطوح مختلف کمپوست زباله شهری تهران بر جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، در یک خاک آهکی با بافت لومی رسی آزمایشی مزرعه‌ای با ۶ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف کاربرد کمپوست پسماند شهری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ تن در هکتار با رطوبت ۲۲ درصد وزنی) بود. قبل از کاشت، از خاک محل اجرای آزمایش نمونه‌برداری مرکب به‌عمل آمده و ویژگی های خاک از جمله غلظت فلزات سنگین کل خاک روش‌های متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین شد (علی‌احیایی، ۱۳۷۲). عملیات کاشت در نیمه دوم شهریور ماه با رقم اسفناج برگ پهن ورامین انجام شد. هر کرت شامل سه خط، هر خط کاشت بطول سه متر، فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط پنج سانتی‌متر بود. تراکم کشت ۳۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. برداشت در ۲۸ شهریور انجام شد. غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵). هم‌چنین غلظت کل فلزات سنگین خاک پس از برداشت محصول نیز توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. معادلات همبستگی غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با غلظت کل فلزات سنگین در خاک با استفاده از نرم افزار اکسل تعیین گردید. در این معادلات، غلظت فلز سنگین در اندام هوایی اسفناج به عنوان متغیر وابسته (Y) و غلظت کل فلز سنگین در خاک به عنوان متغیر مستقل (X) در نظر گرفته شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

مقدار	واحد	آزمایش
۱/۲	دسی زیمنس بر متر	هدایت الکتریکی
۷/۸	-	واکنش
۳۵	-	درصد اشباع
۰/۳۸	درصد	کربن آلی
۲۲	درصد	کربنات کلسیم معادل
۰/۰۴	میلی گرم در کیلوگرم	کادمیوم قابل جذب
۲/۰	میلی گرم در کیلوگرم	سرب قابل جذب
۰/۵۲	میلی گرم در کیلوگرم	نیکل قابل جذب
لومی رسی	-	بافت خاک

نتایج و بحث

اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج از نظر آماری معنی‌دار بود. اثر کمپوست پسماند شهری بر میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج در جدول ۲ آورده شده است. کاربرد ۵۰ تن کمپوست پسماند شهری در خاک موجب شد که غلظت کل سرب خاک از ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۱۸/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک برسد که موید افزایش ۸۱۰ درصدی غلظت سرب کل خاک نسبت به شاهد بود که با نتایج تحقیقات وارمان و شان (۲۰۰۴) مطابقت داشت. هم‌چنین کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت کادمیوم کل خاک از ۰/۰۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۰/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان‌دهنده افزایش ۸۱۵ درصدی نسبت به شاهد بود که با تحقیقات ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت. کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت نیکل کل خاک نیز از ۰/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۳/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان‌دهنده افزایش ۸۰۶ درصدی نسبت به شاهد بود که با تحقیقات



سیلیسپور (۱۳۹۲) مطابقت داشت. هم‌چنین کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت کروم کل خاک از ۳/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان دهنده افزایش ۱۶۰۵ درصدی نسبت به شاهد بود که با تحقیقات سیلیسپور (۱۳۹۲) مطابقت داشت.

جدول ۲: اثر کمپوست پسماند شهری بر میانگین غلظت کل فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج*

کمپوست پسماند (تن در هکتار)	سرب کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	سرب اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم	کادمیوم کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	کادمیوم اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم	نیکل کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	نیکل اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم	کروم کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	کروم اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم
۰	۲/۰۴	۰/۱۴۴	۰/۰۷۱۴	۰/۰۲۴	۰/۴۳۴	۰/۰۲۹۴	۳/۴۴	۰/۰۵۹۴
۱۰	۳/۶e	۰/۰۴۹e	۰/۱۲e	۰/۰۶e	۰/۷۳e	۰/۰۶۷e	۶/۱۲e	۰/۱۳e
۲۰	۵/۷d	۰/۰۸d	۰/۳۷d	۰/۱۶d	۱/۲d	۰/۱۱d	۲۱/۳d	۰/۲۲d
۳۰	۱۱/۱c	۰/۱۵c	۰/۴۲c	۰/۲c	۱/۹c	۰/۲۳c	۳۵c	۰/۳۵c
۴۰	۱۲b	۰/۱۹b	۰/۵۲b	۰/۲۸b	۲/۵b	۰/۲۸b	۴۵b	۰/۳۸b
۵۰	۱۸/۳a	۰/۲۸a	۰/۶۵a	۰/۳۲a	۳/۹a	۰/۳۵a	۵۸a	۰/۵۵a

*اعداد ارایه شده بر مبنای وزن تازه اندام هوایی اسفناج می باشند.

کاربرد کمپوست پسماند داد که در اثر مصرف کمپوست، غلظت سرب در محصول اسفناج افزایش داشت و از ۰/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلیسپور، ۱۳۹۲).

کاربرد ۵۰ تن در هکتار این ماده موجب شد تا غلظت کادمیوم در اندام هوایی اسفناج از ۰/۰۲ به ۰/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان دهنده ۱۵۰۰ درصد افزایش نسبت به شاهد بود. این میزان کادمیوم بیشتر از حداکثر غلظت مجاز (۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله، غلظت کادمیوم در محصول اسفناج افزایش یافت و از ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلیسپور، ۱۳۹۲). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شهری موجب افزایش معنی‌دار غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج گردید، به گونه‌ای که کاربرد ۵۰ تن در هکتار این ماده موجب شد تا غلظت سرب در اندام هوایی اسفناج از ۰/۱۴ به ۰/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان دهنده ۱۹۰۰ درصد افزایش نسبت به شاهد بود. این غلظت سرب، بیش از حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت سرب محصول می‌گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند موجب شد تا غلظت نیکل در اندام هوایی اسفناج از ۰/۲۹ به ۰/۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان دهنده ۹۱۷ درصد افزایش نسبت به شاهد بود. این مقدار نیکل در محصول، بیش از حداکثر مجاز نیکل در محصول اسفناج (۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت نیکل در محصول اسفناج افزایش داشت و از ۰/۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۱۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلیسپور، ۱۳۹۲). بین غلظت سرب خاک و غلظت سرب در محصول اسفناج همبستگی معنی‌دار وجود داشت (شکل ۱) که از رابطه غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۹۹ پیروی می‌کرد (رابطه ۱). هم‌چنین بین غلظت کادمیوم خاک و غلظت کادمیوم در محصول اسفناج نیز همبستگی معنی‌دار وجود داشت (شکل ۲) که ۰/۹۹ پیروی می‌کرد (رابطه ۲). بین غلظت نیکل خاک و غلظت نیکل در محصول اسفناج همبستگی معنی‌دار وجود داشت (شکل ۳) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیر خطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می‌کرد (رابطه ۳). نتایج هم‌چنین نشان داد که بین غلظت کروم خاک و غلظت کروم در محصول اسفناج همبستگی وجود دارد (شکل ۴) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می‌کرد (رابطه ۴).

$$Y = 0.016X - 0.013$$

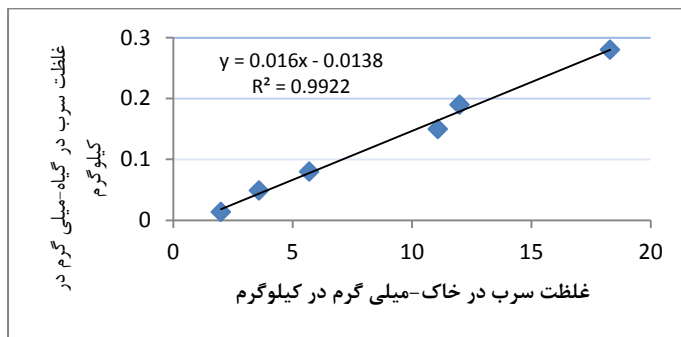
رابطه ۱

$$Y = 0.52X - 0.013$$

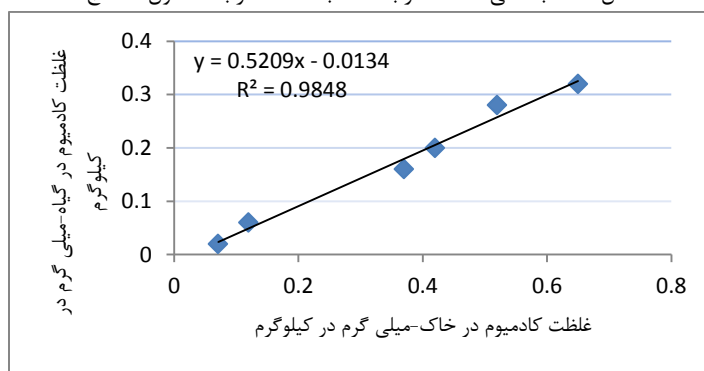
$$Y = -0.0019X^2 + 0.18X - 0.054$$

$$Y = 0.0087X - 0.027$$

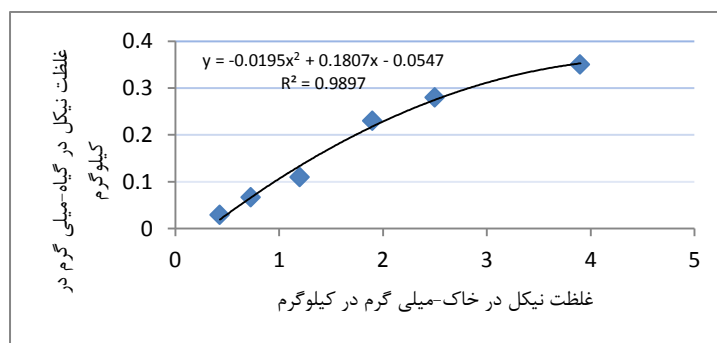
رابطه ۲
رابطه ۳
رابطه ۴



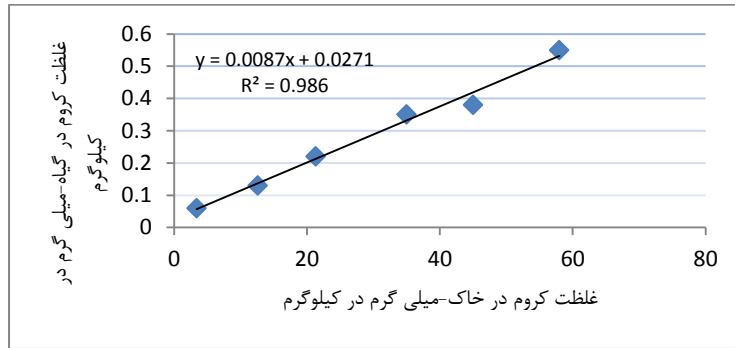
شکل ۱- همبستگی غلظت سرب خاک با غلظت سرب محصول اسفناج



شکل ۲- همبستگی غلظت کادمیوم خاک با غلظت کادمیوم محصول اسفناج



شکل ۳- همبستگی غلظت نیکل خاک با غلظت نیکل محصول اسفناج



شکل ۴- همبستگی غلظت کروم خاک با غلظت کروم محصول اسفناج

نتیجه گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک‌های آهکی با بافت لومی‌رسی، موجب افزایش غلظت کل فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج می‌گردد. هم چنین نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج تحت تاثیر غلظت فلزات سنگین در خاک است و با افزایش مصرف کمپوست پسماند شهری، غلظت فلزات سنگین در خاک افزایش می‌یابد و منتج آن، غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج نیز افزایش می‌یابد. مدل رگرسیونی غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در اندام هوایی اسفناج از مدل خطی و مدل رگرسیونی کروم از مدل درجه ۲ پیروی می‌کرد.



منابع:

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.
۲. سیلسپور، م. ۱۳۹۲. بررسی و تعیین اثرات کمپوست زباله و نیتروژن بر ویژگی های فیزیکیوشیمیایی خاک و خصوصیات کمی و کیفی اسفناج. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.
۳. صلحی، م.، ج. ملکوتی و س. سعادت. ۱۳۸۴. پراکنش و غلظت مجاز فلزات سنگین در چرخه حیات. نشریه فنی شماره ۴۷۰. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران
۴. علی احیایی، م.، و ع. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک، نشریه ۸۹۳، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۷ صفحه.
5. Badran, F. S. and Safwat. M. S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. Egyptian Journal of Agricultural Research, 82: 247-256.
6. Soumare, M., F. Tack and M. Verloo. 2003. Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. Waste Manag. 23, 517-522
7. Warman, P.R and V. Shan. 2004. Influence of source – separated MSW compost on vegetable crop growth and soil properties: year 3. In: Proceeding of the 8th Annual Meeting of the Composting Council of Canada, Ottawa, Ontario, November 3-5, pp. 263-273.
8. Warman, P.R., C. Murphy and J. Burnham. 2004. Soil and plant response to MSW compost applications on lowbush blueberry fields. in 2000 and 2001. Small Fruit Rev. 3 (1/2), 19–31.
9. Zhang, M., D. Heaney and B. Henriquez. 2006. A fouryear study on influence of biosolids/MSW cocompost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. Compost Sci. Util. 14 (1), 68



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Field evaluation of municipal solid waste compost on Lead, Cadmium and Chromium concentration of soil and spinach

Seilsepour^{*1}, M., Molahoseini², H

¹Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

¹Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

In order to study the effect of different levels of municipal waste compost on the concentration of heavy metals in the soil and aerial parts of spinach, a field experiment was conducted using a randomized complete block design with five treatments using urban waste compost (0, 10, 20, 30, 40 and 50 tons per hectare). The results of this study showed that application of municipal solid compost in soil increased the concentration of total concentration of lead, cadmium, nickel and chromium compared to control. Also, utilization of municipal waste compost significantly increased the concentration of lead, cadmium, nickel and chromium in the spinach aerial parts compared to control treatment. The results of this study also showed that there is a significant correlation between the total concentration of heavy metals in the soil and the concentration of heavy metals in the spinach aerial parts. The regression model of lead, cadmium and nickel concentrations in spinach aerial parts with the total concentration of these metals in soil was from the linear model and the regression model of total chromium concentration of soil with the chromium concentration of spinach aerial part of the second-degree model. Changes in the concentration of cadmium in the aerial parts of the spinach were increased by increasing the total concentration of the metal in the soil (slope of the regression equation of the total concentration of cadmium in the soil with the concentration of cadmium in the spinach aerial parts) compared with heavy metals of lead and chromium, which indicated more mobility and the more intense transfer of this element from the soil to the spinach aerial parts.

Keywords: Aerial Part, Correlation, Heavy Metals, Regression

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تاثیر خاک ورزی بر عملکرد ذرت دانه ای و کیفیت عناصر خاک تحت تاثیر کودهای آلی و شیمیایی

احمد قاسمی^{۱*}، حمیدرضا فنایی^۲، محمدرضا نارویی رادی^۳ و محمود محمدقاسمی^۴

۱، ۲، ۳ و ۴- اعضای هیات علمی بخش زراعی و باغی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

چکیده

آزمایشی شامل خاک ورزی به عنوان عامل اصلی در دو سیستم متداول و بی خاک ورزی و منابع کود: T0: شاهد، T1: کود سبز جو، T2: کود سبز جو همراه با مصرف کامل کود شیمیایی T3: کود سبز همراه دو سوم کود شیمیایی به جو و یک سوم باقی مانده به ذرت، T4: کود سبز همراه یک سوم کود شیمیایی به جو و دو سوم باقی مانده به ذرت، T5: کود سبز جو همراه مخلوط نصف کود دامی و شیمیایی و T6: کود سبز همراه ۴۰ تن کود دامی به عنوان عامل فرعی به صورت کرت های یک بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک اجرا گردید. نتایج نشان داد که خاک ورزی متداول منجر به افزایش معنی دار عملکرد دانه، درصد نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی خاک و سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت خاک شد. منابع کود باعث افزایش کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، درصد رطوبت خاک و کاهش pH و جرم مخصوص ظاهری خاک شد. براساس نتایج خاک ورزی متداول به همراه مخلوط نصف کود دامی، سبز و شیمیایی باعث پویایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کربن آلی و بهبود جرم مخصوص ظاهری و PH خاک گردید.

واژه های کلیدی: ذرت، خاک ورزی، کود دامی، کود شیمیایی، کود سبز، عناصر

مقدمه:

امروزه در اثر بهره برداری بیش از حد از زمین های کشاورزی و تغذیه گیاهان زراعی توسط کودهای شیمیایی بدون توجه به کودهای آلی در تغذیه خاک، وضعیتی به وجود آمده که خاک های کشاورزی ما جزء خاک های فقیر از مواد آلی محسوب، که این موضوع به کار گیری کود های سبز و دامی را در تناوب زراعی ایران ضروری می نماید (تاج بخش و همکاران، ۱۳۸۴). Nedzinskiene و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده کردند که میزان نیترات و عناصر غذایی حتی در مدت کوتاه دو ماه بعد از برگرداندن مواد آلی به خاک افزایش یافته است. گیاهان کود سبز به حاصلخیزی خاک کمک می کنند اما به همراه کود شیمیایی نیتروژن باعث عملکرد بیشتر و با کیفیت بهتر از طریق ایجاد تنوع در منابع غذایی ضروری گیاه و همچنین افزایش ظرفیت جذب ذرت می گردند (Fageria, 2007). کاربرد توأم کود شیمیایی و دامی علاوه بر کاهش میزان مصرف کود شیمیایی و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک سبب افزایش عملکرد دانه ذرت شد. همچنین کود دامی همراه با اوره، باز یافت نیتروژن و کارایی مصرف آن را بالا برد (Majidian et al., 2009). ترکیب مناسبی از کود دامی و معدنی می تواند تولید محصول و کمبود عناصر غذایی را بهبود بخشد (Dunjana et al., 2012). استفاده از کود آلی یک روش موثر افزایش کربن آلی خاک و فراهم آوری عناصر ریزمغذی برای محصولات در مقایسه با استفاده از کود شیمیایی به تنهایی می باشد (Lal, 2009). دیک و همکاران (Dick et al., 1992) گزارش کردند که غلظت نیتروژن در دانه و بقایا در سیستم بدون خاک ورزی کمتر از خاک ورزی متداول به دست آمد. خاک ورزی طولانی مدت بدون استفاده از کود آلی معمولاً منجر به کاهش در مقدار کربن آلی، نیتروژن کل خاک و کاهش عملکرد محصول می شود (Bhandari et al., 2002). کود سبز در کشور ما تنها در بعضی مناطق و در حد بسیار محدودی اعمال می گردد. کود های حیوانی نیز به طور صحیحی مصرف نمی شوند. این موجب نقش بسیار ناچیز کودهای آلی در افزایش حاصلخیزی و اصلاح خاک های کشور می گردد (بای بوردی و

همکاران، ۱۳۷۹). از طرف دیگر با توجه به کاهش حاصلخیزی خاک این نگرش وجود دارد که کدام منبع کود می تواند در افزایش حاصلخیزی خاک تاثیرگذار باشد. با توجه به گسترش سیستم های خاک ورزی و استقبال کشاورزان از آن، این سوال مطرح است که کدام

روش می تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب و کاهش هزینه های اقتصادی موثر واقع شود. لذا هدف از این تحقیق، بررسی اثر منابع مختلف کود و سیستم های مختلف خاک ورزی بر عملکرد ذرت دانه ای و بهبود عناصر غذایی خاک می باشد.

مواد و روش:

این آزمایش در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی سیستان اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سیستم های خاک ورزی به عنوان عامل اصلی شامل خاک ورزی متداول و بی خاک ورزی و منابع کودی به عنوان عامل فرعی شامل: T0: شاهد (بدون مصرف کود)، T1: کود سبز جو، T2: کود سبز جو همراه با مصرف کامل کود شیمیایی به جو، T3: کود سبز جو به همراه دو سوم کود شیمیایی به جو و یک سوم باقی مانده به ذرت، T4: کود سبز جو به همراه یک سوم کود شیمیایی به جو و دو سوم باقی مانده به ذرت، T5: کود سبز جو به همراه مخلوط نصف کود دامی و شیمیایی و T6: کود سبز جو با ۴۰ تن کود دامی در هکتار مورد مقایسه قرار گرفتند. کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل و اوره هر یک به میزان ۷۵، ۹۰ و ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار) استفاده شد. کود دامی هم زمان با کاشت جو پس از پخش در سطح خاک با بیل با خاک مخلوط شد. کود شیمیایی فسفر و پتاسیم به عنوان کود پایه و اوره به صورت تقسیم در سه مرحله کاشت، پنجه دهی و ساقه دهی جو استفاده شد. جو در مرحله خوشه دهی، در ۱۵ اسفندماه در خاک ورزی متداول از روی سطح خاک برش و توسط دستگاه چاپر خرد شد. تمام زیست توده جو به کرت مورد نظر منتقل گردید. در بی خاک ورزی بذرها با ایجاد شیارهای بدون به هم خوردن بقایا با دست کشت گردید. هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر و به فاصله ۵۰ سانتی متر بود. در سیستم بی خاک ورزی جو ابتدا با علف کش گراماکسون سم پاشی شد. در مرحله رسیدگی کامل از ۴ ردیف وسط با حذف حاشیه هر کرت برای عملکرد دانه برداشت گردید. pH، کربن آلی، مقدار نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم قابل استخراج و وزن مخصوص ظاهری خاک تعیین گردید. تجزیه واریانس مرکب داده ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C، مقایسات میانگین در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و رسم نمودارها با Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث:

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب در جدول ۱ نشان داده شده است. بالاترین میزان عملکرد از خاک ورزی متداول به دست آمد. این افزایش عملکرد برابر ۱۵۶۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به سیستم بی خاک ورزی بود (جدول ۲). تاثیر منابع مختلف کود بر عملکرد دانه بدین صورت بود که بالاترین مقدار عملکرد دانه به تیمار T5 با مقدار ۷۰۱۹ و کمترین مقدار آن به تیمار شاهد با مقدار ۲۰۹۷ تعلق گرفت (جدول ۲). به نظر می رسد کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی و کود سبز می تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود، زیرا این سیستم بخش عمده ای از نیازهای غذایی گیاه را تأمین کرده و کارایی جذب مواد غذایی توسط محصول را افزایش و اثر مفید بر خصوصیات کیفی خاک در طول زمان دارد. نتایج بر همکنش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از خاک ورزی متداول و تیمار T5 با عملکرد ۸۴۷۰/۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

پویایی کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک

کمترین میزان عناصر در تیمار شاهد بدون مصرف کود به دست آمد. موگندی و همکاران (Mugendi et al., 1999) گزارش کردند استفاده از کود سبز همراه با کود شیمیایی نیتروژن کل خاک را به میزان یک تا هشت درصد در یک دوره ۴ ساله افزایش داد. مرحله نمونه برداری بر صفات کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی داری بود. (جدول ۱). میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در مرحله های دوم و سوم نمونه برداری خاک به مراتب بیشتر از مرحله ابتدایی بود. این میزان افزایش در مرحله سوم نسبت به مرحله اول به ترتیب ۱۷/۵، ۱۳/۰۴، ۷/۸۳ و ۰/۸۱ درصد بود. که نشان دهنده این است که استفاده از کودهای آلی و شیمیایی توانسته میزان این عناصر را در خاک افزایش دهد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات منابع مختلف کودی بر عملکرد ذرت و برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک تحت مدیریت مختلف خاک ورزی

منابع تغییرات	درجه آزادی	کربن خاک	نیتروژن خاک	فسفر خاک	پتاسیم خاک	جرم مخصوص ظاهری	رطوبت وزنی خاک	عمکرد دانه	اسیدیته خاک
سال	۱	۱/۴۹**	۰/۱۳**	۱۵۹/۲۰**	۲۳/۵۲ns	۰/۳۵**	۱/۲۷**	۱/۷**	۰/۲۸**
خطای سال	۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۴/۱۷	۳۰۵/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۱۵۳۴۱۲۶۶	۰/۰۴۷
مرحله	۲	۰/۱۶۳**	۰/۰۱**	۷۵/۹۷**	۲۹۶/۷۷**	۰/۰۳۹**	۱/۹۶**	-	۱/۴۳*
سال × مرحله	۲	۰/۰۰۶**	۰/۰۱**	۱/۱۸**	۳۹۰/۶۸**	۰/۰۰۱*	۰/۰۹**	-	۰/۲۴ns
خاک ورزی	۱	۰/۶۰۲**	۰/۰۶**	۱۸۶	۴۶۴۹۵/۷**	۰/۱۹۸**	۳۳/۲۹**	۵۱۳۰۲۳۴۹**	۰/۰۰ns
سال × خاک ورزی	۱	۰/۰۳۳**	۰/۰۲**	۱۹/۳۸**	۱۵۰/۸۹**	۰/۰۳۴**	۰/۵۴**	۲۴۵۲۸۲۵/۱**	۰/۰۸ns
مرحله × خاک ورزی	۲	۰/۰۱۹**	۰/۰۱**	۴۳/۸۷**	۱۴۴/۱۴**	۰/۰۰۴**	۰/۳۱**	-	۰/۰۶ns
مرحله × خاک ورزی	۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۱**	۱۰/۱۵**	۷۰/۳۳**	۰/۰۰۱**	۰/۲۲**	-	۰/۳۷ns
خطای اصلی	۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۳۷	۰/۰۸۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۳۲۱۶۸/۵	۰/۰۳۳
منبع کود	۶	۰/۱۶۶۷**	۰/۰۸**	۱/۷۵**	۱۵۴۵۸۸/۱**	۰/۰۶۱**	۵۰/۵۸**	۱/۴**	۱/۴۹**
سال × کود	۶	۰/۰۷۶**	۰/۰۱**	۶۱/۵۸**	۳۶۰/۹**	۰/۰۰۴**	۰/۰۲**	۳۹۶۴۰۲۶۱	۱/۰۳*
مرحله × کود	۱۲	۰/۰۰۹**	۰/۰۱**	۱۰۴/۳۸**	۶۹۲/۹**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۹**	۵۱۶۴۵۰	ns
سال × مرحله × کود	۱۲	۰/۰۰۳**	۰/۰۱**	۱/۶۴**	۱۸۳/۰۵**	۰/۰۰۱**	۰/۰۳۲**	-	۰/۰۶۳
خاک ورزی × کود	۶	۰/۰۶۳**	۰/۰۱**	۵۹/۲۰**	۳۴۲۵/۳**	۰/۰۱۲**	۰/۹۷**	۲۵۶۶۹۶۵/۶**	۰/۰۳۶
سال × خاک ورزی × کود	۶	۰/۰۰۴**	۰/۰۱**	۱۱/۷۷**	۵۴۹/۸**	۰/۰۰۲**	۰/۰۱۸**	۵۷۲۳۰/۲**	ns
مرحله × خاک ورزی × کود	۱۲	۰/۰۰۲**	۰/۰۱**	۹/۵۲**	۳۰/۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۷۴**	-	۰/۰۳۸
سال × مرحله × خاک ورزی × کود	۱۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۱**	۱/۶۰**	۵۲/۹**	ns	۰/۰۱۹**	-	ns
خطای	۱۴۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۷۵	۰/۲۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۱۴۹۶۹/۷	۰/۰۴۱
ضریب تغییرات	۲/۳۳	۲/۴۷	۲/۶۵	۰/۱۷	۰/۴۲	۰/۵۴	۲/۳۲	۲/۴۳	۲/۴۳

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد، n.s برابر با عدم تفاوت معنی دار

جدول ۲. مقایسه عملکرد، اجزاء عملکرد و دیگر صفات مورد مطالعه ذرت دانه ای در منابع مختلف کودی و سیستم خاک ورزی میانگین های هر گروه که در یک حرف مشترک می باشند فاقد تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

منابع تغییرات	سطوح تیمار	کربن خاک (%)	نیتروژن خاک (%)	فسفر خاک (mg kg-1)	پتاسیم خاک (mg kg-1)	جرم مخصوص ظاهری (g cm-3)	رطوبت وزنی (%) خاک	عملکرد دانه (kg ha-1)	اسیدپته خاک
سال	اول	b ₀ /۴۴۷	b ₀ /۰۴۲	b ₂₁ /۶۹	a ₂₇₂ /۲۲	a ₁ /۴۹	b ₁₀ /۲۱	b ₄₈₄₉	a ₈ /۳۷
	دوم	a ₀ /۶۰۰	a ₀ /۰۵۶	a ₂₃ /۲۸	a ₂₇₂ /۸۳	b ₁ /۴۲	a ₁₀ /۳۵	a ₅₇₀₃₇	b ₈ /۱۸
خاک ورزی	متداول	a ₀ /۵۷۲	a ₀ /۰۵۴	a ₂₄ /۶۳	a ₂₈₆ /۱۱	b ₁ /۴۳	ns ₉ /۹۱	a ₆₀₅₇₈	a ₈ /۲۸
	بیخاکورزی	b ₀ /۴۷۵	b ₀ /۰۴۴	b ₂₀ /۳۴	b ₂₅₈ /۹۴	a ₁ /۴۸	ns ₁₀ /۶۴	b ₄₄₉₄₈	a ₈ /۲۸
منابع کود	TO	e ₀ /۳۱۹	b ₀ /۰۲۶	e ₁₀ /۵۳	g ₁₆₅ /۳۶	a ₁ /۵۱	g ₈ /۴۷	g ₂₀₉₇	a ₈ /۴۶
	T1	d ₀ /۴۰۰	b ₀ /۰۳۱	d ₁₅ /۷۷	f ₁₈₉ /۹۱	b ₁ /۴۸	f ₈ /۹۸	f ₃₄₆₅	a ₈ /۴۱
	T2	c ₀ /۵۲۵	a ₀ /۰۵۲	c ₂₅ /۲۵	e ₃₀ /۱۴۴	c ₁ /۴۶	c ₁₀ /۷۰	e ₅₅₆₁	b ₈ /۱۸
	T3	c ₀ /۵۲۵	a ₀ /۰۵۷	b ₂₆ /۶۳	d ₃₀ /۳۳۸	c ₁ /۴۶	d ₁₀ /۴۴	d ₅₇₆₂	b ₈ /۲۷
	T4	c ₀ /۵۲۲	a ₀ /۰۵۶	b ₂₆ /۶۵	b ₃₁₃ /۶۳	c ₁ /۴۶	e ₁₀ /۳۱	b ₆₅₆₆	b ₈ /۲۷
	T5	b ₀ /۶۶۴	a ₀ /۰۶۵	a ₂₇ /۶۱	a ₃₂₀ /۵۸	d ₁ /۴۲	b ₁₁ /۲۱	a ₇₀₁₉	b ₈ /۱۸
	T6	a ₀ /۷۰۹	a ₀ /۰۵۸	c ₂₄ /۹۴	b ₃₁₃ /۳۶	e ₁ /۳۹	a ₁₁ /۸۳	c ₆₄₆₅	b ₈ /۱۸
مرحله	اول	b ₀ /۴۷۳	b ₀ /۰۴۶	b ₂₁ /۳۸	b ₂₇₂ /۲۹	a ₁ /۴۸	b ₁₀ /۲۱	c ₁ /۸۵	a ₈ /۳۱
	دوم	a ₀ /۵۴۲	a ₀ /۰۵	a ₂₃	b ₂₇₀ /۷۷	b ₁ /۴۵	c ₁₀ /۱۷	b ₁ /۹۰	a ₈ /۳۰
	سوم	a ₀ /۵۵۶	a ₀ /۰۵۲	a ₂₃ /۰۶	a ₂₇₄ /۵۱	c ₁ /۴۴	a ₁₀ /۴۵	a ₁ /۹۸	b ₈ /۲۳

میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک تحت تاثیر سیستم های خاک ورزی دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). میزان این عناصر در خاک ورزی متداول در قیاس با بی خاک ورزی بالاتر بود (جدول ۲). این افزایش به ترتیب برابر با ۲۰/۴۲، ۲۲/۷۲، ۲۱/۱۱ و ۱۰/۴۸ درصد بود. در خاک ورزی متداول چون منابع کود آلی و شیمیایی با خاک مخلوط می گردد به راحتی در دسترس میکروارگانیسم ها قرار گرفت و تجزیه و معدنی شدن آنها سریع تر اتفاق افتاد. با تجزیه آنها میزان عناصر خاک افزایش پیدا کرد. تاثیر منابع کود بر میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بالاترین میزان کربن آلی خاک در تیمار T6 و T5 که کود دامی و سبز در آنها استفاده شده بود مشاهده شد. این میزان افزایش نسبت به شاهد به ترتیب ۱۲۵/۲۵ و ۱۰۸/۱۵ درصد می باشد. این در حالی است که در تیمارهای T3، T4 و T2 که فقط از کود شیمیایی و سبز استفاده شده بود این نسبت کمتر بود. که به ترتیب برابر با ۶۴/۶۳، ۵۷/۶۳ و ۶۴/۵۷ درصد بود. جورابلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که افزودن مواد آلی از جمله کود حیوانی، کود سبز و کمپوست به همراه خاک ورزی مناسب می تواند مواد آلی خاک از جمله کربن آلی را افزایش دهد. بیشترین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمار T5 و T6 و در رتبه سوم تیمار T4 قرار داشت (جدول ۲). برهمکنش خاک ورزی × منبع کود نشان داد که بیشترین میزان کربن، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک ورزی متداول و در تیمار T5 و T6 به دست آمد (شکل های ۲، ۳، ۴ و ۵).

تغییرات محتوی رطوبت خاک:

مرحله نمونه برداری خاک بر میزان رطوبت وزنی خاک در سطح احتمال یک درصد دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۱). مقدار رطوبت خاک در مرحله سوم برداشت نسبت به مراحل دیگر برتری داشت (جدول ۲). این افزایش درصد رطوبت وزنی در مرحله سوم در مقایسه با مرحله اول ۲/۳۷ درصد می باشد. در مرحله دوم می بینیم که مقدار رطوبت از دو مرحله دیگر کمتر شده است. احتمالاً

به دلیل گرمای شدید در منطقه و تبخیر و تعرق فراوان در منطقه مورد مطالعه در این مرحله رطوبت خاک کاهش نشان داد. در مرحله سوم چون کود سبز و کود دامی فرصت بیشتری جهت تجزیه پیدا کردند توانستند مقدار بیشتری رطوبت در خاک ذخیره کنند تاثیر خاک ورزی بر محتوی رطوبت خاک اختلاف معنی دار نشان داد (جدول ۱). بیشترین درصد رطوبت خاک در سیستم بی خاک ورزی مشاهده شد. افزایش مقدار رطوبت در حدود ۹/۳۳ درصد در سیستم بی خاک ورزی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که منابع کود بر درصد رطوبت خاک در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد رطوبت خاک از تیمار T6، T5 و T2 با میانگین ۱۱/۸۴، ۱۱/۲۱ و ۱۰/۷۰ درصد حاصل شد. کمترین مقدار رطوبت خاک از تیمار شاهد با میانگین ۸/۴۷ درصد حاصل شد (جدول ۲). برهمکنش خاک ورزی در منابع کود اختلاف معنی داری را بر درصد رطوبت خاک نشان داد (جدول ۱). بالاترین میزان رطوبت خاک در تیمار بی خاک ورزی و در منبع کود T6 (دامی و سبز) و کمترین مقدار آن در تیمار T0 (شاهد) و خاک ورزی متداول با میانگین ۱۲/۲۶ و ۸/۰۹ درصد مشاهده گردید (شکل ۶). محتوی رطوبت تیمار T6 و سیستم بی خاک ورزی ۵۱/۵۴ درصد نسبت به شاهد بالاتر بود.

وزن مخصوص ظاهری خاک:

جرم مخصوص ظاهری در مراحل مختلف نمونه برداری خاک دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۱). در مرحله اول چون کود دامی و سبز به خاک اضافه نشده بود جرم مخصوص ظاهری تغییری نداشت. در مرحله دوم چون کود با خاک مخلوط و تجزیه آن شروع شد جرم مخصوص ظاهری کمتر و در مرحله سوم به کمترین مقدار خود یعنی ۱/۴۴ درصد رسید (جدول ۲). منابع کود بر جرم مخصوص ظاهری خاک، در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار بود (جدول ۱). کمترین جرم مخصوص ظاهری با میانگین ۱/۳۹ درصد در تیمار T6 و بعد از آن T5 با میانگین ۱/۴۲ درصد مشاهده شد. تیمارهای کود شیمیایی همراه کود سبز در یک گروه و بعد از تیمار T5 قرار گرفتند. بیشترین جرم مخصوص ظاهری به تیمار شاهد تعلق گرفت (جدول ۲). در سایر پژوهش های انجام گرفته (قوشچی و همکاران، ۱۳۸۹)، فیونتس و همکاران (Fuentes, 2009) کاهش چگالی ظاهری خاک را در اثر مصرف منابع آلی گزارش کردند. برهمکنش دوگانه خاک ورزی × منبع کود دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۱). بیشترین جرم مخصوص ظاهری به سیستم بی خاک ورزی و تیمار شاهد با میانگین ۱/۵۱ و کمترین مقدار به خاک ورزی متداول و تیمار T6 با میانگین ۱/۳۳ درصد تعلق گرفت (شکل ۷).

PH خاک:

نتایج نشان داد که اثر، مرحله نمونه برداری و منابع کود بر میزان PH خاک در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱). در مراحل مختلف نمونه برداری خاک نیز مقدار PH خاک روند کاهش جزئی نشان داد. بیشترین مقدار PH با میانگین ۸/۳۱ در مرحله اول و کمترین مقدار با میانگین ۸/۲۳ در مرحله سوم نمونه برداری وجود داشت. این کاهش جزئی PH برابر با ۰/۹۷ درصد بود (جدول ۲). منابع مختلف کود نشان داد که بیشترین میزان PH خاک در تیمار T0 (شاهد) با میانگین ۸/۴۶ و در تیمار T1 (کود سبز) با میانگین ۸/۴۱ و پس از آنها تیمارهای دیگر قرار گرفتند.

نتیجه گیری:

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق چنین نتیجه گیری می شود خاک ورزی متداول به دلیل فراهمی بستر مناسب تر برای فعالیت باکتری های تجزیه کننده خاک و تسریع معدنی شدن از تاثیرات بهتری نسبت به بی خاک ورزی از جهت فراهمی عناصر غذایی و کربن آلی خاک برخوردار بود. رشد بهتر ریشه، دسترسی بیشتر به عناصر غذایی و آب و در نهایت رشد گیاه بهبود یافت. طی سال اول در بی خاک ورزی به دلیل تراکم بالای خاک رشد ریشه محدود شده و به دلیل تجزیه کند، جذب آب و عناصر غذایی نیز کم شد. تغذیه شیمیایی تامین سریع تر مواد غذایی را برای گیاه فراهم می کرد. ولی در دراز مدت سبب آلودگی محیط زیست و تخریب ساختمان خاک می شود. تغذیه آلی (کود سبز و دامی) طی فرایند معدنی شدن در زمان طولانی تر باعث افزایش عملکرد می شود. تغذیه تلفیقی کود دامی، سبز و شیمیایی برتری قابل توجهی را نسبت به کاربرد جداگانه هر یک از آنها داشت. در نهایت کاربرد کود سبز با مخلوط نصف

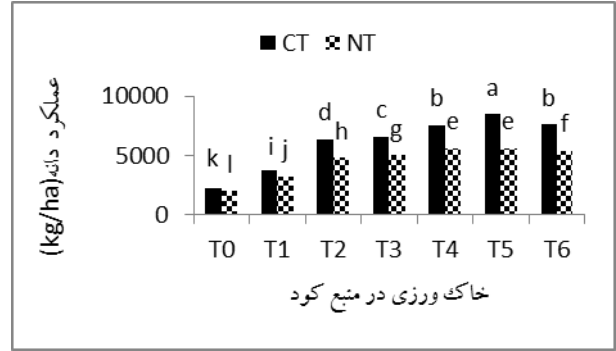
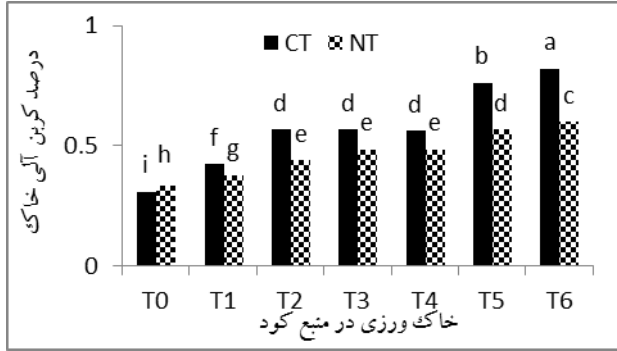


شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

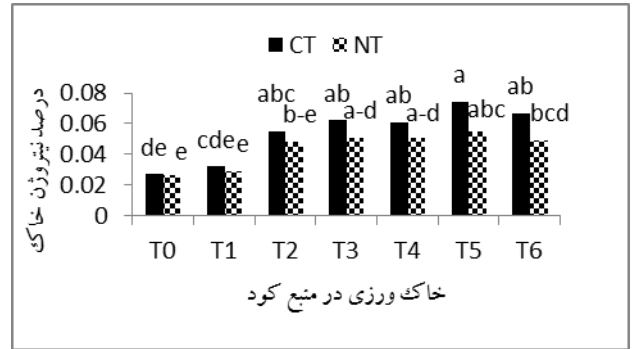
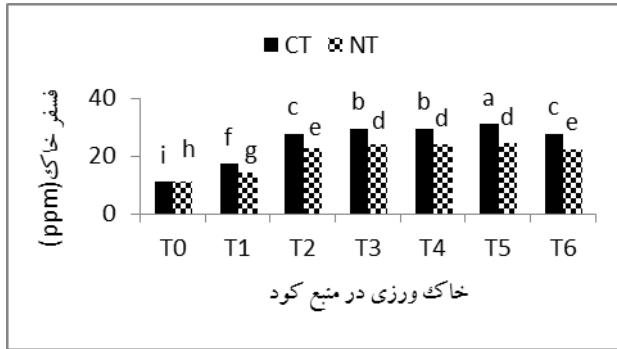


کود دامی و شیمیایی به همراه خاک ورزی متداول ضمن تامین عناصر کربن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بهبود جرم مخصوص ظاهری و pH عملکرد دانه در ذرت را افزایش داد.



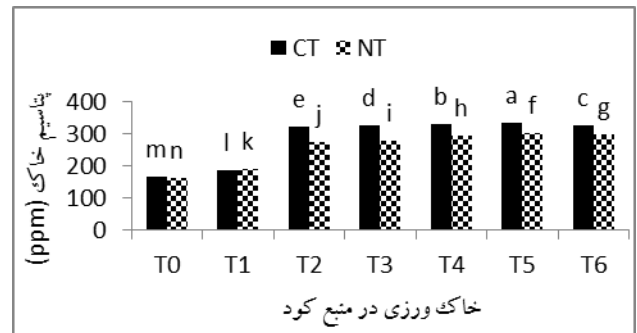
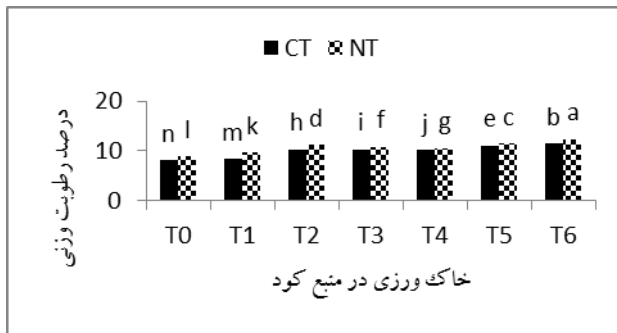
شکل ۲- برهمکنش خاک ورزی × منبع کود بر درصد کربن آلی خاک

شکل ۱- برهمکنش خاک ورزی × منبع کود بر عملکرد دانه



شکل ۴- برهمکنش خاک ورزی × منبع کود بر غلظت فسفر خاک

شکل ۳- برهمکنش خاک ورزی × منبع کود بر درصد نیتروژن خاک



شکل ۶- برهمکنش خاک ورزی × منبع کود بر درصد رطوبت وزنی خاک

شکل ۵- برهمکنش خاک ورزی × منبع کود بر غلظت پتاسیم خاک

منابع:

- بای بوردی، م.، ملکوتی، م.، ج. امیرمکری، ه. و نفیسی، م.، ۱۳۷۹. تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی، ۲۸۲ صفحه.
- تاج بخش، م. حسن زاده قورت تپه، ع. درویش زاده، ب. ۱۳۸۴. کود های سبز در کشاورزی پایدار. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۱۵ ص.
- قوشچی، ف. جورابلو، ع. سیلسپور، م. و هادی، ح. ۱۳۸۹. اثر خاک ورزی و مدیریت بقایای جو (*Hordeum vulgare L.*) بر ویژگی های خاک و ذرت علوفه ای نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۳، ۴۳۶-۴۲۸.



- Bhandari, A.L., Ladha, L.K., Pathak, H., Padre, A.T., Dawe, D. and Gupta, R.K. 2002. Yield and soil nutrient change in a long-term rice-wheat rotation in India. *Soil Science Society of American Journal*, 66: 162-170.
- Dick, W. A. Edward, W.M. Stehouwer, R. C. and Eckert, D. J. 1992. Maize yield and nitrogen uptake after established no-tillage fields are plowed. *Soil and Tillage Research*, 24: 1-15.
- Dunjana, N., Nyamugafata, P., Shumba, A. and Zingore, S. 2012. Effect of cattle manure on selected soil physical Properties of smallholder farms on soils of Murewa, Zimbabwe. *Soil Management*. 28: 221-228.
- Eghbal, B., Binford, T. F., Balyonspregor, D. D., and Anderson, F. D., 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application. *Fractal Analysis Soil Science, Society American Journal*. 59: 1360-1364.
- Fageria, N. K., 2007. Green manuring in crop Production. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 691 –719.
- Fuentes, M. Govaerts, B. Leon, F. D. Hidalgo, C. Dendooven, L. Sayre, K. D and Etchevers, J. 2009. Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. *European Journal of Agronomy*. 30: 228-237.
- LaL, R. 1996. Deforestation and land-use effects on soil degradation and rehabilitation in western Nigeria. 2. Soil chemical properties. *Land Degradation Development*, 7: 99-119.
- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimiyan, N., and Kamkarehaghghi, H., 2009. Effect of nitrogen fertilizer, animal manure and irrigation on yield and yield components of maize. *Electronic Journal of Crop Production*, 1(2): 67-85. (In Persian with English summary).
- Mugendi, D. N. Nair, P. K. R. mugwe, J.N. O'Neill, M. kandwomer P. L. (1999). Calliandra and Leucaena alley cropped with maize. Part 1. Soil fertility changes and maize production in sub-humid high lands of Kenya. *Agroforestry systems*, 46: 39-50.
- Nedzinskiene, T., Nedzinskas, A., and Pranaitis, K. 2002. Auga-lų parinkimo žaliajai trąšai tyrimai ekologiniams ūkiams priesmelio dirvoje. *Baltijos region šalių ekologino žemes ūkio būkle, problemos ir perspektyvos*, Kaunas: 80-85.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil genesis and classification

The effect of tillage systems on corn yield and soil nutrient qualities under different organic and chemical fertilizer

Ghasemi*¹, A. Fanaie², H.R. naruiad³, M.R. and mohamadghasemi⁴, M.
1 and2, 3,4 Assistants Prof, respectively, Horticulture-Crops Research Department, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zabol, Iran.
*Corresponding Author: ghasemiahmad@yahoo.com

This experiment was conducted which included tillage as the main factor in two conventional systems and no tillage. The fertilizer resources were T0: control, T1: barley green manure without chemical and manure fertilizers, T2: barley green manure with full use of the recommended chemical fertilizer (NPK) to barley containing, T3: green manure with two-thirds residual of chemical fertilizer for barley and a third of the residual to corn, T4: green manure with one-third chemical fertilizer for barley and two-thirds for corn, T5: barley green manure mixed with 50% manure and 50% chemical fertilizer, and T6: green manure with 40 tons of manure used as a sub-plot in the split plot and in completely random blocks with three replications for two crop years (2013-2014) at the Agricultural Research Station, Sistan. The results showed that the conventional tillage resulted in a significant increase in grain yield, the contents of nitrogen, phosphorus, potassium and soil organic carbon, bulk density and moisture content of the soil decreased in the conventional tillage. Sources of fertilizer significantly increased soil organic carbon, nitrogen, phosphorus, potassium, and soil moisture content. The pH and soil bulk density factors decreased after using manure sources. The using of conventional tillage system with mixture of 50% manure, green and chemical fertilizers can provide the dynamics of nitrogen, phosphorus, potassium, organic carbon, and improve soil bulk density and soil PH.



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مقایسه اثر ترکیب سکوسترین ۱۳۸ و برخی ترکیبات حاوی آهن در رفع کلروز در باغات سمیرم

مجتبی یحیی‌آبادی*

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

کلروز برگ گیاهان زراعی و درختان که علت آن کمبود آهن در گیاه است در نتیجه جذب نشدن آهن یا غیر فعال شدن آهن بروز می‌کند. در خاک‌های آهنی ایران به دلیل بالا بودن pH فراوان بودن آهن در خاک و بی کربنات در آب آبیاری، جذب آهن معمولاً کم است و محلول پاشی در چنین مواقعی با صرفه تر از کلات های آهن گران قیمت در خاک است. به منظور بررسی و مقایسه اثرات محلول پاشی ترکیبات مختلف حاوی آهن برای رفع کلروز و زردی برگهای درختان سیب و افزایش عملکرد میوه، طرح مورد نظر در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در منطقه سمیرم به مدت دو سال به مورد اجرا گذاشته شد. تیمارها شامل محلول پاشی سولفات آهن، کلات آهن بهاران، کود آهن تجارتي جنوبگان و مصرف خاکی سکوسترین ۱۳۸ و شاهد (آب معمولی) در چهار تکرار بود. نتایج نشان داد که مصرف خاکی سکوسترین بهترین اثر را بر سبز شدن برگهای کلروزی داشته و محلول پاشی سولفات آهن نسبت به سایر ترکیبات تجارتي حاوی آهن اثر بهتر و سریعتری بر سبز شدن برگها داشته است. با این حال، تیمار سکوسترین با عملکرد ۲۰/۹ تن در هکتار سیب، بیشترین عملکرد را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشت.

کلمات کلیدی: کلروز، درخت سیب، سمیرم، سکوسترین

مقدمه

آهن یکی از عناصر ضروری برای رشد تمام گیاهان می باشد. معمولاً درختانی که دچار کمبود آهن هستند درجات مختلفی از زردی بین رگبرگها را نشان میدهند. در شرایط کمبود آهن سنتز کلروفیل بطور چشمگیری کاهش می یابد که عمدتاً مربوط به از بین رفتن پروتئین است. کلروز یا زردی حاصل از آهن اصطلاحی است که اغلب به زردی های همراه با اختلال در متابولیسم آهن در خاکهای غنی از آهن اطلاق می گردد. در خاکهای آهنی مرطوب، امکان تشکیل بی کربنات خیلی زیاد است و بستگی به مقدار فشار گاز CO₂ در خاک و هیدرولیز CaCO₃ دارد که مستلزم وجود آب هستند (Ikinci و همکاران، ۲۰۱۶). معمولاً وقتی زردی، ناشی از وجود بی کربنات در محیط ریشه باشد، برگها تقریباً سفید می شود اما وقتی کمبود آهن در محیط ریشه سبب زردی میگردد، برگها تقریباً زرد روشن میشوند (طلائی، ۱۳۷۷). بنابراین در خاکهای آهنی که pH خاک بیشتر از ۷ می باشد، شرایط برای جذب آهن توسط گیاهان و درختان میوه نامناسب است و اختلالاتی در جذب آهن توسط گیاهان حساس و نیمه حساس بوجود می آید که پیامد آن ظهور کلروز در برگها و کاهش رشد درخت و مرگ زودرس درختان می باشد. از این رو به علت مشکلات در جذب آهن از خاک، از بکارگیری مستقیم ترکیبات معدنی آهن دار به خاک صرف نظر گردید. در آزمایشی، تزریق حدود چهارصد میلی لیتر محلول سولفات آهن یک تا دو درصد به تنه درخت، موجب رفع جزئی کمبود آهن در سیب گردید (Alcantara و همکاران، ۲۰۱۲). در ابتدا آهن EDTA در خاکهای اسیدی با نتایج قابل قبولی مورد استفاده قرار گرفت ولی این ترکیب نتوانست در خاکهای آهنی به طور رضایت بخش زردی برگ را رفع نماید. آزمایشهای بسیاری برای

* ایمیل نویسنده مسئول: yahyabadi@gmail.com



بررسی کارایی مصرف حاکی کلات آهن و محلول پاشی ترکیبات آهن دار به مورد اجرا در آمده است. در کشور ما، باغداران به علت دسترسی به کلاتهای آهن تولید خارج، کم و بیش با کاربرد آنها در خاک، کلروز برگها را تخفیف میداند اما مصرف این مواد در حال حاضر مقرون به صرفه نیست. با این حال بعضی از محققین گزارش کرده اند که کلروز ناشی از آهک یا بی کربنات را با کاربرد دو نوبت برگ پاشی کلاتهای آهن، یکی در زمان چهار هفته بعد از گل دهی و نوبت بعد، سه هفته بعد از آن می توان معالجه کرد (ملکوتی، ۱۳۷۶). Raese و Parish (۱۹۸۴) نیز با تزریق سولفات آهن به درخت و محلول پاشی ترکیبات مختلف آهن دار، افزایش غلظت آهن در برگهای گلآبی و میوه ها و سبز تر شدن رنگ برگها را مشاهده نمودند اما اثر آن فقط برای یک سال باقی ماند. در محلول عناصر غذایی، افزایش پتاسیم منجر به اصلاح اثر بی کربنات در سیب، از طریق افزایش غلظت آهن برگ و نیز رشد برگ گردید (۶). نسبت بیشتر از ماده کلاته کننده آهن (DDHA آهن ۱۰ به ۱) در محلول غذایی منجر به کاهش زردی در نهالهای سیب در مقایسه با نسبت پایین آن شد (۱ به ۱) (طلایی، ۱۳۷۷). از دیگر روشهای بارز کنترل کلروز، استفاده از پایه مقاوم است. در میان تمام گونه های درختان میوه فقط دو رگه های بادام و هلو به عنوان پایه برای هلو به اندازه کافی مقاومت دارند و دارای اهمیت اقتصادی نیز هستند. همچنین آبیاری قطره ای همراه با افزودن Fe-EDDHA در کنترل زردی ناشی از آهک، بسیار مفید است. بطور کلی کمبود آهن در درختان میوه، یکی از مشکلات عمده تغذیه گیاه می باشد. یکی از روشهای رفع کمبود آهن که بنظر میرسد در کشور ما میتواند موثر و اقتصادی باشد، استفاده از محلولپاشی سولفات آهن و استفاده کمتر از کلاتهای آهن ساخت خارج است، چرا که سولفات آهن نسبت به کلاتهای آهن دارای مزایایی هست که قیمت ارزان و سمیت کمتری داشته و سرعت جذب نسبت به Fe-138 به روش تزریق بیشتر است. همچنین گزارش شده که کلاتها باعث ایجاد کلروز ناشی از کمبود منگنز می شوند (اردلان، ۱۳۷۶). بطور کلی استفاده از محلول پاشی ترکیبات حاوی عناصر غذایی در زمان های مناسب، روش علمی و موثری برای تامین عناصر غذایی درختان میوه به شمار میرود. در مجموع، محلولپاشی درختان میوه در صورتیکه با توجه به خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک درخت و خصوصیات شیمیائی، غلظت و زمان استفاده از ترکیب های حاوی عناصر غذایی و بطور کلی تکنولوژی کاربرد آنها صورت گیرد می تواند به عنوان روشی مناسب، کارآمد و کم هزینه برای تامین عناصر غذایی و افزایش رشد و باروری درختان میوه، مورد استفاده قرارگیرد. این آزمایش با هدف تعیین کارائی کودهای مختلف آهن موجود در بازار و مقایسه آن با سکوسترین آهن ۱۳۸ که یک ترکیب کاملاً شناخته شده در بر طرف کردن عارضه زردی می باشد، اجرا گردید.

مواد و روشها

به منظور رفع و تخفیف عارضه کلروز (زردی) ناشی از کمبود آهن در برگ درختان سیب رقم گلدن با استفاده از روش برگ پاشی برخی کودهای آهن موجود در بازار، این آزمایش در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار به اجرا در آمد. بدین منظور یکی از باغهای سیب منطقه سمیرم که در حاکی از سری غالب خاکهای منطقه (سری مهرگرد) احداث شده بود (محمدی، ۱۳۶۵) و درختان علائم کلروز آهن را به وضوح نشان میدادند انتخاب گردید. سپس تعداد ۲۰ درخت همسن و درحد امکان یکنواخت از نظر الگوی رشد، انتخاب و علامت گذاری شد و هر درخت به عنوان یک کرت آزمایش تلقی گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: T1= مصرف حاکی سکوسترین آهن ۱۳۸ برای اثبات اینکه کلروز ناشی از کمبود آهن است. T2= برگ پاشی محلول کلات آهن بهاران در آب (۲۰ گرم در لیتر آهن) T3= برگپاشی محلول سولفات آهن در آب (۴ گرم در لیتر) T4= برگ پاشی محلول کود آهن جنوبگان در آب (۲۰ گرم در لیتر آهن) T5= برگ پاشی فقط با آب معمولی (شاهد).

در ابتدا هر درخت قبل از اعمال تیمارها و متعاقباً از نظر سبزینگی (از ۵۰ تا ۹۰) نمره دهی میشود، معیار نمره سبزینگی درختان به ترتیب از صفر (سفید) تا ۱۰۰ (سبز تیره) بسته به نظر کارشناس ناظر برآورد شد. بدین ترتیب نمره ۵۰ حاکی از برگهای سبز بسیار روشن است که در سر شاخه ها سطح برگهای درخت زرد را رگبرگهای سبز بوده است و همچنین نمرات کمتر از ۵۰ درجات مختلف زردی (از سفید تا سبز روشن) و نمرات بیشتر از ۵۰ درجات مختلف سبزی را در بر گرفت و بعضی از سرشاخه ها برای اندازه گیری طول رشد در فصل جاری علامت زده شدند. غلظت محلولها از نظر موجودی میزان آهن بطور یکسان و حداکثر غلظتی که موجب برگ یا میوه سوزی نشود (۴ در هزار) انتخاب گردید. برای تیمار اول (T1) یک بار مصرف حاکی سکوسترین آهن به میزان ۵۰ گرم برای هر درخت و برای تیمارهای دیگر، چهار نوبت برگپاشی به فاصله ۱۵ روز انجام گرفت. اولین نوبت برگ پاشی چهارهفته بعد از گل دهی کامل صورت پذیرفت. علاوه بر ثبت تغییرات ظاهری در برگها و میوه در طول فصل، رشد سرشاخه ها در سال جاری در انتهای فصل رشد نیز اندازه گیری شد و سرانجام در زمان برداشت، عملکرد درخت تعیین گردید. قبل از اجرای آزمایش، تجزیه نمونههای خاک، آب آبیاری و برگ درختان در باغ مورد آزمایش انجام گردید. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگینها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک نشان میدهد که خاک باغ، آهکی بوده میزان آهک تا حدود ۵۰ درصد نیز میرسد. همچنین خاک فوق بدون محدودیت شوری بوده و غلظت عناصر غذایی ماکرو و میکرو در این باغ در حد مناسب می باشد. بررسی خصوصیات کیفی آب آبیاری نشان میدهد که این آب محدودیت شوری نداشته و غلظت آنیونها در آن در حد معمول و غلظت بی کربنات در آن بالا میباشد (۵/۶ میلی اکوی والان در لیتر). وجود بی کربنات زیاد آب آبیاری، یکی از عوامل موثر در بروز زردی برگ درختان و غیر فعال شدن آهن عنوان شده است (Coulombe و همکاران، ۱۹۸۴). نتایج تجزیه برگ نیز نشان داد که با وجود آنکه غلظت آهن و منگنز در برگهای درختان سیب بالا است اما علائم کمبود آهن در برگهای درختان بارز بود و نشان دهنده عدم پویائی آهن می باشد، به این معنی که مقدار آهن و سایر عناصر ریزمغذی در برگها کم نیست، اما احتمالاً بصورت فعال در فعل انفعالات فیزیولوژیکی شرکت نکرده اند. بنظر میرسد، احتمالاً زیاد بودن بی کربنات در آب آبیاری و بالا بودن pH شیره سلولی در درختان سیب، باعث رسوب آهن (غیر فعال) در سیستم آوندی درختان شده است (سمر و سماوات، ۱۳۷۶). در میان تیمارهای محلول پاشی، سولفات آهن و کلات آهن بهاران برتریب بیشترین اثر را از نظر سبز کردن برگها داشته اند و سهم عمده این تاثیر برای سولفات آهن مربوط به محلولپاشی نوبت اول در اواخر اردیبهشت بود به عبارت دیگر تاثیر سولفات آهن برسبز شدن برگها نسبت به سایر ترکیبات محلولپاشی شده هم سریعتر و هم قوی تر بود و تاثیر کلات آهن بهاران و جنوبگان در رده های بعدی قرار گرفتند. با این حال تکرار محلول پاشی در نیمه اول تیرماه تاثیر مثبتی بر سبزتر شدن برگها نداشت و در بعضی موارد سولفات آهن موجب زنگار کم رنگ پوست میوه و درمورد کلات آهن بهاران لکه های قابل شستشو بر پوست میوه باقی گذاشت. در مجموع کل تیمارها، مشاهدات و ثبت نمره های سبزی برگها نشان داد که استفاده از سکوسترین آهن ۱۳۸ بهترین و سریعترین اثر را در سبز کردن برگها داشته است (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین نمره های داده شده به رنگ سبز برگ درختان سیب

تیمار	قبل از اعمال تیمارها	هفته دوم	هفته چهارم	هفته ششم	هفته دهم
T1	۶۰/۳۲	۱۰/۰۷	۲۹/۵۹	۳۱/۸	۷/۷
T2	۵۰	۷۵a	۸۵a	۹۰a	۹۰a
T3	۵۰	۷۰ab	۷۵b	۸۵ab	۷۵b
T4	۵۰	۵۵b	۵۰d	۶۵bc	۶۵bc
T5	۵۰	۵۰b	۵۵d	۶۵c	۶۵bc

اعدادی که در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

همچنین نتایج تجزیه واریانس، عدم معنی دار بودن اثر تیمارهای اعمال شده بر عملکرد میوه را نشان میدهد اگرچه در اکثر گزارشهای علمی تاکید شده که عناصر میکرو عمدتاً بر کیفیت محصول تاثیر میگذارند (طلایی، ۱۳۷۷)، اما در دراز مدت اثر عناصری مثل آهن می تواند باعث افزایش رشد ریشه و برگ شده و جذب عناصر توسط گیاه افزایش یابد. در این تحقیق مقایسه میانگین عملکرد هکتاری تیمارهای مختلف حاکی از عدم وجود تفاوت معنی دار بین تیمار های مختلف می باشد (جدول ۲).



جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین عملکرد محصول در تیمارهای مختلف

عملکرد میوه (تن در هکتار)	تیمار
۲۰/۹a	T1
۲۰/۱a	T2
۲۰/۱a	T3
۲۰/۰a	T4
۱۹/۸a	T5

اعدادی که در یک حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه گیری

وجود آهک فراوان، عمق کم خاک و بی کربنات زیاد آب آبیاری از مهم ترین عوامل بوجود آورنده مشکلات تغذیه ای و به ویژه کلروز برگ درختان باغ های منطقه سمیرم محسوب میشود. یکی از راه های مقابله با کاهش جذب آهن توسط ریشه گیاه، محلولپاشی درختان با ترکیبات حاوی آهن است. نتایج آزمایش نشان داد که در صورت وجود شرایط مناسب برای محلول پاشی و استفاده صحیح از ترکیبات حاوی آهن، میتوان از سولفات آهن جهت رفع عارضه زردی برگ درختان استفاده نمود. در این حال قیمت ارزان سولفات آهن موجب میشود تا باغداران تمایل بیشتری برای مصرف آن پیدا کرده و تا اندازه ای از مصرف کودهای گرانبه مثل سکوسترین آهن ۱۳۸ صرف نظر کنند. با این وجود مشکلاتی نیز بر سر راه استفاده محلولپاشی درختان در مدیریت تغذیه وجود دارد که باعث میشود باغداران تمایل زیادی به این روش نشان ندهند. از این عوامل می توان به عدم آشنایی کافی باغداران با روشهای محلولپاشی، مناسب نبودن بعضی از ترکیبات ساخت داخل و بدبین شدن باغداران نسبت به آنها، عدم رعایت غلظت مناسب و زمان محلولپاشی توسط بعضی باغداران و همچنین ضعف عمومی درختان سیب بدلیل عدم رعایت مدیریت صحیح باغات، اشاره کرد.

منابع

- اردلان ، محمد و غلامرضا ثوابی فیزوز آبادی(۱۳۷۶). تغذیه درختان میوه . موسسه نشر جهاد.
- رسول زادگان ، یوسف . (مترجم) . ۱۳۷۰ . میوه کاری در مناطق معتدله ، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خوشخوی، مرتضی . (مترجم) . ۱۳۷۲ . ازدیاد نباتات . انتشارات دانشگاه شیراز
- سالاردینی ، علی اکبر. ۱۳۶۶ حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران
- سمر، محمود وسعید سماوات . ۱۳۷۶ . شناخت علت ها و راههای کمبود آهن در گیاهان زراعی و باغی . نشریه فنی شماره ۲۷ . نشر آموزش کشاورزی .
- طلائی ، علیرضا. (مترجم) . ۱۳۷۷ . فیزیولوژی درختان میوه . انتشارات دانشگاه تهران .
- ملکوتی ، محمد جعفر و جلال طباطبائی . ۱۳۷۶ . تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی. نشر آموزش کشاورزی .
- محمدی ، مهدی . ۱۳۶۵ . گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی استان چهار محال وبختیاری . نشریه شماره ۶۹۶ . مؤسسه تحقیقات خاک و آب .
- Alcantara E, Montilla I, Ramirez P, Garcia-Molina P, Romera FJ. 2012. Evaluation of quince clones for tolerance to iron chlorosis on calcareous soil under field conditions. *Scientia Horticulturae* 138:50-54.
- Coulombe, B.A. and others. 1984. Bicarbonate directly induced Iron chlorosis in susceptible soybean cultivars. *Soil Sci.Soc.Am.J*, 48:1297-1310.
- Fernandes. Escobar, et al. (1993). Overcoming Iron chlorosis in olive and peach trees using a low pressure trunk- injection method. *Hort sci*. 28(3) 192-194.
- Hamze M, Ryan J, Shwayri R & Zaabout M (1985) Iron treatment of lime-induced chlorosis: implication for chlorophyll, Fe²⁺, Fe³⁺ and K⁺ in leaves. *J Plant Nutr* 8: 437-448.
- Ikincy, Ali. Bolat, Ibrahim, and Ercisli, Sezai. 2016. Response of yield, growth and iron deficiency Chlorosis of 'Santa Maria' pear trees on four rootstocks. *Not Bot Horti Agrobo*, 2016, 44(2):563-567.
- Raese, J.T and C.L. parish. 1984 .Mineral analysis and pear performance of chlorotic pear trees sprayed or injected with Iron. *Plant nutrition*. 7:243-249
- Raese, J.T., Parish, C.L. and D. Staff. 1986. Nutrition of apple and pear trees with foliar sprays, injections or soil application of Iron compounds. *Plant nutrition*. 9:3-7. 987-990.
- Swietlike, Dariusz. 1985. Foliar nutrition of fruit crops. *Horticultural Res*. Vol.6



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Comparison of the effects of sequestrene and some iron-containing compounds on chlorosis removal in Semirom gardens

Mojtaba Yahyaabadi*

Member of scientific board, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

Chlorosis of leaves in plants and trees due to iron deficiency in the plant is created as a result of not absorption of iron or inactivation of iron. Due to high pH in limestone in Iran, the amount of lime in soil and bicarbonate in irrigation water is usually low and the spray application in such cases is more expensive than expensive iron chalk. In order to investigate and compare the effects of different combinations of iron containing iron to eliminate chlorosis of apple leaves and increase fruit yield, the proposed design was implemented in a complete randomized block design in Semirom region for two years. The treatments consisted of iron sulfate spraying, Baharan iron chelate, Gonobgan Commercial Iron Fertilizer and sequestren 138 and control (Normal water) in four replicates. The results showed that the use of sequestrene in soil had the best effect on the emergence of Chlorosis leaves, and iron sulfate spraying compared to other commercially available iron-containing compounds had a better and faster effect on the emergence of leaves. However, Sequestrene treatment with the yield of 20.9 t / ha had the highest yield, which did not have significant difference with other treatments.

Keywords: Chlorosis, Apple trees, Semirom, Sequestrene 138

* Corresponding author, Email: yahyaabadi@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارزیابی الگوی الکتروفورز دوبعدی برگ گندم (رقم آرتا) تحت تنش شوری در کشت هیدروپونیک

اکبر مرزوقیان^{۱*}، محمد مقدم^۲، محمود تورچی^۲ و محمد رضا شکیبا^۳

^۱ بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

^۲ گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

^۳ گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

با توجه به گسترش فزاینده اراضی شور در ایران و اهمیت گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول استراتژیک، اصلاح و بهبود ارقام گندم از اولویت‌های اصلی به‌شمار می‌آید. فهم مکانیسم پاسخ به شوری در سطح مولکولی کمک شایانی در اصلاح گندم دارد. در این راستا واکنش رقم آرتا به دو سطح شوری صفر و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مورد ارزیابی قرار گرفت. اعمال تنش شوری در سیستم کشت هیدروپونیک با بستر شنی انجام شد. برای آزمایش پروتئومیک بعد اول به روش IEF و بعد دوم به روش SDS-PAGE بر روی نمونه‌های برگ انجام شد. رنگ‌آمیزی ژل‌ها با آبی کوماسی و تجزیه کمی لکه‌های پروتئینی با نرم افزار PDQuest صورت گرفت. نتایج حاکی از وجود ۱۳۲ لکه تکرارپذیر در دامنه pI بین ۵ الی ۸ و وزن مولکولی ۲۰ الی ۱۲۰ کیلو دالتون بود. پنج لکه پروتئینی در تیمار شوری نسبت به شاهد تغییر بیان نشان دادند. چهار پروتئین افزایش بیان و یک پروتئین کاهش بیان داشت. جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی برای لکه‌های پروتئینی نشان داد که پروتئین‌های دارای تغییرات بیان احتمالاً از نوع پروتئین‌های ساختاری مانند پروتئین‌های شوک حرارتی و پروتئین‌های تنظیمی مانند فاکتورهای ترجمه بودند.

کلمات کلیدی: پروتئومیک، تنش کلرید سدیم، گندم نان، گلخانه

مقدمه

فن‌آوری پروتئومیک با جداسازی و تشخیص پروتئین، نقش به‌سزایی در افزایش مطالعه پاسخ گیاهان به تنش شوری دارد (پارکر و همکاران ۲۰۰۶، قریشی و همکاران ۲۰۰۷ و کاروسو و همکاران ۲۰۰۸، ویتزل و همکاران ۲۰۰۹، هوانگ و همکاران ۲۰۱۶). هو و همکاران (۲۰۰۴) پنج پروتئین شاخص را با تجزیه پروتئوم در ژنوتیپ‌های جهش یافته گندم پس از اعمال شوری ۱٪ کلرید سدیم پس از ۷۲ ساعت شناسایی کردند. ساکیب و همکاران (۲۰۰۶) واکنش ارقام مقاوم و حساس به شوری در گندم را مطالعه کردند. سطح پروتئین ارقام، ۱۰ روز پس از قرار گرفتن در معرض ۱۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم و تنوع تحمل به نمک در میان ارقام ۳۰ روز پس از قرار گرفتن در معرض ۱۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم در اطاق رشد ارزیابی شد. سه رقم تفاوت قابل توجهی در میزان‌های مطلق و نسبی وزن ساقه و ریشه خشک بعد از قرار گرفتن در معرض شوری کلرید سدیم به مدت ۳۰ روز

*۱ ایمیل نویسنده مسئول a.marzooghian@areeo.ac.ir



نشان دادند. ارتباط منفی معنی‌داری ($r^2 = 0/99$) بین تحمل نمک (درصد وزن خشک ساقه تحت شوری نسبت به شاهد) و غلظت Na^+ ساقه در ارقام گندم مورد مطالعه مشاهده شد. کاروسو و همکاران (۲۰۰۸) تعداد ۳۸ پروتئین مرتبط با تنش شوری را در برگ‌های گندم شناسایی کردند که در پاسخ به شوری سطح بیان آن‌ها تغییر کرد. ۱۰ پروتئین با بیان کمتر و ۲۸ پروتئین بیان بیشتری نشان دادند. گائو و همکاران (۲۰۱۱) تجزیه پروتئوم برگ را با اعمال تنش شوری روی دو رقم گندم از لحاظ عملکرد، کیفیت گلوتن و مقاومت بررسی کردند. از ۵۲ لکه پروتئینی با بیان‌های متفاوت، ۲۶ لکه افزایش بیان، ۲۱ لکه کاهش بیان و پنج لکه الگوهای چند بیانی نشان دادند. این پژوهش جهت مطالعه پروتئین‌های مرتبط با تنش شوری و چگونگی ساز و کار مولکولی این پروتئین‌ها، در یکی از ارقام گندم حساس به شوری در سیستم کشت هیدروپونیک بسته با بستر شنی انجام شد.

مواد و روش‌ها

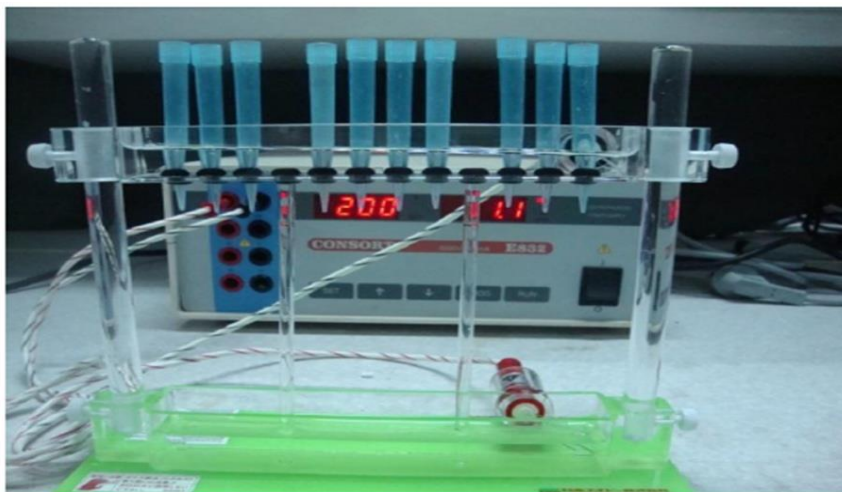
آزمایش با سه تکرار در سیستم کشت هیدروپونیک انجام شد. رقم آرتا با شجره:

(HD2206/Hork//Bul/6/CMH80A.253/2/M2A/CML//Ald/3/Ald*4/5/BH1146/H56.71//BH1146/3/CMH78.390/4/Seri/7/Hel/3 Cno79//2*Seri 82)* دورگیری گندم نان آرتا در مرکز بین المللی اصلاح ذرت و گندم (CIMMYT) تحت برنامه به‌نژادی گندم برای ایران انجام شد. در این پژوهش از سیستم هیدروپونیک بسته استفاده شد. تنش شوری در مرحله ساقه رفتن اعمال شد و تا زمان برداشت ادامه داشت. شوری از نوع کلرید سدیم با سطوح صفر (شاهد)، و ۲۵۰ میلی مولار بود. الکتروفورز دوبعدی طی پنج مرحله صورت گرفت: ۱- استخراج پروتئین، ۲- تهیه ژل بعد اول (IEF) (شکل ۱)، ۳- تهیه ژل بعد دوم (SDS-PAGE) (شکل ۲)، ۴- رنگ‌آمیزی و تصویربرداری ژل و ۵- تجزیه کمی لکه‌های پروتئینی. رنگ‌آمیزی با استفاده از آبی کوماسی انجام شد، تصویربرداری ژل‌ها با اسکنر Bio Rad GS-800 انجام گردید. تصاویر حاصل در نرم‌افزار PDQuest مورد تجزیه قرار گرفتند. پس از پایان لکه‌یابی، درصد حجمی نقاط برای تکرارهای مختلف به‌دست آمد و آزمون t بین تیمارهای تنش شوری و شاهد انجام شد. لکه‌های پروتئینی که تغییرات معنی‌داری داشتند مشخص شدند و روند کاهشی یا افزایشی آن‌ها بر اثر تنش شوری بر اساس فاکتور القا IF^2 تعیین گردید. به این ترتیب که نقاط دارای IF بالاتر یا مساوی ۱/۵ مشخص کننده افزایش بیان^۳ و نقاط دارای IF کمتر یا مساوی ۰/۵ مشخص کننده کاهش بیان^۴ قابل ملاحظه معرفی شدند. در نهایت، با مراجعه به داده پایگاه‌های اینترنتی پروتئین‌ها مانند NCBI و Swiss Prot براساس نقطه ایزوالکتریک و وزن مولکولی، پروتئین‌های احتمالی شناسایی شدند.

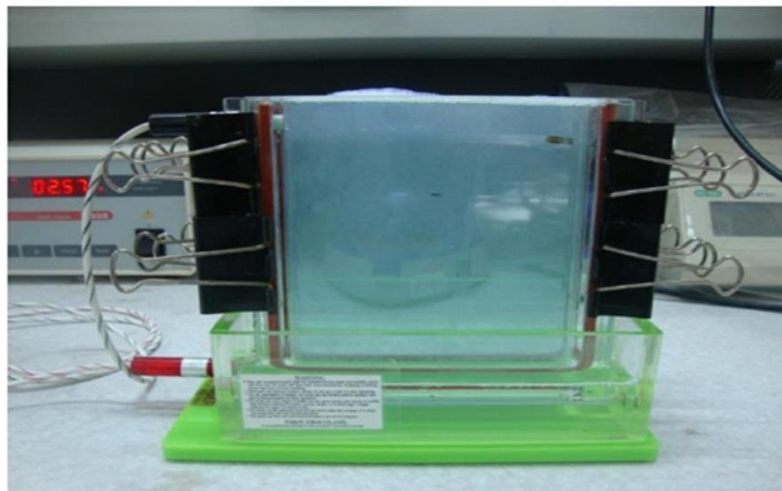
Induction Factor.²

Up-Regulated.³

Down-Regulated.⁴



شکل ۱. الکتروفورز بعد اول و جداسازی پروتئین‌ها بر اساس نقطه ایزوالکتریک^۵ (pI)



شکل ۲. الکتروفورز بعد دوم و جداسازی پروتئین‌ها بر اساس وزن مولکولی^۶ (MW)

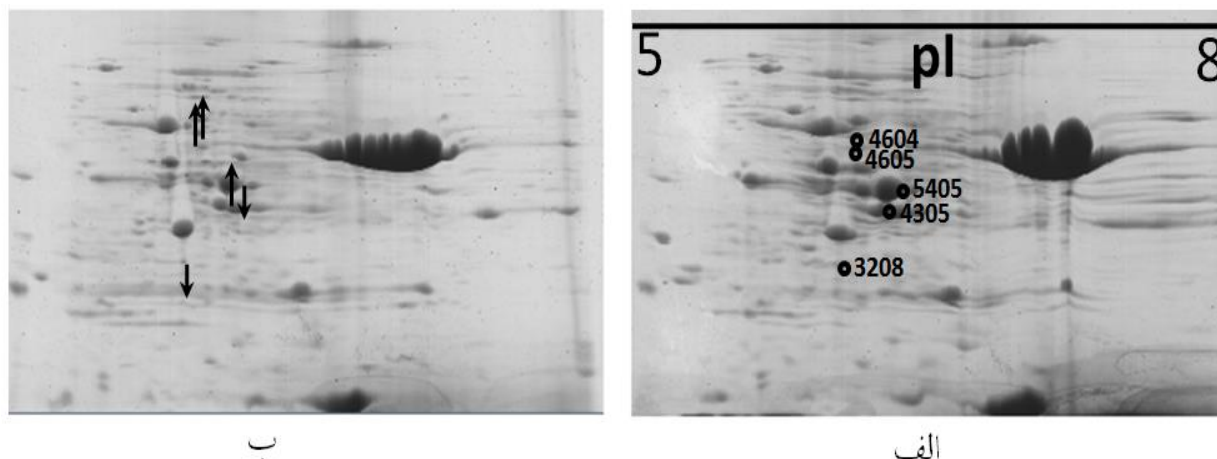
نتایج و بحث

پنج لکه پروتئینی در مقایسه تیمار شوری با شاهد رقم آرتا حداقل تغییر ۱/۵ برابری در بیان داشتند (شکل ۳). همه لکه‌های پروتئینی بجز لکه ۵۴۰۵ افزایش بیان در شرایط شوری نشان دادند. وزن مولکولی، نقطه ایزوالکتریک و فاکتور القا برای لکه‌های پروتئینی و پروتئین‌های احتمالی شناسایی شده در جدول ۱ نشان داده شده است. لکه ۴۳۰۵ با احتمال زیاد پروتئین تنظیمی Eukaryotic translation initiation factor 4B یا فاکتور شروع ترجمه ۴B بود که افزایش بیان داشت. پروتئین‌های تنظیمی دخیل در انتقال پیام و بیان ژن، در پاسخ به تنش شوری نقش دارند (کائور و گوپتا ۲۰۰۵). به‌طور کلی پروتئین‌های شناسایی شده را بر اساس کارکرد می‌توان به صورت زیر دسته بندی نمود. پروتئین‌های درگیر در تاخوردگی و

⁵ Isoelectric Point.

⁶ Molecular Weight.

پروتئولیز پروتئین، پروتئین‌های درگیر در مسیرهای تولید انرژی و پروتئین‌های تنظیمی با کارکرد نامشخص. برخی از این پروتئین‌ها شامل انواع فاکتورهای رونویسی، پروتئین کینازها مانند MAPK، پروتئین فسفاتازها و فسفولیپازها می‌باشند (رسول نیا و همکاران ۲۰۱۱).



شکل ۳. ژل الکتروفورز دو بعدی رقم آرتا در شرایط شاهد (الف) و شوری ۲۵۰ میلی مولار کلرید سدیم (ب) و محل لکه‌های پروتئینی با بیان معنی‌دار

جدول ۱. لکه‌های پروتئینی با تغییر بیان معنی‌دار در رقم گندم تحت بررسی و پروتئین‌های احتمالی شناسایی شده

پایگاه اطلاعاتی	منبع پروتئین	MW- pI آزمایشی	MW-pI تنوری	شماره ثبت در NCBI ^۱	پروتئین همولوگ	شماره لکه
GeneBank	<i>Pandorina morum</i>	6.10/38.76	5.5/40.8	BAB18833.1	ATP-synthase beta sub-units	3208
GeneBank	<i>Triticum aestivum</i>	6.28/49.29	5.7/47.6	AAC28254.1	Eukaryotic translation initiation factor 4B	4305
GeneBank	<i>Triticum aestivum</i>	6.19/72.26	4.9/73.72	ACT65562.1	70 kDa Heat shock protein	4604
GeneBank	<i>Triticum aestivum</i>	6.19/70.37	4.9/73.72	ACT65562.1	70 kDa Heat shock protein	4605
UniProtKB	<i>Triticum aestivum</i>	6.35/53.7	5.6/59.3	P20858.1	ATP-synthase beta chain	5405

نتیجه‌گیری

از پروتئین‌های پاسخ به تنش شوری، دو گروه اصلی پروتئین‌های ساختاری و تنظیمی قابل ذکر هستند. پروتئین‌های ساختاری مانند HSP ها که در حفاظت گیاه در برابر تنش و بازسازی خسارات وارده فعالیت دارند. از جمله دیگر پروتئین‌های دفاعی گیاه، پروتئین‌های غشایی مثل انتقال دهنده‌ها هستند. دسته دوم پروتئین‌های تنظیمی هستند، مثل فاکتورهای پروتئینی مرتبط با انتقال پیام و بیان ژن‌هایی که به تنش شوری پاسخ می‌دهند. لکه‌های پروتئینی ۴۶۰۴ و ۴۶۰۵ که احتمال دارد پروتئین شوک حرارتی *hsp 70* باشد، در شرایط تنش شوری افزایش بیان بیش‌تری داشت. همانند آزمایش گلخانه‌ای، در آزمایش پروتئومیک نیز حساس بودن رقم آرتا تحت تنش شوری تأیید شد.

منابع

Castillejo, M., Maldonado, A.M., Ogueta, S. and Jorrín, J.V., 2008. Proteomic analysis of responses to drought stress in sunflower (*Helianthus annuus*) leaves by 2DE gel electrophoresis and mass spectrometry. *The Open Proteomics Journal* 1: 59-71.

¹. Protein ID



- Gao, L., Yan, X., Li, X., Guo, G., Hu, Y., Ma, W. and Yan, Y., 2011.** Proteome analysis of wheat leaf under salt stress by two-dimensional difference gel electrophoresis (2D-DIGE). *Phytochemistry* 72: 1180-1191.
- Huang L, Raats D, Sela H, Klymiuk V, Lidzbarsky G, Feng L, Krugman T and Fahima T., 2016.** Evolution and Adaptation of Wild Emmer Wheat Populations to Biotic and Abiotic Stresses. *Phytopathology*. 54:279-301.
- Huo, C.-M., Zhao, B.-C., Ge, R.-C., Shen, Y.-Z. and Huang, Z.-J., 2004.** Proteomic analysis of the salt tolerance mutant of wheat under salt stress. *Yi Chuan Xue Bao* 31: 1408-1414.
- Kaur, N. and Gupta, A.K. 2005.** Signal transduction pathways under abiotic stresses in plants. *Current Science* 88: 1771-1780.
- Parker, R., Flowers, T.J., Moore, A.L. and Harpham, N.V. 2006.** An accurate and reproducible method for proteome profiling of the effects of salt stress in the rice leaf lamina. *Journal of Experimental Botany* 57: 1109-1118.
- Qureshi, M.I., Qadir, S. and Zolla, L. 2007.** Proteomics-based dissection of stress-responsive pathways in plants. *Journal of Plant Physiology* 164: 1239-1260.
- Rasoulnia, A., Bihamta, M.R., Peyghambari, S.A., Alizadeh, H. and Rahnama, A., 2011.** Proteomic response of barley leaves to salinity. *Molecular Biology Reports* 38: 5055-5063.
- Saqib, M., Zörb, C. and Schubert, S., 2006.** Salt-resistant and salt-sensitive wheat genotypes show similar biochemical reaction at protein level in the first phase of salt stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169: 542-548.
- Witzel, K., Weidner, A., Surabhi, G.-K., Börner, A. and Mock, H.-P. 2009.** Salt stress-induced alterations in the root proteome of barley genotypes with contrasting response towards salinity. *Journal of Experimental Botany* 60: 3545-3557.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Evaluation of two dimensional electrophoresis pattern of wheat leaf (Arta cultivar) under salt stress in Hydroponic culture

Akbar Marzooghian^{1*}, Mohammad Moghaddam², Mahmoud Toorchi² & Mohammad Reza Shakiba³

¹ Crop and Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran

² Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³ Department of Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author, email: a.marzooghian@areeo.ac.ir

Abstract

Considering to the expansion of saline lands in Iran and the importance of wheat as the most important strategic crop, wheat cultivar breeding and improvement is the main priority. The understanding of response to salinity in molecular level can be useful to wheat breeding. In order to study, the reaction of Arta was evaluated for two levels of NaCl (0 and 250 mM) in the sand culture in hydroponic system. For proteomics protein pattern of leaf tissues was studied by IEF as first dimensional and SDS-PAGE as second dimensional, respectively. Quantity of spot proteins was analyzed by PDQuest software after staining by comassie blue. About 132 replicable spots were observed in 5-8 pI and 20-120 kD molecular weight range. Five spots had significant expression. Four spots were up-regulated while, one spot was down-regulated. Search for proteins spots in data base showed mentioned spots probably were structural proteins such as heat shock proteins, and regulation proteins such as translation factors.

Keywords: Bread Wheat, Greenhouse, NaCl stress, Proteomics



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر اصلاح‌کننده‌های آلی و معدنی مختلف بر رشد و عملکرد گندم تحت تنش شوری در یک خاک شور-سدیمی

ملیحه فولادی دورهانی^{۱*}، محمد شایان نژاد^۲، حسین شریعتمداری^۳، محمد رضا مصدقی^۲
^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
^۲ دانشیار گروه علوم مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
^۳ استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

شوری و سدیمی بودن خاک یکی از مشکلات جهانی است که در زمین‌های فاریاب در نواحی خشک و نیمه‌خشک بوجود می‌آید. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و معدنی بر عملکرد گندم در یک خاک شور-سدیمی اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی، با در نظر گرفتن دو فاکتور اصلاح‌کننده و درصد آبشویی در شرایط گلخانه انجام شد. اصلاح‌کننده‌ها شامل بیوجار، بیوجار+کود، سوپرچادب، زئولیت اصلاح‌شده با کلرید کلسیم و شاهد با در نظر گرفتن دو سطح آبشویی ۱۵ و ۳۰٪ بود. نتایج نشان داد اثر کاربرد اصلاح‌کننده بر اجزاء عملکرد گندم معنی‌دار بود ($P < 0.001$). میزان عملکرد گندم در تیمارهای سوپرچادب، بیوجار و بیوجار+کود در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بیشترین عملکرد گندم ($33/18 \text{ g column}^{-1}$) در تیمار سوپرچادب و کمترین مقدار آن ($15/43 \text{ g column}^{-1}$) در شاهد مشاهده گردید. بین سطوح آبشویی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کاربرد اصلاح‌کننده‌های بیوجار، بیوجار+کود و سوپرچادب روشی مناسب برای افزایش عملکرد گندم و اصلاح خاک‌های شور در مناطق خشک و نیمه‌خشک است.

کلمات کلیدی: خاک شور-سدیمی، بیوجار، سوپرچادب، زئولیت، عملکرد.

مقدمه

شوری و سدیمی بودن خاک یکی از مشکلات جهانی است که در زمین‌های فاریاب در نواحی خشک و نیمه‌خشک بوجود می‌آید (David و Dimitrios, 2002). مطالعه‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای زیادی برای اصلاح خاک‌های شور-سدیمی انجام شده است. از جمله اصلاح‌کننده‌های خاک می‌توان به اصلاح‌کننده‌های معدنی (مانند گچ، سوپرچادب، و زئولیت) و اصلاح‌کننده‌های آلی (مانند کود، بیوجار و بقایای گیاهان) اشاره نمود (Mahmodabadi و همکاران 2013، Chaganti و همکاران 2015، Akhtar و همکاران 2015). بیوجار یک ماده بسیار متخلخل غنی از کربن است، که در طی فرآیند پیرولیز زیست‌توده در دمای کمتر از ۷۰۰ درجه سلسیوس در شرایط بدون اکسیژن یا کمبود اکسیژن تولید می‌شود. اخیراً بیوجار به عنوان اصلاح‌کننده، کود کندرها و بهبوددهنده حاصلخیزی خاک و رشد گیاه در خاک‌های با محدودیت استفاده می‌شود. در این راستا، Xu و همکاران (۲۰۱۶) اثر بیوجار را بر حاصلخیزی خاک و رشد گندم در یک خاک شور-سدیمی بررسی نمودند. آنان به این نتیجه رسیدند که دمای کمتر پیرولیز، مقدار فسفر قابل‌دسترس بیشتری برای گیاه فراهم می‌کند و عملکرد افزایش می‌یابد. همچنین در پژوهشی دیگر، سطوح مختلف شوری و بیوجار بر رشد و عملکرد لوبیا در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. در کل با افزایش سطوح بیوجار و شوری تا حد معینی، عملکرد دانه نسبت به شاهد (بدون بیوجار) افزایش یافت (Rezaei و همکاران 2019). در مطالعه‌ای دیگر، کاربرد بیوجار در کاهش آثار منفی تنش شوری در گندم در شرایط گلخانه‌ای با دو سطح ۱ و ۲ درصد بررسی شد. جوانه‌زنی و رشد تحت تأثیر بیوجار بهبود یافت. بیشترین تأثیر در سطح ۲ درصد مشاهده گردید. Al-Busaidi و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر همزمان زئولیت و آب شور بر رشد جو را بررسی نمودند. کاربرد همزمان زئولیت کلسیمی و آب شور، آثار مضر شوری را تقلیل می‌دهد و عملکرد را افزایش داد. ویژگی‌های فیزیکی نامناسب خاک‌های شور-سدیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث محدود کردن رشد ریشه و کاهش عملکرد محصول می‌شود. گندم مهمترین محصول زراعی تحت کشت است. بنابراین برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، روش‌های مدیریتی مختلفی از جمله کاربرد اصلاح‌کننده‌ها استفاده می‌شود.

با توجه به شورشدن منابع آبی، باید یک راه حل برای استفاده همزمان آب شور و جلوگیری از شورشدن خاک اتخاذ نمود. بنابراین بررسی اثر استفاده همزمان از آب با کیفیت پایین همراه با اصلاح‌کننده‌ها برای اصلاح خاک‌های شور-سدیمی ضروری است. لذا پژوهش حاضر با بررسی اثرات اصلاح-کننده‌های مختلف بر عملکرد گندم تحت شرایط شوری-سدیمی یک خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با دو فاکتور اصلاح‌کننده و درصد آبشویی (آرایش فاکتوریل) در گلخانه دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان با مختصات جغرافیایی ۴۳° ۵۱' طول شرقی و ۳۲° ۳۹' عرض شمالی در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا در آمد. تیمارها شامل؛ بیوچار (۲٪)، بیوچار+کود گاوی (۲٪)، زئولیت اصلاح‌شده با کلرید کلسیم (۲٪)، سوپر جاذب استاکوزورب (۱٪) و شاهد (بدون اصلاح‌کننده) بود. دو سطح آبشویی ۱۵ و ۳۰ درصد نیز در نظر گرفته شد. بیوچار از مخلوط باگاس، چوب درخت کاج و شلتوک برنج در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس تهیه شد. ابتدا اصلاح‌کننده‌ها با خاک مخلوط شده و به مدت ۴۰ روز انکوبه شد. پس از آن خاک‌های تیمار شده در داخل ستون‌های GRP به قطر ۲۳/۵ و طول ۶۰ سانتی‌متر پر شد. قبل از کشت، ستون‌ها برای کاهش شوری و SAR به مقدار ۲ برابر حجم آب منفذی (Pore volume) آبشویی شدند. پس از آن گندم بهاره افق در عمق ۲ سانتی‌متر کشت شد و پس از استقرار، به ۲۰ بوته در هر ستون تنک شد. ستون‌ها در هر بار آبیاری به مقدار ظرفیت نگهداشت به اضافه درصد آبشویی آبیاری شدند. رطوبت خاک در طول دوره کشت با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج SM-150 در سه عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتی‌متری در هر ستون اندازه‌گیری شد. گیاهان پس از رسیدن فیزیولوژیک دانه‌ها برداشت شدند (شکل ۱). پس از برداشت؛ پارامترهای گیاهی شامل طول ساقه، طول خوشه، وزن دانه، وزن هزار دانه و وزن تازه اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین وزن خشک، گیاه به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک شد. بافت به روش پیپت، هدایت الکتریکی و pH در عصاره گل اشباع با دستگاه مولتی pH و EC متر HACH اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید. تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی خاک در جدول ۱ و شوری و pH تیمارهای مختلف نیز پیش از کاشت در جدول ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمایی از ستون‌های کشت‌شده در گلخانه

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد مطالعه

ماده آلی	چگالی ظاهری	شن	سیلت	رس	بافت خاک
درصد	(g cm) ^{-۳}	(در صد)	(در صد)	(در صد)	
۱/۵۶	۱/۱۵	۱۸/۴	۶۰/۸	۲۰/۷	لوم سیلتی

جدول ۲. میانگین چگالی ظاهری، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی دائم، شوری و pH خاک در تیمارهای مختلف پس از 2PV آبیویی و پیش از کشت

پارامتر	Ctrl	SA	ZC	BM	B
EC _e (dS m ⁻¹)	۱۲/۸۹	۱۰/۶۸	۱۲/۰۹	۱۱/۲۵	۱۰/۸۴
pH	۶/۷۶	۷/۳۸	۷/۳۰	۷/۲۵	۷/۲۶
BD (g cm ⁻³)	۱/۲۹	۱/۰۵	۱/۳۶	۱/۱۵	۱/۱۱
FC (g g ⁻¹)	۲۸/۸	۳۶/۸	۲۸/۷	۲۹/۴	۲۹/۲
PWP (g g ⁻¹)	۲۰/۵	۲۰/۰	۲۰/۸	۲۱/۰	۲۰/۳

B: بیوچار، BM: بیوچار + کود گاوی، ZC: زئولیت اصلاح شده با کلرید کلسیم، SA: سوپرچادب Ctrl: شاهد

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر اصلاح کننده و درصد آبیویی و اثر برهم کنش آن‌ها بر عملکرد گندم در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کاربرد اصلاح کننده اثر معنی داری بر عملکرد کاه و کلش گندم داشت ($P < 0.001$). نتایج نشان داد که درصد آبیویی و اثر برهم کنش آن‌ها از لحاظ آماری اثر معنی داری بر عملکرد گندم نداشت. همه اجزاء عملکرد گندم تحت تأثیر اصلاح کننده‌ها قرار گرفت. در حالت کلی با افزایش سطح آبیویی، مقدار عملکرد گندم افزایش یافت.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر برهم کنش تیمارهای اصلاح کننده و آبیویی بر عملکرد گندم

میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	طول خوشه (cm)	طول ساقه (cm)	وزن هزار دانه (g)	وزن دانه (g column ⁻¹)	وزن خشک کاه (g column ⁻¹)
اصلاح کننده	۴	۱/۴۰۰***	۹۷/۱۲۷***	۳۱۷/۱۳۲***	۸۸/۳۳۴***	۱۶۸/۶۳۷***
درصد آبیویی	۱	۱۱/۶۸۳ ^{ns}	۰/۴۳۳ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۱۰۶/۱۵۰ ^{ns}	۲۱/۲۱۸ ^{ns}
اصلاح کننده × درصد آبیویی	۴	۰/۰۸۶ ^{ns}	۱۱/۱۰۳ ^{ns}	۵/۲۳۸ ^{ns}	۸/۰۹۶ ^{ns}	۸/۵۸۱ ^{ns}
خطای آزمایشی	۲۰	۰/۲۶۶	۸/۰۲۰	۹/۲۳۸	۶/۷۴۵	۹/۱۶۶

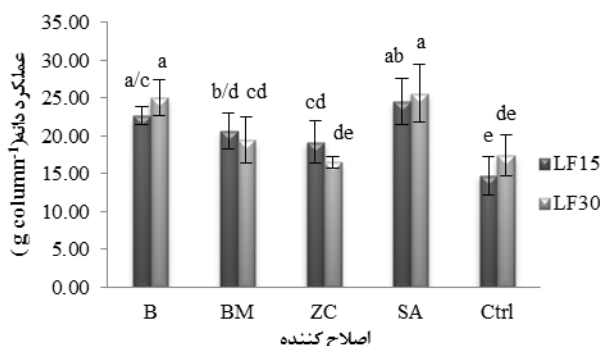
ns و ***: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۱ درصد.

بیشترین و کمترین عملکرد دانه، برابر با ۲۵/۶۱ گرم در ستون در تیمار سوپرچادب با آبیویی ۳۰٪ و ۱۴/۷۴ گرم در ستون در شاهد با آبیویی ۱۵٪ مشاهده شد (شکل ۲). تیمار بیوچار، بیوچار+کود و سوپرچادب نسبت به شاهد، افزایش عملکرد دانه نشان دادند. Rezaei و همکاران (۲۰۱۹) و Akhtar و همکاران (۲۰۱۵) به نتیجه مشابهی دست یافتند. آن‌ها مشاهده کردند که ترکیب بیوچار به همراه کود (BM) و بدون کود (B) تفاوت قابل توجهی در عملکرد دانه نسبت به شاهد نشان داد. ترکیب بیوچار با کود گاوی (BM) تأثیر قابل توجهی بر وزن هزار دانه نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۴)

عملکرد کاه از ۳۳/۱۸ گرم در ستون برای تیمار سوپرچادب به ۱۵/۴۳ گرم در ستون در شاهد کاهش یافت (جدول ۴). تیمار سوپرچادب افزایش قابل توجهی در مقدار عملکرد کاه نسبت به شاهد و زئولیت نشان داد ($P < 0.05$). همچنین کاربرد بیوچار افزایش قابل توجهی نسبت به شاهد نشان داد. این با نتایج به دست آمده از پژوهش Rezaei و همکاران (۲۰۱۹) و Neguyen و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی داشت. تیمارهای کود و بیوچار و بیوچار، از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشتند. این با نتیجه به دست آمده از پژوهش Neguyen و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش نمودند که ترکیب بیوچار و کود گاوی (BM) اثر قابل توجهی بر عملکرد کاه نسبت به بیوچار نداشت. با افزایش سطح آبیویی، عملکرد کاه به جزء در تیمار زئولیت، افزایش یافت.

بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه، برابر با ۵۲/۸۰ سانتی‌متر در تیمار سوپرچاد با آبشویی ۳۰٪ و ۴۰/۴۴ سانتی‌متر در شاهد با آبشویی ۱۵٪ مشاهده شد. بیشترین و کمترین طول خوشه، برابر با ۸/۵۸ سانتی‌متر در تیمار سوپرچاد با آبشویی ۱۵٪ و ۶/۵۱ سانتی‌متر در شاهد با آبشویی ۱۵٪ مشاهده شد (جدول ۴). بیوچار و سوپرچاد، افزایش قابل توجهی در طول خوشه و ارتفاع گیاه نسبت به شاهد ایجاد کردند. این با نتیجه به دست آمده از پژوهش Akhtar و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی ندارد. آن‌ها مشاهده کردند که بیوچار تأثیر قابل توجهی نسبت به شاهد نداشت. ارتفاع گیاه و طول خوشه در تیمارهای مختلف به صورت زیر بود:

شاهد > زئولیت اصلاح شده > بیوچار + کود گاوی > بیوچار > سوپرچاد



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش اصلاح‌کننده و آبشویی بر عملکرد دانه (حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون LSD است).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش اصلاح‌کننده و درصد آبشویی بر مقدار عملکرد گندم

تیمار اصلاح‌کننده	اجزاء عملکرد					درصد آبشویی
	B	BM	ZC	SA	Ctrl	
وزن خشک گاه	۲۴/۰۰ b/d	۲۳/۲۴ c/e	۲۰/۱۶ d/f	۲۸/۷۶ ab	۱۵/۴۲ f	۱۵
	۲۵/۳۵ bc	۲۳/۷۱ b/e	۱۶/۶۸ ef	۳۳/۱۸ a	۱۹/۰۶ d/f	۳۰
وزن هزار دانه	۲۷/۶۸ b	۲۶/۳۲ a	۲۸/۶۵ bc	۳۷/۶۸ a	۲۵/۲۸ c	۱۵
	۳۹/۸۳ b	۳۷/۵۳ a	۲۶/۰۵ bc	۳۹/۸۳ a	۲۴/۲۳ c	۳۰
طول ساقه	۵۱/۶۹ ab	۴۷/۸۱ bc	۴۷/۷۸ bc	۵۲/۵۱ ab	۴۰/۴۴ c	۱۵
	۵۰/۷۰ ab	۴۸/۶۶ a/c	۴۴/۵۸ cd	۵۲/۸۰ a	۴۴/۶۷ cd	۳۰
طول خوشه	۸/۳۹ a	۸/۰۶ ab	۷/۵۰ b	۸/۵۸ a	۶/۵۱ c	۱۵
	۸/۴۶ a	۷/۹۸ ab	۷/۳۶ bc	۸/۵۲ a	۷/۲۷ bc	۳۰

B: بیوچار، BM: بیوچار + کود گاوی، ZC: زئولیت اصلاح‌شده با کلرید کلسیم، SA: سوپرچاد استکازوب و Ctrl: شاهد.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد کاربرد اصلاح‌کننده (به ویژه سوپرچاد) باعث افزایش عملکرد گاه و دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تفاوت معنی‌داری بین سطوح آبشویی مشاهده نگردید. بنابراین می‌توان با مصرف آب کمتر، به عملکرد قابل قبول دست یافت. به طور کلی، برتری اجزاء عملکرد گندم در اصلاح‌کننده‌های مختلف به صورت زیر بود:

شاهد > زئولیت اصلاح شده > بیوچار + کود گاوی > بیوچار > سوپرچاد



در بین اصلاح‌کننده‌ها، ژئولیت روندی مشابه با شاهد از خود نشان داد و دلیل آن را می‌توان به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (شوری، چگالی ظاهری و ظرفیت زراعی) پس از ترکیب این مواد با خاک نسبت داد (جدول ۲). با توجه به اینکه، شوری و سدیمی بودن یکی از مشکلات اساسی در زمین‌های فاریاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، لذا می‌توان کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی (بیوجار، بیوجار+کود) و معدنی (سوپرجاذب) مورد آزمایش را در بهبود عملکرد و اصلاح خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک پیشنهاد داد.

منابع

- Akhtar, S. S., Andersen, M.N., and Liu, F. 2015. Residual effects of biochar on improving growth, physiology and yield of wheat under salt stress. *Agricultural Water Management*, 158, 61–68.
- Al-Busaidi, A., Yamamoto, T., Inoue, M., Eneji, A. E., Mori, Y. and Irshad, M., 2008. Effects of zeolite on soil nutrients and growth of barley following irrigation with saline water. *Journal of Plant Nutrition*, 31(7), 1159–1173.
- Chaganti, V. N., Crohn, D. M., L and Simunek, J. 2015. Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline-sodic soil with moderate SAR reclaimed water. *Agricultural Water Management*, 158, 255–265.
- David, R. and Dimitrios.P. 2002. Diffusion and cation exchange during the reclamation of saline structured soils. *Geoderma*, 107, 271–279.
- Mahmoodabadi, M., Yazdanpanah, N., Rodriguez Sinobas, L and Pazira, E. 2013. Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments (I): Redistribution of soluble cations within the soil profile. *Agricultural Water Management*, 120, 30–38.
- Rezaei, N., Razzaghi, F. and Sepaskhah, A.R. 2019. Different levels of irrigation water salinity and biochar influence of faba bean yield, water productivity, and ions uptake. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50 (5), 1-16.
- Xu, G., Zhang, Y., Sun, J., and Shao, H. 2016. Negative interactive effects between biochar and phosphorus fertilization on phosphorus availability and plant yield in saline sodic soil. *Total Science of Environment*, 568, 910–915



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of different organic and mineral amendments on wheat growth and yield under salinity stress in a saline-sodic soil

Fooladi dorhani^{*1}, M., Shayannejad², M., Shariatmadari, H.³ Mosaddeghi, M.R.³

¹ PhD Student, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

² Assoc. Prof., Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

³ Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

Soil salinization and sodification are global problems occurring in irrigated fields in arid and semi-arid areas. This study was conducted to investigate the effects of some organic and mineral amendments on wheat yield in a saline-sodic soil. The experiment was carried out in a completely randomized design with two factors (amendment and leaching fraction) in greenhouse conditions. The amendments were biochar, biochar+manure, superabsorbent, zeolite modified with CaCl₂ and control with considering two levels of leaching fraction of 15 and 30%. The results showed that the effect of the amendments on the yield components of wheat was significant ($P < 0.001$). The yield increased in super absorbent, biochar and biochar + manure treatments as compared to control. The highest (33.18 g column⁻¹) and the lowest straw yield (15.43 g column⁻¹) were recorded in superabsorbent treatment and control, respectively. The leaching levels were not significantly different. In general, this study suggested that the use of amendments including biochar, biochar+manure and superabsorbent is a suitable method for increasing wheat yield and soil improvement in arid and semi-arid regions

Keywords: Saline-sodic soil, Biochar, Superabsorbent, Zeolite, Yield

* Corresponding author, Email : malihe_foladi@yahoo.com

کاهش فسفر قابل جذب در شالیزار در اثر اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی

رضا شمس^۱، رضا ابراهیمی^۲، محمود فاضلی سنگانی^۳
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان
^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
^۳ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

چکیده

تسطیح و یکپارچه سازی شالیزار یکی از عملیات مهم و اصلی در ایجاد زیربنای لازم به منظور تحول در بخش کشاورزی است. یکی از اهداف اصلی عملیات تسطیح و یکپارچه سازی، کاستن و ساده سازی نیازهای رایج کشاورزی و امکان انجام کشت و کار به مراتب کاراتر و آسانتر، افزایش بهره وری اراضی و نیروی کار است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر عملیات تسطیح اراضی بر مقدار فسفر خاک در اراضی شالیزاری استان گیلان اجرا گردید. این پژوهش در اراضی شالیزاری تجهیز شده چهار منطقه لشت نشاء، کوچصفهان، سنگر و لولمان در استان گیلان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. مقدار فسفر قابل دسترس خاک در ۲۰ نقطه از هر منطقه قبل و بعد تسطیح اندازه گیری و اختلاف آن به وسیله آزمون t بصورت مجزا در هر یک از مناطق بررسی شد. نتایج نشان داد که غلظت فسفر قابل استفاده خاک در هر چهار منطقه مورد مطالعه بعد از تسطیح کمتر بود. هر چند این اختلاف در منطقه لشت نشاء از نظر آماری معنی دار نبود. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که تسطیح اراضی شالیزاری علاوه بر تغییرات زیر بنایی، موجب تغییر در مقدار فسفر خاک می شود که باید در مدیریت زراعی و کود دهی اراضی شالیزاری تجهیز شده مدنظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: برنج، فسفر قابل دسترس خاک، وضعیت حاصلخیزی، تسطیح اراضی.

مقدمه

تسطیح و یکپارچه سازی شالیزار یکی از عملیات مهم و اصلی در ایجاد زیربنای لازم به منظور تحول در بخش کشاورزی و ساماندهی و بهسازی شرایط فیزیکی در مزارع بوده که طی آن قطعات زراعی خرد و پراکنده هر چه بیشتر به سوی یکپارچگی پیش رفته و امکان مکانیزاسیون و ارتقاء سطح مدیریتی را به طور همزمان فراهم می آورد (Paz-Gonzales و همکاران ۲۰۰۰). از اهداف اصلی عملیات تسطیح و یکپارچه سازی، کاستن و ساده سازی نیازهای رایج کشاورزی و امکان انجام کشت و کار به مراتب کاراتر و آسانتر، افزایش بهره وری اراضی و نیروی کار، مرتب کردن اراضی و ایجاد راه ارتباطی بین مزارع، اصلاح سامانه آبیاری و زهکشی و بهبود مدیریت آبیاری (Parfitt و همکاران ۲۰۰۹) یکپارچه سازی قطعه های پراکنده، امکان ارتقای مکانیزاسیون و افزایش بازده کاربرد ادوات (Iqbal و همکاران ۲۰۰۵)، جلوگیری از ایجاد شرایط ماندابی در مزارع، افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی، تسهیل در عملیات کاشت، داشت و برداشت برنج و بهره مندی از تنوع کشت است (Kumar و همکاران ۲۰۱۷).

در مطالعات مختلف تاثیر عملیات تسطیح اراضی بر مقادیر عناصر مختلف خاک اشاره شده است. در این راستا Brye و همکاران (۲۰۰۳) در نتایج تحقیقی گزارش کردند که تبدیل قطعه هایی با تراس های کوچک به شکل کرت بزرگ با اجرای عملیات تسطیح و یکپارچه سازی، باعث افزایش تنوع و ناهمگونی خاک سطحی و زیرسطحی در کرت یکپارچه شد و این اثر، حتی طی ده ها سال پس از اجرای عملیات تسطیح و یکپارچه سازی به ویژه در نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ضخامت افق خاک سطحی، مشاهده شد. به طور کلی، تسطیح اراضی، سبب کاهش بازده محصول و کاهش موجودیت ویژه در نیتروژن، فسفر، پتاسیم و ضخامت افق خاک سطحی، میشود. به عبارتی تسطیح اراضی، کاهش بازده محصول و کاهش موجودیت عناصر غذایی در مرحله بعد از عملیات تسطیح را به همراه دارد (دوانگر و همکاران ۱۳۹۱). علاوه بر این، در خاک های زنده ای که دارای فعالیت های میکروبی مناسبی اند، در طول زمان لایه ای سطحی به ضخامت حدود پنج سانتیمتر تشکیل خواهد شد که بیشترین حجم رشد و فعالیت های جذبی ریشه در این لایه انجام میشود. با تخریب این لایه در طی جابجایی خاک، وضعیت میکروارگانیسم های خاک نیز تغییر نموده و از آنجا که این میکروارگانیسم ها

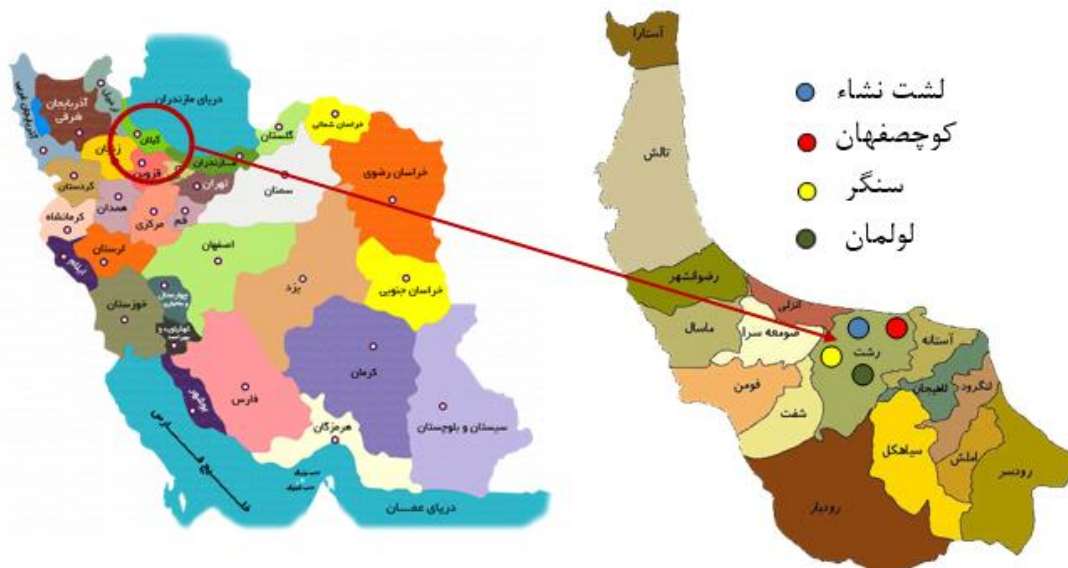


با تاثیر فعالیت‌های بیولوژیکی خود بر ذخایر آلی و معدنی خاک سبب حاصلخیزی خاک می‌شوند، لذا نهایتاً از پتانسیل باروری خاک نیز کاسته می‌شود (Miller, 1990).

فسفر یکی از عناصر غذایی ضروری گیاه بوده و در خاک‌هایی که فسفر قابل استفاده آنها پایین است، خاصیت انباری و مقاومت در مقابل سرما کاهش می‌یابد (Olsen و همکاران ۱۹۵۴). به دلیل حلالیت بسیار کم ترکیبات حاوی فسفر در خاک و تمایل واکنش‌های تعادلی آن به سمت فاز جامد، میزان فسفر در محلول خاک بسیار اندک است و به موازات جذب فسفر توسط ریشه گیاه، باید توسط منابع قابل دسترس در فاز محلول جایگزین گردد (Parfitt و همکاران ۲۰۰۹). همچنین عملیات مدیریتی و تسطیح اراضی بر میزان فسفر خاک اثر گذار است. هر چند اثرات مثبت تسطیح اراضی به مراتب از اثرات منفی آن بیشتر است، اما کمبود عناصر غذایی ضروری گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کربن آلی می‌تواند رشد گیاه را در زمین‌های تسطیح شده محدود کند (Robbins و همکاران ۱۹۹۹). همچنین با توجه به نقص فسفر در مرحله پنجه زنی، شدت کمبود این عنصر در مناطق تسطیح شده منطبق با مناطق خاکبرداری است و در اثر کمبود فسفر رشد ریشه و پنجه زنی آن محدود می‌گردد (Brye و همکاران ۲۰۰۳). با توجه به اینکه تسطیح و یکپارچه سازی اراضی در سطحی بیش از ۷۶۰۰۰ هکتار از شالیزارهای استان گیلان به مرحله اجرا درآمده، بررسی نقش این عملیات در مقدار عناصر غذایی این اراضی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و نتایج آن می‌تواند در تصمیم گیری بهتر برای اجرای تسطیح و یکپارچه سازی به منظور ساماندهی اراضی شالیزاری و ایجاد زیرساخت های مناسب، نقش بسزایی ایفا کند بنابراین پژوهش حاضر به منظور اثر عملیات تسطیح اراضی بر مقدار فسفر خاک در اراضی شالیزاری استان گیلان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مزارع شالیزاری مورد پژوهش، شامل شالیزارهای شهرستان لشت نشاء، کوچصفهان، سنگر و لولمان با مساحت تقریبی هر منطقه برابر با ۱۰۰ هکتار بود که توسط سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان در ۹۷ تجهیز و نوسازی شد. موقعیت مناطق مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. به منظور بررسی تغییرات فسفر قابل دسترس خاک، تعداد ۲۰ نمونه از هر منطقه به صورت نمونه مرکب از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری، قبل و بعد از اجرای طرح تجهیز تهیه گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیده و بعد از هوا خشک کردن و کوبیدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و سپس مقدار فسفر قابل دسترس آن به روش اولسن (Olsen و همکاران ۱۹۵۴) اندازه گیری شد. آزمون t وابسته برای بررسی تغییر معنی دار مقدار فسفر قابل دسترس خاک قبل و بعد از اجرای طرح تجهیز و نوسازی به صورت مجزا برای هر یک از چهار منطقه مورد مطالعه استفاده شد و رسم نمودارها در محیط نرم افزار Excel انجام شد.

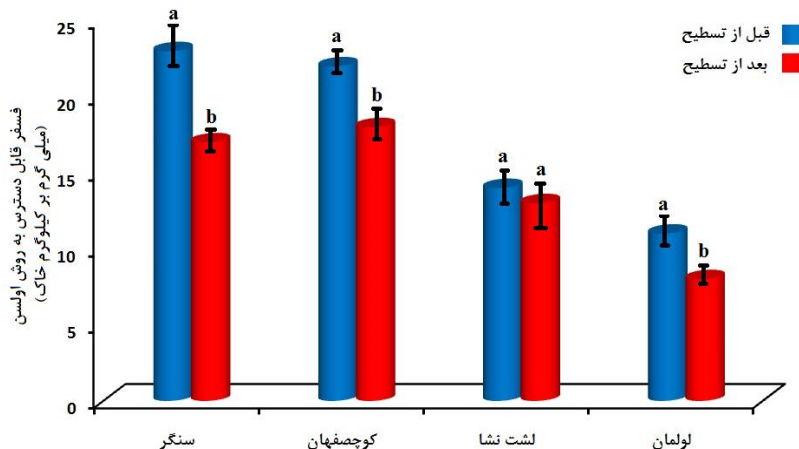


شکل ۱- موقعیت مناطق پژوهشی در شهرستان رشت

نتایج و بحث

نتایج آزمون t مقدار فسفر قابل دسترس خاک قبل و بعد از اجرای طرح تجهیز و نوسازی برای هر یک از چهار منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است. طبق شکل ۲ مقدار فسفر بعد از انجام عملیات تسطیح اراضی در هر چهار منطقه مورد مطالعه کاهش یافته است (شکل ۲). هر چند این کاهش در مورد منطقه لشت نشا از نظر آماری معنی دار نیست ولی در سه منطقه دیگر شامل سنگر، کوچصفهان و لولمان اختلاف مقدار فسفر قابل دسترس خاک در سطح ۵ درصد معنی دار شد. از دلایل عمده این موضوع می‌توان به عملیات خاکبرداری و در معرض قرار گرفتن خاک زیر سطحی با غلظت کمتر عناصر غذایی اشاره کرد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که عملیات خاکبرداری سبب تغییراتی در میزان عناصر خاک و تغییرات مکانی برخی خواص مرتبط با حاصلخیزی خاک می‌شود (دواتگر و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین طی عملیات تجهیز و تسطیح اراضی شالیزاری، لایه سطحی خاک برداشته شده و این لایه به طور مجدد توسط مجریان تسطیح به شالیزار برگردانده نشده است. در نتیجه لایه سطحی که در سالیان متوالی دارای فسفر بوده و دارای مقادیر زیادی فسفر نسبت به لایه زیرین است، از بستر رشد گیاه خارج می‌شود. این لایه سطحی دارای مواد آلی بوده و بخشی از این مواد آلی نیز، فسفر آلی می‌باشد که طی فرایند معدنی شدن به فسفر معدنی تبدیل می‌شود. در نتیجه بعد از عملیات تسطیح اراضی مقدار فسفر گیاه کاهش پیدا می‌کند. بدیهی است که این امر باعث برداشته شدن خاک سطحی و به هم خوردن اکوسیستم خاکی و انقطاع اکولوژیک در آن منطقه می‌شود (Brye و همکاران ۲۰۰۳).

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



شکل ۲- مقایسه مقادیر فسفر قبل و بعد از تسطیح اراضی

نتیجه گیری:

به طور کلی تسطیح و یکپارچه سازی باعث تغییراتی در مقدار فسفر خاک اراضی شالیزاری مورد پژوهش شد. نتایج ارزیابی های خاک نشان داد روند مشخصی برای فسفر در این مورد وجود داشت. به طوری که با انجام عملیات تسطیح اراضی، در همه شالیزارها مقدار فسفر کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که میزان فسفر قابل استفاده در حالت بعد تسطیح در ۳ منطقه تفاوت معنی داری با حالت قبل از تسطیح داشت. با توجه به نتایج بدست آمده می توان نتیجه گرفت که تسطیح اراضی شالیزاری علاوه بر تغییرات زیر بنایی، موجب تغییر در میزان فسفر قابل استفاده خاک نیز می شود که باید در مدیریت زراعی مزارع و توصیه کودی برای دستیابی به عملکرد مطلوب مدنظر قرار گیرد.

منابع:

- دوانگر، ن.، شکوری کتیگری، م. و یزدانی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی اثر عملیات تسطیح اراضی بر تغییرات مکانی برخی ویژگیهای مرتبط با حاصلخیزی خاکهای شالیزاری. نشریه دانش آب و خاک، ۱۱ (۲)، ۴۱-۵۴.
- Brye, K. R., Slaton, N. A., Stavins, M. C., Norman, R. J. and Miller, D. M. 2003. Short-term effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomass. *Soil Science Society of America Journal*, 67, 1405-1417.
- Iqbal, J., Thomasson, J. A., Jenkins, J. N., Owens, P. R. and Whisler, F. D. 2005. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. *Soil Sci Soc Am J*, 69, 1338-1350.
- Kumar, S., Dwivedi, A., Kumar, V., Ansari, M. Q. and Naresh, R. K. 2017. Effect of precision land leveling and Zinc bioavailability: Water use, productivity and input use efficiency in transition from flooded to aerobic rice (*Oryza sativa*). *International Journal of Chemical Studies*. 5, 110-118.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, C.A., (1954), "Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate", *Soil Science Society of America*. 21:144-149.
- Parfitt, J. M. B., Timm, L. C., Pauletto, E. A., Sousa, R. O., Castilhos, D. D., Ávila, C. L. and Reckziegel, N. L. 2009. Spatial variability of the chemical, physical and biological properties in lowland cultivated with irrigated rice. *R. Bras. Ci. Solo*. 33, 819-830.
- Paz-Gonzales, S. R., Vieira, M. P. T. and Castro, T. 2000. The effect of cultivation on the spatial variability of selected properties of an umbric horizon. *Geoderma*. 97, 273-292.
- Robbins, C. W., Westermann, D. T. and Freeborn, L. L. 1999. Phosphorus forms and extractability from three sources in recently exposed calcareous subsoil. *Soil Sci Soc Am J*, 63, 1717-1724.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility

of Land Leveling Effect on absorbable Assessment P values in Paddy Fields of Guilan province

Reza Shamsi ¹, Reza Ebrahimi ², Mahmood Fazeli Sangani ³

¹ Student, Master of Science in Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University

² Associate Professor Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Guilan University

² Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University

Abstract

Leveling and integrating paddy is one of the main operations in creating the necessary infrastructure for the development of agriculture. One of the main goals of the leveling and integration operations is to reduce and simplify the agricultural common needs and make far more efficient and easy cultivation possible, increasing land productivity and labor. The present study was carried out with the aim of investigating the effect of land leveling operations on phosphorus content in paddy lands of Guilan province. This research was carried out in paddy lands of Lashte-Nesha, kuchesfahan, Sangar and louleman of Guilan province in 2018. The amount of soil available phosphorus in 20 points of each area before and after the leveling was measured and the difference was determined by t-test in each of the studied areas. The results showed that the soil P concentration in all four studied areas after leveling was less than the previous level. However, this difference was not statistically significant in the Lashte- Nasha area. The results obtained in this study showed, In addition to infrastructural changes, the leveling of rice paddies also causes changes in phosphorus soil, which should be considered in agricultural management. **Keywords:** Fertility condition, land Leveling, rice plant, Soil phosphorus elements,



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای.

اثر کاربرد کودهای N-P-K بر عملکرد کمی و کیفی پسته (رقم احمد آقایی)

شیمای شهبازی منشادی^{۱*}، کاظم کمالی^۲، علی تاج آبادی پور^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

^۲ استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

^۳ استادیار بخش باغبانی، پژوهشکده پسته، رفسنجان

چکیده

تاکنون نیاز غذایی درختان پسته با توجه به تاثیر عوامل مختلف بر آن، به طور کامل مشخص نشده است. لذا برای رسیدن به یک رشد سریع و مطلوب و افزایش باروری درختان، بررسی غذایی آن‌ها یک امر ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح کودی مختلف به روی محصول و کیفیت میوه درخت پسته صورت گرفته است. آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با چهار تکرار در شرایط مزرعه‌ای انجام شده است. تیمارهای آزمایشی شامل کود اوره در چهار سطح (۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار)، کود سوپرفسفات تریپل در چهار سطح (۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ کیلوگرم بر هکتار) و کود سولفات پتاسیم در چهار سطح (۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم بر هکتار) می‌باشند. نتایج نشان داد با افزایش سطح کاربرد کودهای اوره و سولفات پتاسیم، میزان عملکرد کل کاهش می‌یابد. به طوری که بیشترین مقدار عملکرد کل در سطح ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و سولفات پتاسیم بوده، که به ترتیب به مقدار ۵۴/۱۶ و ۵۷/۸۱ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده است. بیشترین درصد رسیدگی میوه در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با افزایش ۸۰/۵۵ درصدی نسبت به شاهد بوده است. کاربرد کود سوپرفسفات تریپل تاثیر معنی داری به روی درصد خندانی و رسیدگی میوه نداشته است. بنابراین با کاربرد کودهای شیمیایی می‌توان بر بهبود عملکرد کمی و کیفی پسته افزود.

کلمات کلیدی: پسته، رقم احمدآقایی، ویژگی‌های کمی و کیفی، افزایش عملکرد، کودهای N-P-K.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera*) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی ایران می‌باشد، که از دیرباز در نقاط مختلف این کشور مورد کشت و پرورش قرار گرفته است (Tayefeh Aliakbarkhani و همکاران، ۲۰۱۵). این خشک‌میوه از مهم‌ترین محصولات باغی و از عمده‌ترین محصولات صادراتی غیر نفتی به شمار می‌رود. بنابراین به علت نقش مهم پسته در صادرات و جایگاه آن به عنوان یکی از منابع تامین ارز کشور، انجام عملیات موثر در جهت بالا بردن بازده تولید و کیفیت این محصول ضروری می‌باشد (کامیاب و همکاران، ۱۳۸۶). مدیریت مواد مغذی درختان میوه مانند پسته موجب افزایش عملکرد خالص آن‌ها می‌شود. همچنین بهبود کیفیت جوانه و میوه پسته ارتباط مستقیمی با مدیریت تغذیه آن دارد (Mahmoudi Meimand و همکاران، ۲۰۱۸). کودهای شیمیایی عمده‌ترین نقش را برای افزایش محصول در واحد سطح ایفا می‌کنند (گران ملک و همکاران، ۱۳۹۶). عناصر پر-مصرف نقش مهمی برای رشد گیاه و تولید محصول دارند. طبق مصرف رایج کودهای مورد نیاز پسته، تامین برخی از عناصر مانند ازت، فسفر و پتاسیم دارای اهمیت بیشتری می‌باشند. حدود بحرانی این عناصر در برگ پسته به ترتیب مقادیر ۱/۸، ۰/۱۴ و ۱/۶ درصد می‌باشد. در دهه اخیر به دلیل افزایش سطح زیر کشت پسته در جهان و تنوع پسته عرضه شده به بازارهای جهانی، رقابت شدیدی بین کشورهای صادرکننده به وجود آمده است (Razavi و همکاران، ۲۰۰۷). لذا بنا بر نظریه درویشیان (۱۳۸۱)، یکی از دلایل کاهش عملکرد و سال‌آوری محصول این درخت، مربوط به تغذیه نامناسب و عدم توازن غذایی می‌باشد. تاکنون نیاز غذایی درختان پسته (با توجه به تاثیر عوامل مختلف بر آن) به طور کامل مشخص نشده است. لذا برای رسیدن به یک رشد سریع و مطلوب و همچنین افزایش باروری درختان، بررسی غذایی پسته یک امر ضروری به نظر می‌رسد (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار در محدوده باغات پسته شهر رفسنجان به مساحت چهار هکتار در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل سه نوع کود در پنج سطح مختلف بوده‌اند. در پائیز ۱۳۹۶، کود اوره در سطوح (۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار)، کود سوپرفسفات تریپل در سطوح (۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود سولفات پتاسیم در سطوح (۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت چالکود به درختان پسته اضافه شد (شکل ۱). در این باغ فاصله ردیف‌ها از هم پنج متر و فاصله هر درخت از درخت دیگری در هر ردیف یک و نیم متر بود. آبیاری درختان پسته به روش غرقابی با فاصله زمانی ۳۲ روزه در این باغ انجام می‌گردد. بعد از گذشت فصل جوانه‌زنی و تولید محصول، در تابستان ۱۳۹۷ از درختان تحت تیمار، چندین خوشه به صورت تصادفی انتخاب گردید و تحت آنالیز کمی و کیفی قرار گرفت. وزن محصول به ازای هر خوشه، درصد پسته‌های خندان و رسیده از تعداد کل محاسبه گردید. نمونه‌برداری خاک به صورت مرکب از دو عمق ۵۰-۵۰ و ۱۰۰-۵۰ سانتی‌متری در سایه‌انداز درختان انجام گرفت. به منظور تعیین برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه، نمونه‌ها هوا خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برای اندازه‌گیری pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک از عصاره اشباع خاک استفاده شد. مقدار pH محلول خاک با استفاده از دستگاه pH متر مدل ۸۲۷ و قابلیت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج مدل ۸۶۵۰۳ اندازه‌گیری شد (Hesse, ۱۹۷۱). سدیم محلول خاک در عصاره‌ی گل اشباع و توسط دستگاه شعله‌سنج مدل Jenway PFP7 (Helmek and Sparks, ۱۹۹۶) و کلسیم و منیزیم به روش کلسیمتری اندازه‌گیری شدند. رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ و تجزیه آماری با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از اعمال کودها به صورت چالکود به درختان پسته

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای EC و pH مناسب و همچنین درصد سنگریزه‌ای پایینی بود. خاک مورد مطالعه نسبت جذب سدیم مناسبی را دارا و از نظر مقادیر عناصر کلسیم و منیزیم مناسب می‌باشد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

K	P	Total N	Na	Mg	Ca	SAR	pH	EC	عمق
mg kg ⁻¹		%		meq l ⁻¹				ds m ⁻¹	(cm)
۲۴۰	۲۵	۰/۰۲۸	۶/۰۰	۲/۰۰	۴/۰۰	۳/۵۰	۷/۵	۱/۲۲	۰-۵۰
۲۹۰	۲۰	۰/۰۳۰	۶/۵۰	۲/۵۰	۵/۰۰	۳/۴۰	۷/۶۵	۱/۴۰	۵۰-۱۰۰

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، کاربرد کود اوره تاثیر معنی‌داری به روی درصد خندانی میوه نداشته‌است (جدول ۲). عملکرد کل و درصد رسیدگی میوه با کاربرد کود اوره افزایش یافته است. کود اوره محتوای کلروفیل، فتوسنتز و عملکرد جذب ریشه را افزایش می‌دهد، در نتیجه موجب بهبود کیفیت و عملکرد محصول می‌شود (Wang و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود اوره بر روی برخی از خصوصیات کمی و کیفی پسته

میزان خندانی	میزان رسیدگی	عملکرد کل	سطوح کود
%		gr cluster ⁻¹	Kg he ⁻¹
۲۲/۵۰ ^a	۲۱/۳۷ ^b	۱۷/۴۲ ^b	صفر
۳۶/۹۳ ^a	۴۰/۲۱ ^{ab}	۳۱/۴۵ ^{ab}	۱۵۰
۴۰/۴۱ ^a	۳۶/۹۰ ^{ab}	۳۸/۰۰ ^a	۲۰۰
۳۸/۹۳ ^a	۴۸/۳۴ ^a	۳۶/۳۳ ^a	۲۵۰
۲۵/۹۵ ^a	۲۲/۲۵ ^b	۳۰/۱۶ ^{ab}	۳۰۰

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به کاربرد کود سوپرفسفات تریپل نشان داد، کاربرد کود سوپرفسفات تریپل تاثیر معنی‌داری به روی درصد خندانی و رسیدگی میوه نداشته‌است (جدول ۳). با کاربرد کود سوپرفسفات تریپل در سطوح بالاتر، میزان عملکرد کل افزایش پیدا می‌کند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل کود سوپرفسفات تریپل نشان می‌دهد، کاربرد این کود در سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد می‌شود. که این نتیجه با پژوهش رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۳)، مطابقت دارد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود سوپرفسفات تریپل بر روی برخی از خصوصیات کمی و کیفی پسته

میزان خندانی	میزان رسیدگی	عملکرد کل	سطوح کود
%		gr cluster ⁻¹	Kg he ⁻¹
۲۲/۵۰ ^a	۲۱/۳۷ ^a	۱۷/۴۲ ^b	صفر
۲۷/۰۱ ^a	۳۳/۷۶ ^a	۲۹/۲۸ ^{ab}	۲۰۰
۲۷/۴۹ ^a	۴۱/۳۳ ^a	۳۸/۹۹ ^a	۲۵۰
۴۸/۲۴ ^a	۳۹/۶۲ ^a	۲۷/۱۶ ^{ab}	۳۰۰
۳۹/۴۸ ^a	۳۲/۹۹ ^a	۴۰/۵۱ ^a	۳۵۰

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، کاربرد کود سولفات پتاسیم به روی درصد رسیدگی و خندانی میوه تاثیر معنی داری دارد. با افزایش کاربرد سطح سولفات پتاسیم از ۳۵۰ به ۴۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار، درصد خندانی و رسیدگی میوه کاهش می یابد. درصد کالی میوه رابطه‌ی نزدیکی با درصد رسیدگی میوه دارد، بنابراین عوامل موثر بر این دو شاخص بسیار به هم نزدیک می باشند. پتاسیم یک عنصر مهم در فرایند تشکیل میوه و بهبود کیفیت آن می باشد. بر اساس نتایج جدول ۴، کاربرد کود سولفات پتاسیم تاثیر معنی دار بیشتری نسبت به کود اوره و سوپرفسفات تریپل به روی عملکرد کل داشته است. طبق گزارشات Ben-Mimoun و همکاران (۲۰۰۴)، پتاسیم موجب افزایش وزن میوه و عملکرد محصول می شود، که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم بر روی برخی از خصوصیات کمی و کیفی پسته

سطوح کود	عملکرد کل	میزان رسیدگی	میزان خندانی
Kg he ⁻¹	gr cluster ⁻¹	%	%
صفر	۱۷/۴۳ ^c	۲۱/۳۷ ^b	۲۲/۵۰ ^b
۳۰۰	۴۱/۲۹ ^a	۳۰/۶۸ ^{ab}	۳۴/۵۳ ^{ab}
۳۵۰	۳۲/۷۴ ^{ab}	۴۷/۵۷ ^a	۵۲/۵۹ ^a
۴۰۰	۲۵/۲۶ ^{bc}	۲۶/۴۳ ^{ab}	۲۰/۰۶ ^b
۴۵۰	۳۶/۶۶ ^{ab}	۴۳/۰۱ ^{ab}	۳۵/۰۴ ^{ab}

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می باشند.

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به دلیل تامین عناصر پرمصرف ازت، فسفر و پتاسیم نقش بسزایی روی افزایش عملکرد کمی و کیفی پسته دارا می باشند. کود سولفات پتاسیم نسبت به سایر کودها دارای نقش مهم تری در افزایش عملکرد پسته (۵۷/۸۱ درصد) و درصد خندانی (۵۷/۲۱ درصد) آن می باشد. لذا چنانچه هدف افزایش عملکرد و درصد خندانی محصول در باغات پسته باشد، تغذیه پتاسیم نسبت به سایر عناصر دارای اهمیت بیشتری است. مدیریت پتاسیم در باغات پسته را می توان با کود سولفات پتاسیم انجام داد. افزایش درصد رسیدگی میوه (۵۵/۸۰ درصد)، بیش از همه تحت تاثیر کود اوره بوده است. کاربرد کود اوره و مدیریت آن به سبب تامین ازت گیاه و نقش مهم ازت در بهبود خواص کیفی میوه و افزایش رسیدگی آن دارای اهمیت می باشد. با توجه به نتایج حاصل پیشنهاد می گردد بسته به هدف تولید محصول، مقدار عناصر مورد نیاز گیاه در حد بهینه و نقش عناصر، مدیریت تغذیه درختان صورت گیرد.

منابع

- درویشیان م.، ۱۳۸۱، کشت و تولید پسته، (ترجمه)، موسسه نشر آیدگان، صفحه ۲۶۸.
- رضوانی مقدم، پ.، محمدآبادی، ع.ا.، فلاحی، ح.ر.، و اقحوانی شجری، م.، ۱۳۹۳، اثر مدیریت تغذیه ای بر عملکرد گل و رشد بنه در گیاه زعفران مزروعی (*Crocus sativus L.*) نشریه علوم باغبانی، ۲۸(۳)، ۴۳۴-۴۲۷.
- کامیاب ف.، وزرای ع.، عبادی ع. و پناهی ب.، ۱۳۸۶، زمان گل دهی، کمیت و کیفیت دانه گرده برخی از ژنوتیپ‌های پسته (*Pistacia vera L.*) در رفسنجان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۱(۱۱)، ۱۳۹-۱۳۱.
- گران ملک، ص.، شاهسونی، ش.، و قرنچیک، ش.، ۱۳۹۶، بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و کود گوسفندی بر ویژگی های عناصر غذایی برگ پرتقال (رقم تامسون ناول)، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۷(۳).



محمدی محمدآبادی ا.، علیپور ح.، غفاری موفق ف. و منعمزاده ع.، ۱۳۸۹، تأثیر سطوح مختلف ازت و آبیاری بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه خاش، مجله علوم باغبانی ایران، ۴۱ (۱)، ۲۷-۳۸.

- Ben-Mimoun M., Loumi O., Ghrab M., Latiri K. and Hellali R. 2004. Foliar potassium application on pistachio tree. Hort Sci 111, 224-228.
- Helmek, P. A. and Sparks, D. L. 1996. Lithium, sodium potassium, rubidium and cesium. In: Sparks, D. L. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. Soil Science Society of American Madison Wisconsin, 551-575.
- Hesse, P.R. 1971. A text book of soil chemical analysis. John Murray. London. Higginbotham, R. W., T. C. Paulitz., K. G. Compbell, and K. K. Kidwell. 2004. Evaluation of adapted wheat cultivars for tolerance to Pythium root rot. Plant Disease. 88, 1027- 1032.
- Mahmoudi Meimand, M.J., Shamshiri, M.H., Roosta, H.R., and Khan, U.E. 2018. Poultry manure application time on pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Advances in Horticultural Science. 32(2),177-183.
- Razavi, S.M.A., Emamzadeh, B., Rafe, A. and Mohammad Amini, A. 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety :part I. Geometrical properties, Journal of Food Engineering, 81,209-217.
- Tayefeh Aliakbarkhani, S., Akbari, M., Hassankhah, A., Talaie, A. and Fattahi Moghadam, M.R. 2015. Phenotypic and genotypic variation in IranianPistachios. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology.
- Wang, X. W., Kuai, J., Yu, J. and Liu, X. 2016. Effects of controlled/slow-released nitrogen fertilizers on physiological characteristics and quality of melon under substrate cultivation .Journal of Plant Nutrition and Fertilizer 22 (3), 847-854.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Effect of Application of N-P-K Fertilizers On The Quantitative and Qualitative Pistachio yield (Ahmad Aghaei Cultivar)

Shahbazi manshadi^{*1}, Sh., Kamali², K., Tajabadipour, A³

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

² Assistant Prof., Dry and Desert Areas Management Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

³ Assistant Prof, Horticultural Sciences Department, Pistachio Research Center, Rafsanjan, Iran.

Abstract

So far, the nutritional requirements of pistachio trees (due to the impact of various factors on it) have not been completely determined. Therefore, in order to achieve a rapid and desirable growth and increase the fertility of the trees, their nutritional studying seems to be necessary. The purpose of this study was to investigate the effect of different fertilizer levels on the product and quality of pistachio fruit. Experiment was set up in a completely randomized factorial design in farm conditions with four replications. Treatments included Urea chemical fertilizer in four levels (150, 200, 250 and 300 kg/he), Triple superphosphate chemical fertilizer in four levels (200, 250, 300 and 350 kg/he) and Potassium Sulfate chemical fertilizer in four levels (300, 350, 400 and 450 kg/he). the results showed Total yeild decrease with application of higher levels of urea and potassium sulfate fertilizers. So that, the highest total yield was at the level of 200 and 300 kg/he of urea and potassium sulfate fertilizers, Which respectively increased by 54.16% and 57.81% than of control. also, the highest ripening fruits percentage was in 250 kg/he of urea fertilizer with an increase 55.80% than of control. Application of Triple superphosphate fertilizer did not have a significant effect on the percentage of dehiscence and ripening of the fruit. Therefore, applying chemical fertilizers can improve the quantitative and qualitative pistachio yield.

Keywords: Pistachio, Ahmad Aghaei Cultivar, Quantitative and Qualitative properties, Yeild enhance, N-P-K fertilizer.

* Corresponding author, Email: sh.shahbazi_m@yahoo.com.

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر ریزوسفر و فواصل مختلف ریزوسفر پایه‌های مرکبات بر آهن قابل جذب در یک خاک آهکی

مریم کمالی‌زاده^{۱*}، سعید شفیعی^۲، محسن حمیدپور^۳، حسین شکفته^۴، سید محمد علوی‌سینی^۴^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت^۳ دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان^۴ استادیار بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

چکیده

مرکبات از جمله درختانی هستند که در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نیز کشت می‌گردند. در این مناطق خاک‌ها عمدتاً آهکی بوده و گیاهان کشت شده به دلیل pH بالای خاک دارای کمبود آهن می‌باشند. به منظور بررسی اثر ریزوسفر پایه‌های مختلف مرکبات بر قابلیت جذب آهن در خاک‌های آهکی آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. عامل‌های این آزمایش پایه‌های مختلف مرکبات و فواصل ریزوسفری بودند. پایه‌های مختلف مرکبات در جعبه‌های رایزوباکس کشت گردید و پس از گذشت پنج ماه از خاک ریزوسفری و فواصل مختلف ریزوسفری نمونه‌برداری انجام شد. در نمونه‌های برداشت شده آهن قابل جذب به روش DTPA و آهن کربناتی اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه واریانس مشاهده‌ها نشان داد غلظت آهن قابل جذب و آهن کربناتی بطور معنی‌داری تحت تأثیر خاک ریزوسفری و فواصل مختلف از خاک ریزوسفر قرار گرفتند؛ بطوریکه بیشترین غلظت آهن قابل جذب مربوط به بخش ریزوسفری و کمترین غلظت آهن قابل جذب را بخش دو میلی‌متری متأثر از ریزوسفر داشت. همچنین بخش غیرریزوسفری بیشترین غلظت آهن کربناتی و بخش دو میلی‌متری متأثر از ریزوسفر کمترین مقدار آهن کربناتی را داشت.

کلمات کلیدی: آهن قابل جذب، خاک آهکی، ریزوسفر

مقدمه

مرکبات از مهم‌ترین محصولات باغی در جهان با تولید سالانه‌ی ۱۳۶ میلیون تن می‌باشند (FAO, ۲۰۱۴) که بین عرض‌های جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و جنوبی از خط استوا با خاک مناسب، رطوبت کافی و عدم یخبندان کاشت می‌شوند (Davis and Albrigo, 1994). بنابراین مناطق عمده تولید مرکبات در مناطق نیمه‌گرمسیری بالاتر از ۲۰ درجه شمالی یا جنوبی می‌باشند (Agusti و همکاران ۲۰۰۳). در مناطق کشت مرکبات خاک‌ها عمدتاً آهکی و دارای pH قلیایی و مقدار اندکی مواد آلی می‌باشند. درختان مرکبات در خاک‌های با آهک زیاد از عملکرد بالایی برخوردار نمی‌باشند و با مشکل تغذیه عناصر کم‌مصرف به‌ویژه آهن در این نوع خاک‌ها روبه‌رو هستند (Castle and Nunnallee, 2009). آهن یکی از عناصر ضروری و کم‌مصرف برای گیاه است و نقش اساسی در ساختار و عملکرد کلروپلاست و انتقال الکترون در میتوکندری و چرخه فتوسنتز دارد که به مقدار نسبتاً کم توسط گیاه جذب می‌شود (Marschner, 2012). آهن کربناتی مربوط به آهن محبوس شده در کربنات‌ها می‌باشد (Xing, 2003). وجود کربنات‌ها ممکن است بخش آهن تبادل را کاهش دهد، زیرا آهن تبادل در خاک‌های آهکی مستعد رسوب یا محبوس شدن توسط کربنات‌ها می‌باشد (Zuo و همکاران ۲۰۰۷). رایج‌ترین روش‌های عصاره‌گیری مورد استفاده برای اندازه‌گیری آهن قابل جذب خاک عوامل کلات کننده مانند EDTA، DTPA، NH_4HCO_3 می‌باشند (Lindsay, 1991). اگر چه مقدار آهن کل در خاک‌های آهکی معمولاً زیاد است، اما مقدار آهن قابل جذب توسط گیاه به دلیل بالا بودن pH در برخی خاک‌ها کاهش می‌یابد. گیاهان در پاسخ به کمبود آهن از استراتژی‌های مختلفی برخوردار می‌باشند. مکانیسم پاسخ استراتژی I گیاهی به کمبود آهن که عمدتاً بوسیله افزایش فعالیت ردوکتاز و آزاد شدن پروتون بیشتر بعلاوه تراوش احیاکننده‌ها از ریشه بوده و استراتژی II که مربوط به گیاهانی است که بواسطه دفع سیدروفور به درون ریزوسفر توانایی کسب آهن را دارا هستند. pH بالا، سطوح بالای بیکربنات و ظرفیت بافری در خاک‌های آهکی مانع اسیدی شدن ریزوسفر، احیاء (Fe^{3+}) و به تبع آن جذب آهن می‌شود (Zheng, 2010).

* ایمیل نویسنده مسئول: maryamkamaliz.74@gmail.com

ریزوسفر به عنوان ناحیه دربرگیرنده ریشه‌های فعال مؤثر بر خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک ریزوسفری نسبت به خاک غیرریزوسفری، می‌تواند بر اجزاء عناصر و قابلیت جذب آن‌ها مؤثر باشد (Chen و همکاران ۲۰۰۶). گیاهان با تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک و همچنین ترشح ترکیبات مختلف در ریزوسفر به جذب آهن اقدام می‌کنند. ترشحات ریشه‌ای در ریزوسفر تثبیت فلزات را به وسیله مواد آلی خاک، اکسیدها، رس‌ها تعدیل کرده و قابلیت جذب آن‌ها را افزایش می‌دهند (Chen, 2003). (Hacisalihoglu, Kochian and 2003) گزارش نمودند که برخی از گیاهان قادر به آزاد نمودن فیتوسیدروفور از ریشه به خاک ریزوسفری می‌باشند که حلالیت آهن و در نتیجه قابلیت دسترسی آن را برای جذب توسط گیاه افزایش می‌دهند. همچنین اسیدهای آلی به‌طور مؤثری تحرک و جذب آهن را افزایش می‌دهند (Leu و همکاران ۲۰۰۶).

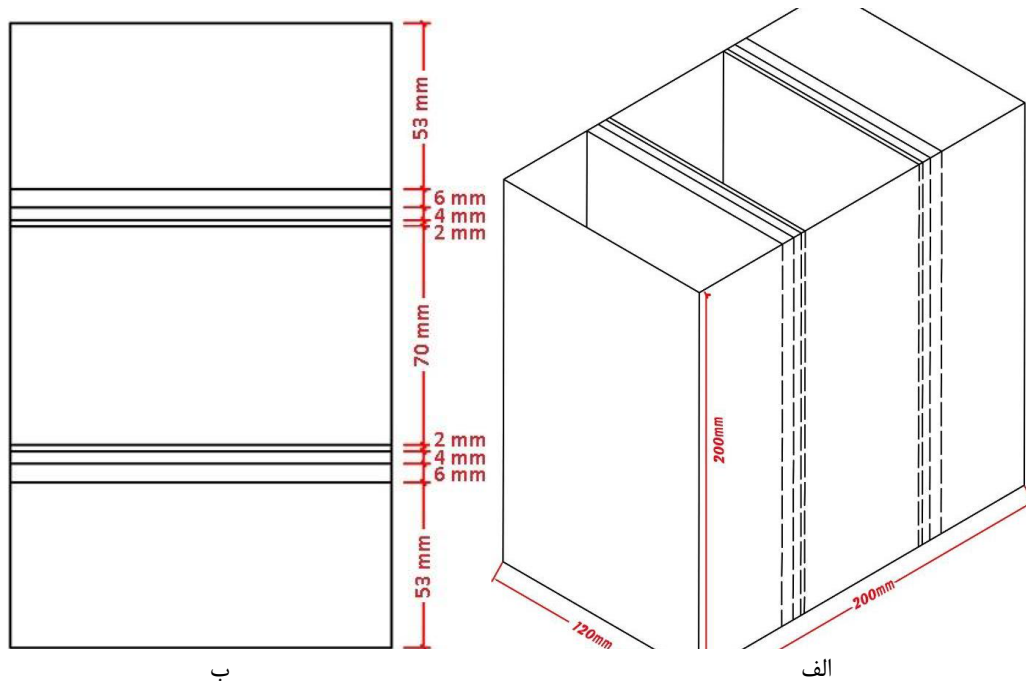
اگرچه پژوهش‌های مختلفی در مورد استراتژی‌های گیاهان بر جذب آهن انجام شده است اما پژوهشی که ریزوسفر و فواصل ریزوسفر پایه‌های مختلف مرکبات را بررسی کند انجام نشده است لذا هدف این پژوهش بررسی اثر ریزوسفر و فواصل مختلف ریزوسفری پایه‌های مختلف مرکبات بر غلظت آهن قابل جذب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش بصورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت به اجرا در آمد. برای این پژوهش از جعبه‌های رایزوباکس استفاده گردید که در این جعبه (شکل ۱) خاک ریزوسفری و فواصل ۲، ۴، ۶ و خاک غیرریزوسفری به‌وسیله توری از یکدیگر جدا گردید. عامل‌های آزمایش شامل پایه‌های مختلف مرکبات (ولکامریانا، پونسیروس، نارنج، بکرایی، تریوسیترنج، سیترمو، رافلمون، کلتوپاترا، رانگ پورلایم)، فواصل ریزوسفری (خاک ریزوسفری، فاصله ۲، ۴ و ۶ میلی‌متر از خاک ریزوسفری و یک خاک غیرریزوسفری) بودند. خاک مورد مطالعه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. پس از هوا خشک و عبور از الک دو میلی‌متری بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، pH با استفاده از pH سنج (Thomas, 1996) و کربنات کلسیم معادل به روش تیتتر کردن با اسید (Bashour and Sayegh, 2007) اندازه‌گیری شد. پس از تهیه جعبه‌های رایزوباکس که شامل پنج قسمت بودند یک بخش مرکزی که به‌عنوان ناحیه ریزوسفری، سه قسمت دو، چهار و شش میلی‌متری که در دو طرف ناحیه ریزوسفری قرار داشتند و به‌عنوان خاک متأثر از ریزوسفر در نظر گرفته شدند و یک بخش غیرریزوسفری که در دورترین فاصله از بخش ریزوسفری و در دوطرف قرار داشت، مقدار شش کیلوگرم خاک درون جعبه‌ها ریخته شد و ۱۰ بذر از پایه‌های مرکبات در عمق دو سانتی‌متری خاک در فواصل یکسان در بخش ریزوسفری کاشته شد. جعبه‌ها به صورت هفتگی آبیاری و در طول فصل رشد تغذیه به صورت کود آبیاری (بر مبنای تجزیه خاک) دو بار در هفته انجام شد. پس از گذشت پنج ماه نهال‌ها برداشت شد و ریشه‌های باقیمانده در خاک ریزوسفری و متأثر از ریزوسفر با استفاده از الک و انبرک جدا شد و خاک مربوط به هر بخش از جعبه‌های رایزوباکس به‌طور جداگانه هوا خشک گردید. سپس مقدار آهن قابل جذب به روش عصاره‌گیری با DTPA (Norvell and Lindsay, 1978) و آهن کربناتی با روش (Salbu, 1998) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس مشاهده‌ها و مقایسه میانگین به روش آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	pH	EC (dS/m)	کربنات کلسیم معادل (در صد)
سیلتی لوم	۲۷/۲	۵۰	۲۲/۸	۸/۸	۰/۷۴	۳۵/۶



شکل (۱) تصویر شماتیک رایزوباکس با طول ۲۰۰ میلی‌متر، عرض ۱۲۰ میلی‌متر و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر (الف)، نمای رایزوباکس از بالا قسمت موسوم به رایزوسفر با ابعاد ۷۰*۱۲۰ میلی‌متر که از هر دو طرف با فواصل ۲، ۴ و ۶ میلی‌متر با استفاده از توری فلزی یا منافذ ۳۷ میکرون از خاک غیرریزوسفری (مرسوم به توده خاک) با ابعاد ۵۳*۱۲۰ میلی‌متر جدا شده است (ب).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مشاهده‌ها نشان داد فاصله‌های رایزوسفر پایه‌های مرکبات تأثیر کاملاً معنی‌داری بر غلظت آهن قابل جذب و آهن کربناتی داشت (جدول ۲) بطوریکه مقدار آهن قابل جذب بخش رایزوسفری نسبت به توده خاک بیشتر و بخش دو میلی‌متری متأثر از رایزوسفر کمترین مقدار جذب آهن را داشت. بین دو بخش سه و چهار میلی‌متری متأثر از رایزوسفر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). همچنین بخش غیرریزوسفری (توده خاک) بیشترین مقدار آهن کربناتی و بخش دو میلی‌متری متأثر از رایزوسفر کمترین مقدار آهن کربناتی را داشت (شکل ۳). (McGrath and Bernal, 1994) گزارش کردند که افزایش مقدار روی قابل استفاده در رایزوسفر می‌تواند به دلیل کمپلکس روی با ترکیبات آلی در محلول خاک باشد که عصاره‌گیرها توانایی استخراج این گونه روی را دارند محققین شرایط بیولوژیکی و شیمیایی متفاوت رایزوسفر نسبت به توده خاک را باعث تغییر در اجزاء عناصر در خاک و در نتیجه تغییر در قابلیت جذب عناصر برای گیاه گزارش کردند (Dessureault-Rompre و همکاران ۲۰۰۸). (Dinkelaker و همکاران ۱۹۸۹) گزارش کردند که سیترات ترشح شده در رایزوسفر گیاه در خاک آهنی، می‌تواند با ایجاد رسوب کلسیم - سیترات افزایش معنی‌داری در مقدار روی قابل عصاره‌گیری با DTPA شود.

نتایج پژوهش‌ها در خاک‌های آهنی نشان داد pH، مقدار رس، آهن بلورین ناقص، ماده آلی، کلسیم تبدلی و مقدار کربنات کلسیم معادل مهمترین ویژگی‌های خاک هستند که فراهمی آهن قابل جذب خاک را برای گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهند (Al-Mustafa و همکاران ۲۰۰۱). محققان بیان کردند که افزایش مواد آلی و تجزیه آن در خاک‌ها باعث کاهش pH خاک هر چند موضعی شده و با کاهش pH خاک، مقدار کربنات‌ها در خاک و در نتیجه مقدار آهن پیوسته به کربنات‌ها نیز کاهش می‌یابد (Miodrag و همکاران ۲۰۱۱). دلیل اینکه فراهمی آهن قابل جذب با افزایش ماده آلی افزایش می‌یابد این است که ماده آلی باعث بهبود تهویه خاک، بروز شرایط احیا، تولید اسیدها و عرضه عوامل کلات‌کننده می‌شود اما مهمترین تأثیری

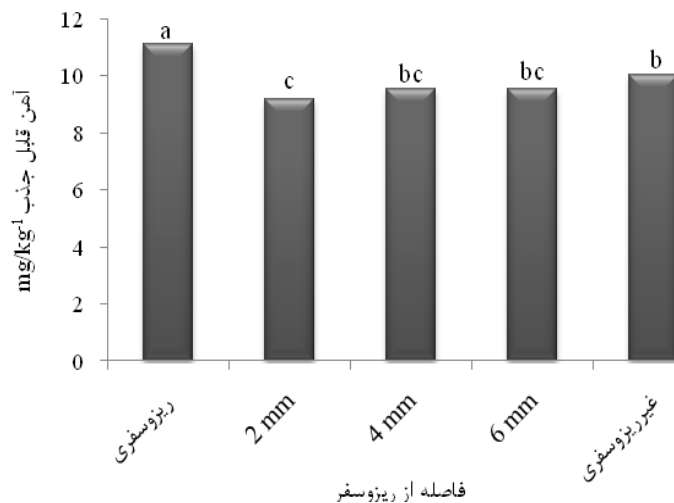
که مواد آلی روی انحلال پذیری آهن دارند در توانایی احیای Fe^{3+} به Fe^{2+} ست (تجزیه مواد آلی باعث احیای مکان‌های ریز خاک و در نتیجه افزایش فراهمی آهن برای گیاهان می‌شود) فرآیند احیا در سطح ریشه و ریزوسفر جایی که ترشحات ریشه آزاد می‌شود، عامل مهمی در فراهمی آهن برای گیاهان به حساب می‌آید (Mahashabde and Patel, 2012).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مقدار آهن قابل جذب و آهن کربناتی پایه‌های مختلف در فواصل ریزوسفری

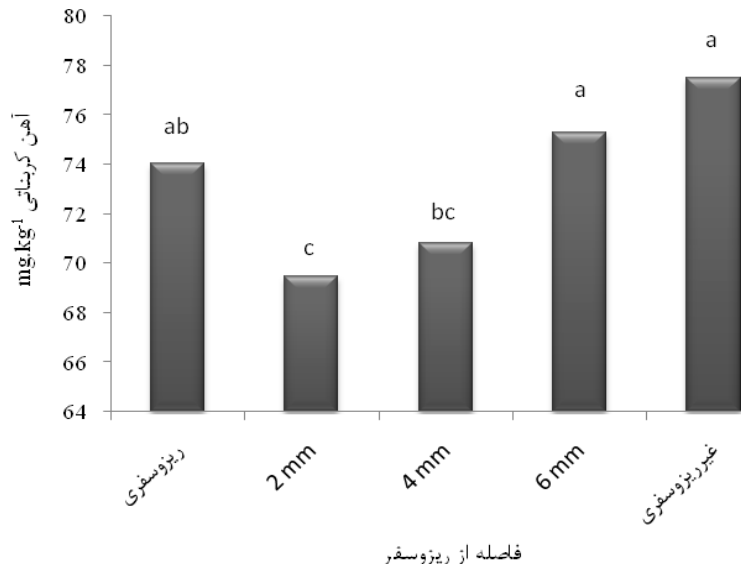
میانگین مریعات (MS)		درجه آزادی	منابع تغییر
آهن کربناتی (mg.kg)	آهن قابل جذب (mg.kg)		
۶۷/۳۵ ^{NS}	۲/۴۴۹ ^{NS}	۴	پایه
۲۸۸/۸۹ ^{**}	۱۵/۲۷۷ ^{**}	۸	فاصله از ریزوسفر
۳۳/۴۵ ^{NS}	۱/۴۹۹ ^{NS}	۳۲	پایه*فاصله ریزوسفر
۳۹/۲۷	۱/۶۶۹	۹۰	خطای آزمایشی
۸/۵۳	۱۳/۰۸	-	ضریب تغییرات (درصد)

^{NS} و ^{**}: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

ریشه گیاه ۶۰-۳۰ درصد از کربن خالص فتوسنتز را دریافت می‌کند که حدود ۲۰ درصد را به صورت ترشحات به ریزوسفر آزاد می‌کند که می‌تواند در جذب عناصر مؤثر باشد. بنابراین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی توده خاک با خاک ریزوسفری می‌تواند متفاوت باشد و وسعت و میزان این تفاوت و تغییرات بین توده خاک و خاک ریزوسفری به مقدار زیادی به اثرات متقابل بین گونه‌های گیاهی مختلف و خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک بستگی دارد (Hinsinger و همکاران ۲۰۰۹). همچنین (Hinsinger and Gilke, 1996) اظهار داشتند افزایش جذب و فراهمی فلز در ریزوسفر به برآیند شیب‌های بیوژئوشیمیایی pH، DOC، پتانسیل اکسید و احیا و غلظت فلز بستگی دارد.



شکل ۲- اثر فاصله از ریزوسفر بر غلظت آهن قابل جذب



شکل ۳- اثر فاصله از ریزوسفر بر غلظت آهن کربناتی

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت آهن قابل جذب در خاک ریزوسفوری نسبت به توده خاک افزایش معنی‌داری داشت. اما غلظت آهن کربناتی در توده خاک و خاک شش میلی‌متری متأثر از ریزوسفر بیشتر از خاک ریزوسفوری بود.

منابع

- Agusti, M., Almeda V., Juan M., Mesejo C. and Martinez-Fuentes A. 2003. Rootstock influence on the incidence of frond breakdown in Navelate sweet orange. *Journal of Horticultural Science Biotechnology*, 78, 554-558.
- Bashour, I. and Sayegh, A.A. 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.
- Chen, Y. M., Wang, M. K. and Huang, P. M. 2006. Catechin transformation as influenced by aluminum. *J. Agric Food Chem*, 54, 212-218.
- Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1994. Citrus. Wallingford, UK: CAB International.
- Dessureault-Rompré, J., Nowack, B., Schulin, R., Tercier-Waeber, M. L. and Luster, J. 2008. Metal solubility and speciation in the rhizosphere of *Lupinus albus* cluster roots. *Environmental science and technology*, 42(19), 7146-7151.
- Hinsinger, P., Bengough, A.G., Vetterlein, D., and Young, I.M. 2009. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. *Plant Soil*, 321, 1-2, 117-152.
- Luo, L., Zhang, S., Shan, X.Q. and Zhu, Y.G. 2006. Oxalate and root exudates enhance the desorption of p,p'-DDT from soils. *Chemosphere*, 63, 1273-1279.
- Mahashabde, J. P. and Patel, S. 2012. DTPA-Extractable micronutrients and fertility status of soil in Shirpur Tahasil region. *Int. J. Chem.Tech. Res*, 4(4), 1681-1685.
- Marschner, H., and Marschner, P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants, (3th ed.). Australia, Academic press.
- Miodrag, Ž. J., Jelena, M., Srecko, T. I., Dragisa, S. M. and Srdan, I. 2011. Distribution and forms of iron in the vertisols of Serbia. *J. Serb. Chem. Soc*, 76(5), 781-794.
- Salbu, B. 1998. Characterisation of radioactive particles in the environment. *Analyst*, 123(5), 843-850.
- Zheng, S.J. 2010. Iron homeostasis and iron acquisition in plants: maintenance, functions and consequences. *Ann. Bot*, 105, 799-800.
- Zuo, Y., Ren, L., Zhang F. and Jiang, R.F. 2007. Bicarbonate concentration as affected by soil water content controls iron nutrition of peanut plants in a calcareous soil. *Plant Physio. Biochem*, 45(5), 357-364



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of rhizosphere and different distances of citrus base rhizosphere on absorbable iron in a calcareous soil

Kamali-Zadeh^{*1}, M., Shafiei², S., Hamidpour, M.³ Shekofteh, H.² Alavi-Siney⁴, S. M.

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran

³ Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran

⁴ Assistant Prof., Horticultural and Crop Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran

Abstract

Citrus are usually grown and developed in soils of arid and semi-arid areas Iran. In these areas, the soils are mostly limestone and the cultivated plants have iron deficiency due to high soil pH. In order to investigate the rhizosphere effect of various citrus bases on iron absorption in calcareous soils, a factorial experiment was carried out in a completely randomized design. Factors of this experiment were different citrus rootstocks and rhizosphere distances. Different citrus rootstocks were cultivated in Rhizobox, and after five months, sampling was done from rhizosphere soil and different rhizosphere distance. In harvested samples, absorbable and carbonated iron were measured. The results of ANOVA analysis showed that the absorbable and carbonated iron significantly affected the rhizosphere soil and different rhizosphere distances; The highest concentration of absorbable iron was related to the rhizosphere and the lowest iron concentration was related to the 2 mm section of the rhizosphere distance. Also, the highest and lowest carbonated absorbable iron concentrations were related to non-rhizosphere and 2mm distances from the rhizosphere, respectively. **Keywords:** absorbable iron, calcareous soil, rhizosphere

* Corresponding author, Email: maryamkamaliz.74@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم بر جذب عناصر میکرو فلزی در گندم (رقم روشن)

- شیمیا شهبازی منشادی^{۱*}، محمدعلی حکیمزاده^۲، محدثه السادات میرعزآبادی^۳، حانیه بهاری مقدم^۴، فخرالسادات حسینی^۵
- ^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ^۲ دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
- ^۵ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم بر روی جذب عناصر میکرو فلزی، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این تحقیق، کود سولفات پتاسیم در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بررسی شد. مقدار وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع اندام هوایی، حجم ریشه، غلظت عناصر پرمصرف (ازت، فسفر و پتاسیم)، عناصر کم مصرف (آهن، روی و منگنز) و همچنین جذب عناصر کم مصرف ذکر شده، تعیین گردید. نتایج تجزیه واریانس این تحقیق نشان داد که اثر کود سولفات پتاسیم بر روی برخی صفات مورد بررسی معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که در شرایط گلخانه‌ای، بیشترین میزان حجم ریشه، وزن تر اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، مربوط به گلدان‌های سطح صفر کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم بوده است. همچنین جذب روی، در سطح صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم، تفاوت معنی داری با دو سطح دیگر داشت. بر اساس نتایج این پژوهش، تفاوت معنی داری بر روی جذب عناصر میکرو فلزی، بین سطح صفر کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و دیگر سطوح آن، مشاهده شد. همچنین افزایش کود سولفات پتاسیم تاثیری بر روی جذب عناصر میکرو فلزی و دیگر پارامترهای آزمایش شده نداشت.

کلمات کلیدی: سولفات پتاسیم، عناصر میکرو فلزی، گندم، رقم روشن.

مقدمه

تغذیه‌ی مناسب گیاهان توسط عناصر پرمصرف و کم‌مصرف غذایی، یکی از عوامل مهم در بهره‌وری کشاورزی می‌باشد. گندم با نام علمی (*Triticum*) از مهمترین غلات است. این گیاه یکساله و از خانواده گرامینه‌ها می‌باشد. گندم در سراسر جهان کشت می‌شود و از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین گیاهان در جهان محسوب می‌شود (Kausar and Gull, ۲۰۱۴). این گیاه، یکی از مهمترین محصولات استراتژیک کشاورزی است و با توجه به نقش آن در تامین حجم عظیمی از نیاز غذایی بشر، تغذیه‌ی آن، از اهمیت بالایی برخوردار است. قدمت کشت و مصرف نکردن کودهای پتاسیمی در خاک‌های زراعی ایران، باعث تخلیه پتاسیم گردیده و میزان پتاسیم قابل دسترس را در اکثر خاک‌ها به زیر حد بحرانی رسانده است. پتاسیم معمولاً به صورت منابعی از کودهای شیمیایی، بقایای محصولات، کودهای آلی و زیستی به خاک اضافه می‌شود (Soltani و همکاران، ۲۰۱۰). کمبود پتاسیم باعث ضعف سیستم ریشه‌ای می‌شود که موجب کاهش جذب عناصر غذایی لازم و در نتیجه باعث تولید بذور و میوه‌های کوچک و چروکیده و در نهایت کاهش عملکرد می‌گردد (پوری و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از کودهای شیمیایی علاوه بر نقش تغذیه‌ای آنها، جهت حمایت گیاه برای تحمل در برابر تنش‌های محیطی و جلوگیری از کاهش عملکرد، از اهمیت زیادی برخوردار است (شریفی و همکاران، ۱۳۹۲). بر اساس نظر شریفی و همکاران (۱۳۹۲)، میزان مناسب کود سولفات پتاسیم باعث جذب بیشتر پتاسیم و در نهایت افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. پتانسیل حاصلخیزی زمین و فراهمی عناصر غذایی آن برای گیاه تنها به غلظت عناصر غذایی موجود در خاک بستگی ندارد، بلکه به روابط متقابل عناصر با یکدیگر بسیار وابسته است (gaj

* ایمیل نویسنده مسئول: sh.shahbazi_m@yahoo.com



and gurski, ۲۰۱۴). روابط متقابل منفی بین عناصر ضروری برای گیاه، می‌تواند منجر به کاهش جذب عنصر و در نتیجه کاهش عملکرد آن شود. از طرفی دیگر، روابط متقابل مثبت بین آن‌ها نیز می‌تواند به جذب بهتر عناصر، کمک کند. این مطالعه با هدف دسترسی به بهترین سطح از کود سولفات پتاسیم برای جذب بهتر عناصر میکرو فلزی، افزایش رشد و عملکرد گیاه گندم و همچنین اثرات متقابلی که افزایش جذب پتاسیم بر روی جذب عناصر کم‌مصرف و سایر خصوصیات گیاه ایجاد می‌کند، صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با یک نوع رقم گندم در سه تکرار، به صورت گلخانه‌ای در گلخانه تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد انجام شد. در این آزمایش مقادیر کود سولفات پتاسیم در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان منبع تغییر اصلی به کار گرفته شد، که تیمارهای کودی قبل از کاشت اعمال گردید (جدول ۱). بذور گندم در گلخانه‌های دو کیلوگرمی با سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم به تعداد یکسان (بیست عدد بذر) کاشته شدند. خاک گلخانه‌ها از یکی از روستاهای توابع مهریز (منشاد) تهیه شده و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مربوط به آن به صورت جدول ۲ آورده شده است. گلخانه‌ها به مدت هشت هفته، به طور مرتب و یکسان آبیاری گردید. هنگامی که ارتفاع گیاهچه‌های گندم به ۱۰ سانتی‌متر رسید، عملیات تنک گیاهچه‌ها به ۱۰ عدد و وجین علف‌های هرز روییده در گلخانه‌ها انجام شد.

جدول ۱- سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم

تیمار	غلظت کود سولفات پتاسیم
K ₀ (شاهد)	صفر کیلوگرم در هکتار
K ₁	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار
K ₂	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار
K ₃	۲۰۰ کیلوگرم در هکتار

مقدار EC و pH خاک گلخانه‌ها در عصاره اشباع تعیین شد. درصد کربن آلی به روش اکسیداسیون تر در مجاورت بی‌کرومات پتاسیم و اسیدسولفوریک غلیظ، درصد نیتروژن کل با استفاده از روش کلدال، فسفر قابل جذب با عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم و دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم قابل جذب با عصاره‌گیر استات آمونیوم و دستگاه فلیم فتومتر، آهن، روی و منگنز قابل جذب با عصاره‌گیر DTPA و دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. پس از گذشت حدود هشت هفته از اعمال تیمارهای کود سولفات پتاسیم، ریشه و اندام هوایی گیاه به طور جداگانه برداشت و با آب مقطر شسته شدند. بلافاصله وزن تر اندام هوایی و ریشه با دقت ۰/۰۰۱ گرم، ارتفاع اندام هوایی با دقت ۱ سانتی‌متر و حجم ریشه با دقت ۰/۱ سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. بعد از آن، ریشه و اندام هوایی در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. سپس وزن خشک اندام هوایی و ریشه نیز با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. اندام هوایی گندم برای آزمایشات بعدی به مقدار ۰/۵ گرم در دمای ۴۴۰ درجه سانتی‌گراد کوره به مدت ۴ ساعت به خاکستر تبدیل و در نهایت توسط اسید کلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد. در عصاره اسیدکلریدریک گیاه، غلظت پتاسیم جذب‌شده موجود در اندام هوایی با دستگاه فلیم فتومتر، غلظت فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر، غلظت آهن، روی و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی خوانده شد. همچنین درصد نیتروژن کل اندام هوایی گندم با استفاده از روش کلدال اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین دانکن، در نرم افزار SPSS Statistics 20 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۲) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک نسبتاً کم با ماده آلی بالا (بیشتر از ۱ درصد) و دارای بافت لومی‌رسی بود.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌ها

بافت	منگنز	روی	mg kg ⁻¹			pH	نیترژن	کربن آلی	آهک	EC
			آهن	پتاسیم	فسفر					
لومی رسی	۱۲/۳۹۲	۱/۵۷۴	۸/۱۹۰	۵۲۶/۰۷۹	۵۸	۸/۲۸	۰/۲۱۵	۱/۸۰۶	۶	۱/۴۴

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم بر روی طول اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، غلظت پتاسیم، فسفر، نیترژن، آهن، روی و منگنز موجود در اندام هوایی و همچنین جذب آهن و منگنز معنی‌دار نبوده است. اما تاثیر سطوح مختلف کود بر روی وزن تر و خشک ریشه و همچنین جذب روی در سطح ۵ درصد و حجم ریشه و وزن تر اندام هوایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گیاه گندم

میانگین مربعات									درجه آزادی	منابع تغییرات
فسفر	نیترژن	پتاسیم	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن تر اندام هوایی	طول ساقه	حجم ریشه	پارامتر	
۱۳۵۲۰۸/۳۳۳ ^{ns}	۰/۰۲۰ ^{ns}	۵۸۵۸۲۴۲۳/۷۵ ^{ns}	۰/۱۷*	۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۱۷۴*	۶/۶۵۱**	۵/۶۳۴ ^{ns}	۱/۲۱۹**	تیمار	
۱۱۲۷۰۸/۳۳۳	۰/۰۴۰	۳۰۴۶۲۸۶۷/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۷	۰/۸۱۵	۴/۵۵۹	۰/۱۴۹	خطای آزمایش	

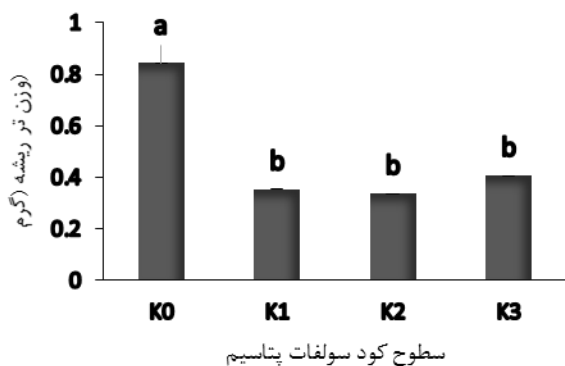
^{ns} و *، ** به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و ۱ درصد است.

جدول ۴- تجزیه واریانس غلظت و جذب عناصر میکرو فلزی در گیاه گندم

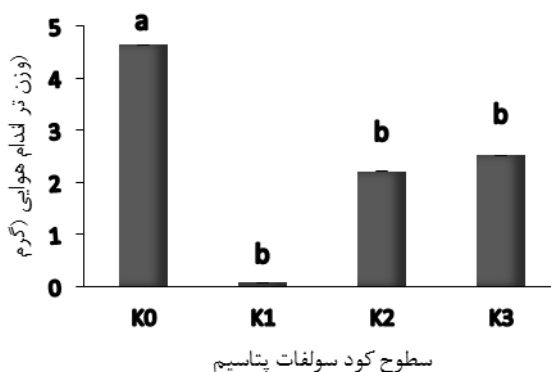
میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
جذب آهن	جذب منگنز	جذب روی	آهن	منگنز	روی	پارامتر	
۱۲۵۲۲۰/۶۴۳ ^{ns}	۱۸۵/۸۷۶ ^{ns}	۳۵/۵۹۴*	۳۳۸۹۶۰/۲۴۳ ^{ns}	۲۳/۷۱۸ ^{ns}	۲/۷۶۲ ^{ns}	تیمار	
۲۵۰۱۹۷/۵۲۶	۶۸/۵۲۱	۷/۹۱۵	۳۶۸۹۲۷/۲۸۳	۱۵/۳۱۲	۲/۶۶۴	خطای آزمایش	

^{ns} و *، ** به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و ۱ درصد است.

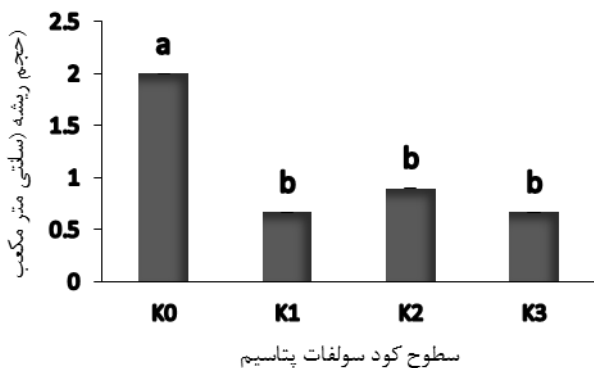
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، وزن تر اندام هوایی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه در سطح صفر کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم بیشتر از سطوح دیگر آن است. همچنین جذب روی در سطح صفر کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم بیشتر از سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار است و تفاوت معنی‌داری با سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم ندارد (اشکال ۴، ۳، ۲، ۱ و ۵).



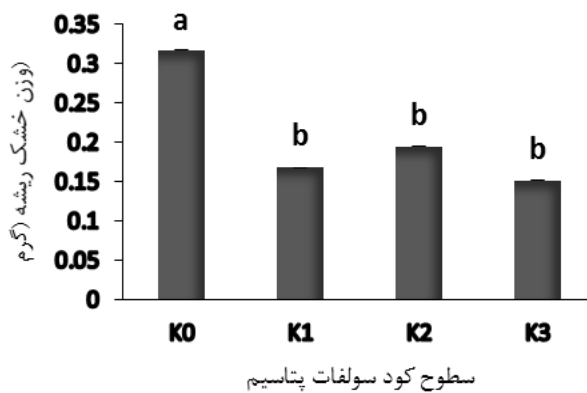
شکل ۲-تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم روی وزن تر ریشه



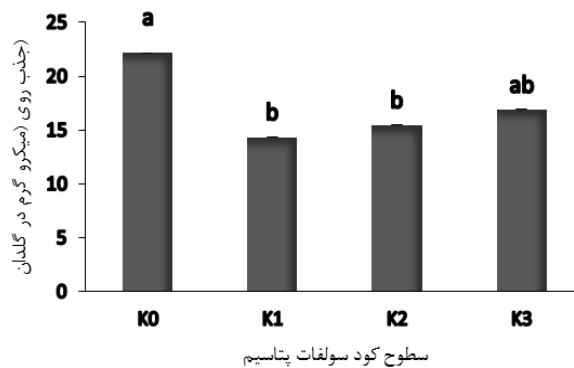
شکل ۱-تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم روی وزن تر اندام هوایی



شکل ۴-تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم روی حجم ریشه



شکل ۳-تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم روی وزن خشک ریشه



شکل ۵-تاثیر سطوح مختلف کود سولفات پتاسیم روی جذب روی



در این آزمایش هرچند افزایش سطح کود سولفات پتاسیم تاثیر معنی داری روی وزن خشک ریشه نداشته است، ولی افزایش سطح کود سولفات پتاسیم از ۱۰۰ به ۱۵۰ باعث افزایش میانگین وزن خشک ریشه شده است. وزن خشک ریشه‌ی گیاه شاخص خوبی برای ارزیابی رشد و عملکرد محسوب می‌شود. به طوری که وزن خشک بالاتر نشان‌دهنده‌ی کارایی گیاه در تولید مواد فتوسنتزی و ارسال آن به اندام‌های در حال رشد است (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۳)، (شکل ۳). از میان جذب عناصر کم‌مصرف در این پژوهش، تنها جذب روی دارای تفاوت معنی داری با سایر سطوح می‌باشد. در کمترین سطح از مقدار کود سولفات پتاسیم، غلظت عناصر کم‌مصرف آهن، روی و منگنز افزایش پیدا کرده است (Szewczuk و همکاران، ۲۰۰۹). که در پی آن جذب عناصر نیز افزایش پیدا می‌کند، این مورد در جذب روی این پژوهش قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۵). همچنین جذب روی در بالاترین سطح از کود سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی داری با سطح صفر کود سولفات پتاسیم ندارد. به دلیل اینکه، افزایش جذب پتاسیم می‌تواند به افزایش جذب روی کمک کند (hasanzadeh و همکاران، ۲۰۱۲). قابل ذکر است که افزایش غلظت پتاسیم، روابط متقابل مثبت با افزایش غلظت روی و منگنز دارد و از طرفی دارای روابط متقابل منفی با افزایش غلظت آهن است. در این پژوهش هرچند تفاوت معنی داری بین میانگین سطوح مختلف آهن و منگنز مشاهده نشده است ولی افزایش سطح پتاسیم باعث افزایش میانگین جذب منگنز و کاهش میانگین جذب آهن شده است. که با نتایج حاصل از تحقیقات حسینی و همکاران (۱۳۹۶)، مطابقت دارد. وزن تر اندام هوایی و ریشه و همچنین حجم ریشه، در کمترین سطح از کود سولفات پتاسیم دارای بیشترین میانگین نسبت به سطوح دیگر است (اشکال ۲، ۱ و ۴). این مسئله گواه آن می‌باشد که، پتاسیم خاک گلدان‌ها در حد بهینه و مناسب برای رشد کافی گندم بوده است و اضافه کردن کود سولفات پتاسیم باعث کاهش عملکرد گیاه شده است. سطوح ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم دارای تفاوت معنی داری با یکدیگر نیستند، البته با افزایش سطح کود سولفات پتاسیم از ۱۰۰ به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار میانگین وزن تر اندام هوایی و ریشه افزایش پیدا می‌کند.

نتیجه‌گیری

پتاسیم به دلیل جذب سریع، می‌تواند با سایر کاتیون‌های فلزی برای جذب وارد رقابت شود و اثرات متقابل مثبت و منفی به جا بگذارد. همانطور که کمبود عناصر ضروری مانند پتاسیم می‌تواند باعث ظهور علائم کمبود و پیشرفت کلروز گیاهان شود، بالاترین غلظت از پتاسیم در شرایط بدون کمبود آن، نه تنها باعث کاهش جذب سایر عناصر چون: منگنز، آهن و روی می‌شود بلکه باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه و جذب پتاسیم نیز می‌شود. بنابراین کاربرد کود سولفات پتاسیم در سطوح مختلف در شرایط تنش خشکی یا آبی و یا در شرایط کمبود عنصر پتاسیم، ممکن است تاثیر مثبتی روی رشد و عملکرد گیاه و جذب عناصر داشته باشد. اما در شرایط بدون تنش و غلظت بهینه‌ی پتاسیم خاک، افزایش سطح پتاسیم نه تنها تاثیر معنی داری روی جذب عناصر میکروبی فلزی ندارد، بلکه ممکن است باعث کاهش جذب آن‌ها نیز شود.

منابع

- پوری، ک.، اکبری، ف. و کامکار، ب.، ۱۳۹۱. اثر اختلاط بقایای گیاهی و خاک بر تغییرات پتاسیم برگ و خوشه گندم و رابطه آن با عملکرد. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۹(۴).
- حسینی، س.ع.ص.، علمانی، م. و موحدی نائینی، س.ع. ۱۳۹۶. تاثیر تلقیح باکتری حل‌کننده پتاسیم با شیل گلاکونیت‌دار بومی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط مزرعه‌ای. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۳(۷).
- شریفی، پ.، کر بلاوی، ن. و امین پناه، ه.، ۱۳۹۲. اثر سطوح مختلف تنش و کود سولفات پتاسیم بر عملکرد لوبیای سبز. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۴۹-۱۳۷. (۴)
- کریمیان، م.ع.، گلوئی، م.، دهمرده، م. و کافی، م. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی و سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کوشیا (*Kochia Scoparia L.*) یافته‌های نوین کشاورزی. شماره ۳.
- Kausar, A. and Gull, M., 2014. Effect of Potassium Sulphate on the Growth and Uptake of Nutrients in Wheat (*TriticumaestivumL.*) Under Salt Stressed Conditions. Journal of Agricultural Science. 6(8).



- GAJ, R., and Gorski, D., 2014. Effects of different phosphorus and potassium fertilization on contents and uptake of macronutrients (N, P, K, Ca, Mg) in winter wheat. *Journal of Central European Agriculture*. 15(4): 169-187.
- Hasanzadeh, A., M.G. Sepanlou and M.A. Bahmanyar, 2012. Effects of potassium and manure fertilizers on concentration of micro elements in leaf and grain of wheat under water stress *European Journal of Experimental Biology*, 2 (3),520-524.
- Soltani, A., Torabi, B., Ghaleshi, S., and Zeinali, E. 2010. Analysis yield constraints with comparative performance analysis (CPA) method in Gorgan. *Research Report, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran*. 89-3-265.
- Szewczuk, A., Komosa, A, and Gudarowska, E., 2009. Effect Of Different Potassium Soil Levels And Forms Of Potassium Fertilizers On Micro-Elemental Nutriion Status Of Apple Trees In Early Fruttion Priod. *j.Elementol*. 14(3), 553-562.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Effect of Different Levels of Potassium Sulfate Fertilizer on The Micro-Metal Elements Adsorption in Wheat (Roshan Cultivar)

Shahbazi manshadi^{*1}, Sh., Hakimzadeh², M.A., Mirezabadi, M.S.,³ Bahari Moghadam, H⁴., Hoseini, F. S.⁵

^{1*} M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

² Associate Prof., Dry and Desert Areas Management Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

³ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

⁴ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

⁵ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of potassium sulfate fertilizer on the adsorption of micro-metal elements, a greenhouse experiment was set up in a completely randomized design with three replications. In this reaserch, potassium sulfate fertilizer was investigated at four levels (0, 100, 150, 200 kg/he). Fresh and dry shoot weight, shoot height, root volume, Concentration of macroelements (N-P-K) and microelements (Fe-Zn-Mn) and also absorption of microelements. The results of analysis of variance of this study showed that the effect of potassium sulfate fertilizer on some properties was significant. The results of the comparison of mean showed that in greenhouse conditions, the highest amount of root volume, fresh weight of shoot, fresh and dry weight of root, was related to pots with a level of 0 kg/he of potassium sulfate fertilizer. Also, Zinc adsorption in 0 and 200 kg/he of potassium sulfate fertilizer had a significant difference with two other levels. Based on the results of this study, there was a significant difference in the adsorption of micro-metal elements between the level of 0 kg/he of potassium sulfate fertilizer and other levels. Also, the increase of potassium sulfate fertilizer did not affect the absorption of micro-metal elements and other treatments.

Keywords: Potassium sulfate, Micro-metal elements, Wheat, Roshan cultivar.

* Corresponding author, Email: sh.shahbazi_m@yahoo.com.

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

تأثیر کاربرد سرباره مس همراه با ترکیبات آلی بر میزان آهن قابل جذب در یک خاک آهکی

الهام میرپاریزی^{۱*}، مجتبی بارانی مطلق^۲، سید علیرضا موحدی نائینی^۳، رضا قربانی نصرآبادی^۴، سمیه بختیاری^۵، مهران اسپهبدی^۶
^۱ دانش آموخته دکترای خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۲ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۳ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۴ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۵ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان
^۶ کارشناس ارشد تحقیقات آب و محیط زیست مجتمع مس سرچشمه

چکیده

از آنجایی که حدود ۵۳/۸ درصد سرباره حاصل از ذوب کنسانتره مس را اکسیدهای آهن به خود اختصاص می‌دهند، لذا امکان کاربرد آن را به عنوان کود تقویت می‌کند. بدین منظور آزمایش انکوباسیونی به مدت ۳ ماه به صورت آزمایش فاکتوریل خرد شده در زمان در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۵ سطح ماده آلی (پوست پسته (P_2 و P_4))، کود گاوی (C_2 و C_4) در دو سطح ۲ و ۴ درصد وزنی و نمونه شاهد (C) و ۱۰ سطح آهن (سرباره مس (S_2 و S_4))، سرباره مس با گوگرد (S_2S° و S_4S°)، سرباره مس با گوگرد و تیوباسیلوس ($S_2S^\circ T$ و $S_4S^\circ T$)، سرباره اسیدی (S_{2a} و S_{4a}) (به میزان ۲ و ۴ برابر مقدار توصیه آزمون خاک) کلات سکوسترین (Seq) و نمونه شاهد (S_0) بودند. در زمان-های ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از انکوباسیون تغییرات pH، EC و مقدار آهن قابل جذب اندازه‌گیری شدند. اثر بر هم کنش تیمارها نشان داد. مقدار آهن قابل جذب در خاک از ۱/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد CS° به مقدار ۸/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار ($C_4S_4S^\circ T$) رسید. لذا سرباره پتانسیل استفاده به عنوان یک منبع آهن را برای گیاهان دارد.

کلمات کلیدی: سرباره مس، پوست پسته، کود گاوی، آهن قابل جذب.

مقدمه

کمبود آهن از شایع‌ترین کمبودهای غذایی است که کنترل آن نیز مشکل می‌باشد. روش‌ها و راه‌های متعددی جهت درمان کلروز آهن وجود دارد که یکی از این راه‌ها استفاده از ترکیبات مختلف اصلاحی یا مواد حاوی آهن در خاک می‌باشد. تعدادی از این ترکیبات عبارتند از: ترکیبات معدنی آهن، مواد اسیدی و اسیدزا، ضایعات معادن و محصولات جنبی صنایع، مواد آلی و مواد آلی آهن‌دار و کلات‌های مصنوعی آهن که مؤثرترین این مواد کلات‌های مصنوعی آهن هستند که البته به دلیل گرانی فقط برای محصولات ویژه مصرف می‌شوند (Marsolek و همکاران ۱۹۸۲). مواد حاصل از عملیات استخراج تعدادی از معادن در دنیا اغلب دارای مقادیر زیادی آهن هستند. به علاوه محصولات جنبی حاصل از بسیاری از فرایندهای صنعتی هم اغلب از این عنصر غنی می‌باشند. از جمله این ترکیبات محصولات فرعی کارخانجات ذوب مس از قبیل سرباره^۱ را می‌توان نام برد (Teresa و همکاران ۲۰۱۲). میزان تولید سرباره از کوره‌های ریورب^۲ مجتمع مس سرچشمه در حدود ۷۰۰ تا ۹۰۰ تن در روز می‌باشد که به عنوان ماده‌ای دور ریز در قسمتی از مجتمع جمع می‌گردد. این سرباره تقریباً دارای ۳۵ تا ۴۰ درصد آهن است لذا استفاده از این ماده برای تغذیه گیاهان مخصوصاً در مناطقی که کلروز ناشی از کمبود آهن دارند بسیار مهم است. Nadine ۲۰۱۴ در سال اظهار داشت سرباره با داشتن عناصری مانند آهن، مس، منگنز و روی تأمین‌کننده عناصر کم مصرف برای گیاهان خواهد بود. تهیه کودهای مناسب از سرباره فولاد و تأثیر آن بر ترکیب خاک و گیاه مزایای اقتصادی

¹Slag

² Reverbatory Furnance



زیادی را در بر خواهد داشت. سرباره با داشتن ترکیباتی مانند Mn ، CaO ، SiO_2 ، MgO و دیگر عناصر کم مصرف مانند مس، روی، آهن و بور به عنوان یک ماده آهکی مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد (Teresa و همکاران ۲۰۱۲). Torkashvand (۲۰۱۱) در مطالعه انکوباسیونی با کاربرد سرباره به یک خاک آهکی نتیجه گرفت، این ترکیب با داشتن ۱۶/۸ درصد اکسیدهای آهن سبب افزایش معنی‌دار آهن قابل عصاره‌گیری خاک می‌شود. همچنین کاربرد یک درصد وزنی این ترکیب در خاک به همراه مواد آلی باعث افزایش عملکرد گیاه ذرت شد. Mokhtari و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعات خود تأثیر سطوح سرباره به همراه لجن را به منظور تغذیه آهن و عملکرد گیاه ذرت مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد استفاده از ۵ درصد سرباره بیش‌ترین تأثیر را در افزایش غلظت آهن در اندام‌های هوایی گیاه ذرت نشان داد. Jiu و همکاران (۲۰۱۵) با کاربرد سرباره در مقایسه با گچ برای یک خاک التی سول افزایش EC را در شروع آزمایش خود به ترتیب در تیمارهای سرباره، سرباره+گچ و گچ گزارش کردند. اما با گذشت زمان مقدار EC در تمامی تیمارهای آزمایش کاهش نشان داد. مطالعات Masud و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد کاربرد سطوح مواد آهکی از جمله سرباره بازی ۳، دو نوع بیوجار و آهک منجر به افزایش pH در پایان دوره انکوباسیون شد. Wang (۲۰۱۳) از سرباره بازی برای اصلاح خاک‌های اسیدی چای کاری استفاده کرد. با اضافه کردن ۸ گرم بر کیلوگرم سرباره مقدار pH در پایان انکوباسیون به ۵/۳۲ رسید که ۱/۰۹ واحد در مقایسه با شاهد بیش‌تر بود. از سرباره حاصل از ذوب مس در کشاورزی تاکنون استفاده نشده است، لذا این مطالعه با هدف تأثیر سرباره بر آهن قابل عصاره‌گیری به وسیله DTPA و برخی ویژگی‌های یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها:

به منظور بررسی اثر سرباره مس و ترکیبات آلی (کود گاوی و پوست پسته) بر میزان آهن قابل جذب، نمونه خاکی با آهن قابل استفاده و ماده آلی کم برداشت شد. بخشی از نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن در مجاورت هوا از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه خاک مورد استفاده و ترکیبات آلی به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. بافت خاک به روش هیدرومتر، pH و EC نمونه خاک در گل و عصاره اشباع و در ترکیبات آلی در نسبت ۱:۵ ترکیب آلی به آب، درصد کربن آلی در نمونه خاک و ترکیبات آلی با استفاده از روش واکی بلک و مقدار کربنات کلسیم معادل خاک به روش خنثی‌سازی با اسید و تیتراسیون معکوس با سود ۱ نرمال تعیین شدند (۴). همچنین نیتروژن کل خاک و ترکیبات آلی به روش کجلدال، فسفر قابل دسترس خاک به روش اولسن و پتاسیم موجود در نمونه خاک با استفاده از استات آمونیوم عصاره‌گیری شده و با دستگاه فلیم فوتومتر قرائت شد. عناصر قابل جذب خاک (آهن، مس، روی و منگنز) بعد از عصاره‌گیری با DTPA-TEA با دستگاه جذب اتمی پرکین المر-مدل ۳۰۳۰ اندازه‌گیری شدند. سدیم، کلسیم و منیزیم محلول در عصاره اشباع به ترتیب با استفاده از فلیم فوتومتر و روش کمپلکسومتری تعیین شدند. رطوبت اشباع (SP) خاک به روش وزنی و رطوبت ظرفیت زراعی (FC) با استفاده از دستگاه صفحه فشار اندازه‌گیری شدند. برای تعیین غلظت کل فلزات در ترکیبات آلی از روش اکسایش تر استفاده شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
بافت خاک	Loamy Sand	فسفر قابل جذب	$18/6 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$	سدیم	$18/59 \text{ (meq L}^{-1}\text{)}$
pH	۷/۴۴	پتاسیم قابل جذب	$309/33 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$	کلسیم	$13/5 \text{ (meq L}^{-1}\text{)}$
هدایت الکتریکی	۳/۳۹	آهن قابل جذب	$3/1 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$	منیزیم	$1/75 \text{ (meq L}^{-1}\text{)}$
کربن آلی %	۰/۳۵	مس قابل جذب	$0/91 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$	نسبت جذب سدیم SAR	۶/۷۳
کربنات کلسیم معادل %	۱۴	روی قابل جذب	$0/78 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$	درصد رطوبت اشباع Sp %	۳۳/۵
نیتروژن کل % N	۰/۰۲۹	منگنز قابل جذب	$3/15 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)}$	درصد رطوبت ظرفیت زراعی FC %	۱۱/۳

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مورد استفاده

ویژگی	پوست پسته	کود گاوی	پوست پسته	کود گاوی
pH	۴/۹	۸/۱	۹۱۰	۴۱۵۰
هدایت الکتریکی	۶/۲۶	۵/۳۴	۱۱/۰۶	۳۹/۲

³ Alkaline Slag



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران



دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

۱۴۸/۵	۲۴	روی کل (mg kg^{-1})	۲۹/۲۲	۵۴/۷	کربن آلی %
۳۵۷	۳۴	منگنز کل (mg kg^{-1})	۱/۴	۲/۵	نیتروژن کل %
۰/۵۹	۰/۱۱	سدیم %	۰/۴۲	۰/۱۲	فسفر کل %
۷/۵۶	۰/۸۴	کلسیم %	۱/۶۳	۵/۰۲	پتاسیم کل %
۱/۵۸	۰/۵۸	منیزیم %			

نتایج کانی‌شناسی سربراره نشان داد که این ترکیب حاوی کانی‌های اولیوین، اوزیت، فایالیت، هماتیت، مگنتیت و فاز آمورف می‌باشد. آنالیز فلورسانس اشعه ایکس نتایج نشان داد که حدود ۵۳/۸ درصد سربراره را اکسیدهای آهن به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۳). هم چنین عناصر قابل عصاره‌گیری با DTPA در نمونه سربراره، هم‌چنین pH، EC در نسبت ۱:۲/۵ سربراره به آب در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳- تجزیه شیمیایی سربراره با استفاده از تکنیک XRF

ترکیب	مقدار (%)	ترکیب	مقدار (%)
Fe_2O_3	۴۴/۵۴	K_2O	۱/۴۱
Fe_3O_4	۹/۲۴	Cu	۱/۲۱
SiO_2	۳۱/۴۷	MgO	۱/۰۲
CaO	۵/۶۳	ZnO	۰/۷۲
Al_2O_3	۴/۰۵	TiO_2	۰/۴۲

جدول ۴- عناصر قابل جذب سربراره (قابل عصاره‌گیری با DTPA)

ویژگی	مقدار	عنصر	مقدار	عنصر	مقدار	عنصر	مقدار	عنصر	مقدار	ویژگی	
pH	۷/۵	آهن	۲۵۰	منگنز	۱۴/۶۷	کبالت	۵۱۳/۳۳	سرب	ND	مولیبیدن	ND
EC	۰/۴۲	مس	۲۶۶/۶۷	کادمیوم	۸۰/۶۷	نقره	۲۴	آرسنیک	ND	سلنیوم	ND
(dS.m ⁻¹)	رو	روی	۳۳۱۶۶/۶۷	نیکل	۲۲۲۰	بیسموت	۳۱۳/۳۳	کرم	ND	بیسموت	ND

ND: زیر حد تشخیص (Non Detection) دستگاه

آزمایش آنکوباسیونی به مدت ۳ ماه به صورت آزمایش فاکتوریل خرد شده در زمان در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در قالب زمان انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۵ سطح ماده آلی (پوست پسته (P_1 و P_2), کود گاوی (C_1 و C_2) در دو سطح ۲ و ۴ درصد وزنی و نمونه شاهد (C)) و ۱۰ سطح آهن (سربراره مس (S_1 و S_2), سربراره مس با گوگرد (S_3S° و S_4S°), سربراره مس با گوگرد و تیوباسیلوس ($S_5S^\circ T$ و $S_6S^\circ T$), سربراره اسیدی (S_{7a} و S_{2a}) (به میزان ۲ و ۴ برابر مقدار توصیه آزمون خاک) کلات سکوسترین (Seq) و نمونه شاهد (S_0) بودند. به منظور بررسی حلالیت سربراره در pHهای متفاوت از بافرهای ایجاد شده در pHهای ۳ تا ۹ استفاده شد و در نهایت pH=۳ برای اسیدی کردن سربراره انتخاب شد. تیمارهای آزمایشی به صورت یکنواخت در گلدان‌های ۳ کیلوگرمی مخلوط و به مدت ۳ ماه آنکوباسیون شدند. در زمان‌های ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از آنکوباسیون، نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از هر کدام از گلدان‌ها برداشت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه هواخشک و کوبیده شده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. در این بازه‌های زمانی تغییرات پارامترهایی نظیر pH، EC در عصاره ۱ به ۲/۵ خاک به آب و مقدار آهن عصاره‌گیری با DTPA-TEA قرائت شد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون‌های t و LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارهای مربوطه با نرم افزار Excel رسم و نتایج تفسیر گردید.



شکل ۱. نمایی از مطالعه انکوباسیونی

نتایج و بحث

اثر متقابل تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی بر مقدار EC، pH و مقدار آهن (mg.kg^{-1}) قابل استخراج با DTPA

EC خاک

نتایج حاصل از مقایسات میانگین مربوط به تأثیر تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی بر مقدار EC خاک در جدول ۵ نشان داده شده است. اثر بر هم کنش تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی نشان داد بیشترین مقدار EC مربوط به تیمار ($\text{C}_4\text{S}_4\text{S}^\circ\text{T}$) به میزان $2/04$ دسی زیمنس بر متر بود. Abbaspour و همکاران (۲۰۰۴) تغییرات EC را بعد از اضافه کردن لجن اسیدی و لجن به همراه گوگرد و تیوباسیلوس بررسی کردند و دریافتند تیمارهای حاوی اسید و گوگرد با آزاد کردن H^+ و انحلال کانیها و آزاد کردن املاح به درون فاز محلول منجر به افزایش هدایت الکتریکی خاکها شدند.

جدول ۵- تأثیر تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی بر مقدار EC خاک

P ₄ %	P ₂ %	C ₄ %	C ₂ %	C	
۱/۶۲c-i	۱/۱۷m-s	۱/۴۳f-o	۱/۱۶m-s	۰/۶۹v	S ₀
۱/۳۵i-q	۱/۰۹q-s	۱/۴۵f-n	۱/۰۲r-u	۰/۶۶v	Seq
۱/۳۷h-q	۱/۲۴k-r	۱/۴g-p	۱/۱۶m-s	۰/۶۴v	S ₂
۱/۴۲g-p	۱/۰۷q-t	۱/۵۳e-k	۱/۱۵o-s	۰/۷۹t-v	S ₄
۱/۷۲b-f	۱/۴۳f-o	۱/۸۶a-d	۱/۴۶f-m	۰/۹۴s-v	S ₂ S [°]
۱/۸۷a-c	۱/۸۱a-e	۱/۸a-e	۱/۵۸c-j	۱/۳۶h-q	S ₄ S [°]
۱/۷۷a-e	۱/۶c-i	۱/۷۸a-e	۱/۴۶f-l	۱/۱۶n-s	S ₂ S [°] T
۱/۹۹ab	۱/۷۹a-e	۲/۰۴a	۱/۶۶c-h	۱/۴۴f-o	S ₄ S [°] T
۱/۵۷d-j	۱/۱۹l-s	۱/۴۱g-p	۱/۲۸j-r	۰/۷۸t-v	S _{2a}
۱/۴۵f-o	۰/۹۴s-v	۱/۶۹b-g	۱/۱۲p-s	۰/۷۶uv	S _{4a}

میانگین‌هایی با حروف مشابه، در هر ستون یا ردیف، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Karimian و Kalbasi (۲۰۱۲) تأثیر لجن کنورتور و ترکیب آن را با ماده آلی (پودر یونجه)، گوگرد عنصری و اسید سولفوریک را در یک مطالعه انکوباسیونی بر مقدار EC سه خاک آهکی مورد بررسی قرار دادند. استفاده از لجن به‌تنهایی تأثیری بر مقدار EC نداشت که دلیل آن را به رسوب برخی مواد معدنی موجود در لجن به دلیل pH زیاد آن دانستند. بیشترین مقدار افزایش EC به ترتیب مربوط به تیمارهای (گوگرد عنصری ۲ درصد)، (گوگرد عنصری ۲ درصد + لجن کنورتور ۲ درصد)، (گوگرد عنصری ۲ درصد + لجن کنورتور ۴ درصد)، (ماده آلی ۴ درصد + لجن کنورتور ۴ درصد)



بود. این افزایش را به دلیل تولید اسید (اسید سولفوریک در تیمارهای حاوی گوگرد و اسیدهای آلی در تیمارهای حاوی مواد آلی) و انحلال کانی‌هایی مانند کربنات کلسیم را زیاد کرده و EC را زیاد می‌کند. مقدار EC طی دوره انکوباسیون بعد از ۲ ماه کاهش و بعد از ۴ ماه افزایش را نشان داد.

pH خاک

تغییرات pH تحت تأثیر تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی در جدول ۶ آورده شده است. بیش‌ترین میزان pH خاک با اضافه کردن تیمار (CS_{4a}) بود. کم‌ترین مقدار pH متعلق به تیمار ۴ درصد کود گاوی با سرباره به‌میزان ۲ برابر مقدار توصیه آزمون خاک همراه با گوگرد و تیوباسیلوس (C₄S₂S^{oT}) با مقدار pH=۷/۲ بود (جدول ۶). کود گاوی در مقایسه با پوست پسته C/N کم‌تری داشته است، (جدول ۲)، لذا به دلیل تجزیه‌پذیری بیش‌تر به عنوان منبع کربن برای میکروارگانیسم‌های هترتروف موجود در خاک محسوب می‌شود. بنابراین اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد زیاد شده و با تولید اسیدسولفوریک pH خاک کاهش نشان داده است. Garcia و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که با کاربرد گوگرد به همراه سه نوع کمپوست، کاهش قابل توجهی در pH کمپوست به‌وجود آمد. Abbaspour و همکاران (۲۰۰۴) تغییرات pH را بعد از اضافه کردن لجن اسیدی و لجن به همراه گوگرد و تیوباسیلوس بر مقدار pH خاک بررسی کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که این تیمارها در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری را در pH خاک ایجاد کردند با این تفاوت که اثرات اسید کوتاه مدت و اثرات گوگرد دراز مدت است. Pinto و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که مصرف سرباره LD pH خاک را از ۵/۷ به ۶/۵ و از ۵/۸ به ۶/۷ به ترتیب با و بدون مصرف کودهای NPK افزایش می‌دهد. Besga و همکاران (۱۹۹۶) به این نتیجه رسیدند که به‌ازای هر تن سرباره مصرفی pH خاک ۰/۱۵ واحد افزایش می‌دهد.

جدول ۶- تأثیر تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی بر مقدار pH خاک

P ₄ %	P ₂ %	C ₄ %	C ₂ %	C	
۷/۳۹k-s	۷/۴۴g-s	۷/۴۱j-s	۷/۴۲i-s	۷/۵۷b-p	S ₀
۷/۶۱a-n	۷/۷۵a-f	۷/۴۷e-s	۷/۵۸b-p	۷/۶۳a-m	Seq
۷/۷۴a-g	۷/۶۷a-k	۷/۴۸d-s	۷/۷۱a-i	۷/۷a-j	S ₂
۷/۳۱o-s	۷/۴k-s	۷/۲۷q-s	۷/۲۷rs	۷/۵۲c-r	S ₄
۷/۵d-r	۷/۴۶f-s	۷/۲۹p-s	۷/۳۱p-s	۷/۳۵m-s	S ₂ S ^o
۷/۴۵g-s	۷/۴۴h-s	۷/۲۷q-s	۷/۳۳n-s	۷/۳۶l-s	S ₄ S ^o
۷/۳۱p-s	۷/۳۲o-s	۷/۲s	۷/۲۷rs	۷/۳۶l-s	S ₂ S ^{oT}
۷/۶۱a-o	۷/۵۱d-r	۷/۳۴m-s	۷/۴۱j-s	۷/۴۶f-s	S ₄ S ^{oT}
۷/۸۶ab	۷/۸۱a-c	۷/۷۲a-h	۷/۷۶a-e	۷/۷۷a-d	S _{2a}
۷/۸۳ab	۷/۸۴ab	۷/۵۶b-q	۷/۶۴a-l	۷/۸۹a	S _{4a}

میانگین‌هایی با حروف مشابه، در هر ستون یا ردیف، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

مقدار آهن (mg.kg⁻¹) قابل استخراج با DTPA

تأثیر تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی بر مقدار آهن خاک در جدول ۷ نشان داده شده است. مقدار آهن قابل جذب در خاک از ۱/۴۳ میلی-گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد CS^o به مقدار ۸/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار (C₄S₄S^{oT}) رسید که تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمارهای (C₄S₄S^o) و (C₄S₄) نداشت. بنابراین آهن موجود در سرباره به خوبی توانسته با لیگاندهای آلی و ترکیبات کلات‌کننده موجود در کود گاوی تشکیل کلات داده و به شکل محلول درآید. بسیاری از بررسی‌ها نشان داده‌اند که اگر گوگرد عنصری در خاک مصرف شود، با فراهم بودن شرایط اکسیداسیون بیولوژیکی آن، مقادیر قابل توجهی از گوگرد مصرفی توسط باکتری‌های جنس تیوباسیلوس اکسید می‌گردد. اکسیداسیون گوگرد و تولید اسیدسولفوریک در اطراف ریشه‌ها منجر به افزایش حلالیت کانی‌های حاوی آهن خواهند شد. از طرفی شرایط اسیدی منجر به احیاء آهن ۳ به آهن ۲ خواهد شد و در نهایت افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی را سبب می‌شود (Khadem و همکاران ۲۰۱۴).

جدول ۷- تأثیر تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی بر مقدار آهن (mg.kg^{-1}) قابل استخراج با DTPA

P ₄ %	P ₂ %	C ₄ %	C ₂ %	C	
۱/۹۶e-g	۱/۴۷fg	۱/۶۵e-g	۱/۵۶fg	۱/۴۳g	S ₀
۳/۲۷b-g	۲/۰۵d-g	۲/۲۸c-g	۲/۹۵b-g	۳/۰۱b-g	Seq
۲/۵۸b-g	۲/۳۶c-g	۳/۲۵b-g	۲/۴۴b-g	۲/۲۳c-g	S ₂
۴/۰۷b-d	۴/۴۳b	۷/۶a	۴/۱۲bc	۳/۱۴b-g	S ₄
۲/۹۱b-g	۲/۹۴b-g	۴/۴۲b	۲/۸۲b-g	۲/۸۶b-g	S ₂ S ^o
۳/۴۸b-f	۳/۶۲b-e	۷/۷۶a	۲/۸۲b-g	۲/۴۸b-g	S ₄ S ^o
۲/۱۵c-g	۲/۷۸b-g	۳/۴۸b-f	۱/۹۹e-g	۲/۱۵c-g	S ₂ S ^o T
۴/۰۶b-d	۴/۱۳bc	۸/۱۷a	۳/۱۶b-g	۲/۸۶b-g	S ₄ S ^o T
۲/۳۶c-g	۲/۵۲b-g	۳/۲۵b-g	۲/۲۶c-g	۱/۹۱e-g	S _{2a}
۲/۶۹b-g	۲/۶۶b-g	۴/۳۹b	۲/۶۴b-g	۲/۳۲c-g	S _{4a}

میانگین‌هایی با حروف مشابه، در هر ستون یا ردیف، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

Samar و Shahabian (۲۰۰۳) دریافتند با افزایش توأم گوگرد و سولفات آهن، غلظت آهن قابل جذب تا ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک افزایش می‌یابد. Chen و همکاران (۱۹۸۲) دریافتند آهن مخلوط شده با پیت سبب کاهش کلروز و افزایش عملکرد پسته در اسرائیل شد. Thomas و Mathers (۱۹۷۹) اظهار داشتند کود دامی خرد شده در کاهش کلروز و افزایش عملکرد سورگوم در شرایط گلخانه تأثیر بسزایی داشته است. ترکیب سولفات فرو همراه با N-P-K عملکرد را افزایش می‌دهد، اما تأثیرش کمتر از کود دامی است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد، اثر متقابل تیمارهای سرباره و ترکیبات آلی حاکی از آن است تیمار ۴ کود گاوی با سرباره به میزان ۴ برابر مقدار توصیه آزمون خاک همراه با گوگرد و تیوباسیلوس ($\text{C}_4\text{S}_4\text{S}^{\text{o}}\text{T}$) بیش‌ترین مقدار آهن قابل جذب را دارا بود. لذا سرباره حاصل از ذوب مس به همراه مواد آلی پتانسیل استفاده به عنوان کود آهن را در خاک‌های آهنکی داراست.

منابع

- Abbaspour, A., Kalbasi, M., & Shariatmadari, H. 2004. Effect of steel converter sludge as iron fertilizer and amendment in some calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 377-394.
- Besga, G., M. Pinto and M. Rodriguez. 1996. Agronomic and nutritional effects of Linz-Donawitz slag application to two pastures in Northern Spain. *J. Nut. Cyc. Agroecosystems*. 46: 157-167.
- Chen, Y., J. Navrot and P. Barak. 1982. Remedy of lime- induced chlorosis with iron- enriched muck. *J. Plant Nutr.* 5: 927-940.
- Garcia de la Fuente, R., Carrión, C., Botella, S., Fornes, F., Noguera, V., & Abad, M. 2007. Biological oxidation of elemental sulphur added to three.
- Jiu-yu Li a, Zhao-dong Liu. 2015. Alkaline slag is more effective than phosphogypsum in the amelioration of subsoil acidity in an Ultisol profile. *Soil & Tillage Research*: 149 21-32.
- Karimian, N., Kalbasi, M. 2012. Effect of converter sludge, and its mixtures with organic matter, elemental sulfur and sulfuric acid on availability of iron, phosphorus and manganese of 3 calcareous soils from central Iran., *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(4), pp. 568-576, 26.
- Khadem A. Gholchin A., Shafiee S. and Zare A. 2014. Effect of manures and sulfure on nutrients uptake of corn. *Journal of Farming*, 103: 1-10.
- Marsolek, M.D., and Hagstrom, G.R. 1982. Acidified mining residue for correction of iron chlorosis on calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 5: 941-948.



- Masud. M. 1,2 , LI Jiu-Yu1 and XU Ren-Kou. 2014. Use of Alkaline Slag and Crop Residue Biochars to Promote Base Saturation and Reduce Acidity of an Acidic Ultisol. *Pedosphere* 24(6): 791–798
- Mokhtari, s. M Hodaji. And M. Kalbasi. 2014. The effect of steel converter slag application along with sewage sludge in iron nutrition and corn plant yield. *Pharmacol. Life Sci.*, Vol 3 Spl Issue III: 96-104
- Nadine M. Piatak. 2014. Characteristics and environmental aspects of slag: A review., *Applied Geochemistry*
- Pinto, M., M. Rodriguez., G. Besga, and F. A. Lopez. 1995. Effects of Linz-Donowitz (LD) slag on soil properties and pasture production in the Basque country (Northern Spain). *New Zealand. J. Agric. Res.* 38: 143-155.
- Samar, S.M., and Shahabian, M. 2003. Effect of organic manure enrichment with sulfur and sulfate on increasing availability of iron in a calcareous soil. *National Seminar of production and application of sulfur in the country.*
- Teresa, A.B., and Coll, V. 2012. Possible uses of steelmaking slag in agriculture: an overview.
- Thomas, J. D. and A. C. Mathers. 1979. Manure and iron effects on sorghum growth on iron deficient soil. *Agron. J.* 71: 792-794.
- Torkashvand, A.M. 2011. Effect of steel converter slag as iron fertilizer in some calcareous soils. *Soil and Plant Science*, 61(1):14-22.
- Wang lei1, 2, YANG Xing-Lun. 2013. Combined Use of Alkaline Slag and Rapeseed Cake to Ameliorate Soil. *Acidity in an Acid Tea Garden Soil. Pedosphere* 23(2): 177–184.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of copper slag application with organic compounds on Soil available iron a calcareous soil

*E. Mirparizi¹, M. Baranimotlagh², SA. MovahediNaein³, R. GhorbaniNasrabadi⁴ and S. Bakhtiary⁵, M. espahbody⁶

¹ Ph.D. in Soil Science, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

². Associate Prof., Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

³. Associate Prof., Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

⁴. Assistant Prof., Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

⁵. Assistant Prof., Department of civil engineering, Sirjan University of technology

⁶Master of Science in Water and Environmental Research of Sarcheshmeh Copper Complex

Abstract

Since iron oxides account for about 53.8% of the slag, it can be used as a fertilizer. In order to an incubation test was performed for 3 months as a factorial experiment in a completely randomized design with three replications. The experimental factors consisted of 5 levels of organic matter (pistachio shell, cow manure 2 and 4% w / w and control sample) and 10 iron levels (copper slag, copper slag with sulfur, copper slag with sulfur and Thiobacillus, acid slag (each at two levels), Chelate Sequestrene and control sample). 10, 30, 60 and 90 days after incubation, changes in parameters such as pH, EC and iron content were measured by DTPA-TEA extractor.

The interaction effect of slag treatments and organic compounds showed that the amount of absorbable iron in the soil from 1.43 mg / kg in the control treatment of CS^o reached 8.17 mg / kg in the treatment of 4% pistachio shell as 4 times of the recommended value of the soil test with sulfur and Thiobacillus (C₄S₄S^oT). **Keywords:** Copper slag, Pistachio Shell, Cow manure, Soil available iron.



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر مقادیر و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد و رشد گیاه کینوا در شرایط شور رودشت اصفهان

مسعود تدین نژاد^{۱*}، حامد رضایی^۲، محسن دهقانی^۳^۱ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران^۲ استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران^۳ مربی پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

کینوا در سالهای اخیر به دلیل ارزش غذایی و پتانسیل خوب رشد در شرایط تنش شوری و خشکی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به توسعه خاکهای شور در ایران و خشکسالی‌های اخیر پژوهش بر روی آن ضرورت دارد. این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای کودی شامل چهار تیمار با مقادیر مختلف نیتروژن (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) و دو تیمار عامل تقسیط (دو تقسیط هنگام کشت و اوایل غنچه دهی و سه تقسیط هنگام کاشت، اوایل غنچه دهی و اوایل گلدهی) بعلاوه یک تیمار شاهد بدون مصرف کود در شرایط شوری آب آبیاری ۱۳ دسی زیمنس بر متر بود. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار مقادیر ازت و تقسیط آن بر وزن کل اندام هوایی و عملکرد دانه کینوا به ترتیب در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی دار شد. بیشترین عملکرد کل اندام هوایی و دانه مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و سه تقسیط به ترتیب معادل ۷/۰۸ و ۲/۹۱ تن در هکتار بود. برای تولید علوفه تیمار (۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و سه تقسیط) و برای تولید بذر تیمار (۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و سه تقسیط) پیشنهاد می شود.

کلمات کلیدی: شوری، کینوا، نیتروژن

مقدمه

گیاه کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa*) بومی آمریکای جنوبی در نواحی کوهپایه‌ای رشته کوه‌های آند و مناطق خاستگاه سیب‌زمینی و لاما در بولیوی، پرو و شیلی است. این گیاه حدود ۵۰۰۰ سال در منطقه‌ی آند کشت شده، به طور مداوم مورد تغذیه مردم آن منطقه بوده (Martínez و همکاران ۲۰۱۵). کینوا قادر است در محدوده وسیعی از خاک‌هایی با بافت‌های گوناگون از شنی تا رسی و محدوده pH از ۴/۵ تا ۹ رشد کند (Geerts و همکاران ۲۰۰۸). این گیاه قادر است خشکی (Razzaghi و همکاران ۲۰۱۱)، یخ‌بندان (Jacobsen و همکاران ۲۰۰۷) و شوری (Jacobsen و همکاران ۲۰۰۱) را تحمل کند. کینوا یک گیاه هالوفیت اختیاری است (Wilson و همکاران ۲۰۰۲) که قادر به رشد در غلظت نمک برابر با آب شور دریا (۴۰ دسی‌زیمنس بر متر) است (Jacobsen و همکاران ۲۰۰۱). مطالعات بر روی کوددهی کینوا بسیار محدود است و بیشتر بر روی کاربرد کود دامی به منظور تولید ارگانیک کینوا کار شده است. در آمریکای جنوبی بیشتر کشاورزان از کودهای دامی استفاده می‌کنند. ۲۰ تا ۳۰ تن کود دامی موجب بهبود ساختار خاک و افزایش عملکرد می‌گردد. بهترین زمان کاربرد کود دامی ۲ ماه قبل از کاشت می‌باشد (García و همکاران ۲۰۱۵). ولی با توجه میزان پروتئین بالای بذور کینوا، باید به کاربرد کود نیتروژن توجه ویژه‌ای شود. گیاه کینوا نسبت به میزان نیتروژن خاک حساس است (Kaul و همکاران ۲۰۰۵). در پژوهشی که توسط Thanapornpoonpong و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام شد، به بررسی تأثیر کودهای نیتروژنه بر جذب و کیفیت دانه در گیاه کینوا پرداخته شد. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد کودهای نیتروژنه موجب افزایش وزن دانه، میزان پروتئین، بیوماس، عملکرد دانه و شاخص برداشت شد. اما با افزایش مصرف میزان کودهای نیتروژنه راندمان مصرف نیتروژن، شاخص برداشت

* ایمیل نویسنده مسئول: m.tadayonnejad@gmail.com



نیترژن و عملکرد دانه در هر واحد از نیترژن دانه کاهش یافت. غلظت آمینواسیدهای ضروری تحت تأثیر کاربرد کود نیترژنه قرار نگرفت. در پژوهش Basra و همکاران (۲۰۱۴) نیز تأثیر کاربرد نیترژن بر رشد، توسعه و عملکرد چند ژنوتیپ از کینوا در پاکستان مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش برای بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیترژن بر باردهی گیاه کینوا، یک آزمایش مزرعه‌ای بر دو ژنوتیپ مختلف با پنج سطح مختلف نیترژن (۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) در دو کرت طراحی شد. کوددهی نیترژن (۷۵ کیلوگرم نیترژن در هکتار و سطوح بالاتر) موجب تکامل مراحل رشد فنولوژیکی گیاه شد. کاربرد نیترژن در خاک (۷۵ کیلوگرم نیترژن در هکتار و سطوح بالاتر) موجب بهبود تمامی صفات مرتبط با رشد و عملکرد از جمله تولید بیوماس، برداشت اقتصادی و شاخص برداشت شد. افزایش عملکرد دانه نیز تحت تأثیر کاربرد نیترژن قرار گرفت. در نتیجه، در این پژوهش تیمار ۷۵ کیلوگرم نیترژن در هکتار بهترین سطح کاربرد نیترژن برای دستیابی به بیشترین برداشت اقتصادی کینوا معرفی شده است (Basra و همکاران ۲۰۱۴). نتایج Kaul و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که کینوا به کود نیترژن واکنش خوبی نشان می‌دهد و با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن بدون کاهش کارایی مصرف کود، عملکرد بهبود می‌یابد. بررسی تأثیر کود ازته در پاکستان نشان داد که مصرف ۷۵ کیلوگرم کود ازته برای رسیدن به حداکثر عملکرد در ۲ تقسیمات زمان کاشت و گلدهی مناسب است. همچنین در این تحقیق میزان ۶۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر نیز توصیه شد. این نتایج برای شرایط اقلیمی فیصل آباد پاکستان می‌باشد. از آنجایی که مصرف بهینه کود ازته در کینوا بر عملکرد دانه و ورس اهمیت زیادی دارد هدف از این پژوهش بررسی سطوح مختلف کود نیترژن بر عملکرد کینوا در شرایط شور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی رودشت در شهرستان اصفهان با شوری آب آبیاری ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر اجرا شد. برای انجام این پژوهش ابتدا نمونه‌هایی از آب و خاک تهیه شد و میزان شوری و نیز مقادیر عناصر مختلف از جمله نیترژن، فسفر و پتاسیم مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نیاز کودی گیاه به عناصر فسفر و پتاسیم بر اساس نتایج تجزیه خاک و تجربیات بین‌المللی تعیین شد و به صورت کود ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم قبل از کاشت مصرف گردید. برای بررسی تأثیر کاربرد مقادیر و تقسیمات گوناگون کود ازته بر رشد و عملکرد گیاه، این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۱- شاهد بدون اعمال کود ۲- کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود اوره با دو تقسیم (یک دوم زمان کاشت و یک دوم زمان غنچه‌دهی) ۳- کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود اوره با سه تقسیم (یک سوم زمان کاشت، یک سوم زمان غنچه‌دهی و یک سوم ابتدای گرده‌افشانی) ۴- کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با دو تقسیم (یک دوم زمان کاشت و یک دوم زمان غنچه‌دهی) ۵- کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره با سه تقسیم (یک سوم زمان کاشت، یک سوم زمان غنچه‌دهی و یک سوم ابتدای گرده‌افشانی) ۶- کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره با دو تقسیم (یک دوم زمان کاشت و یک دوم زمان غنچه‌دهی) ۷- کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره با سه تقسیم (یک سوم زمان کاشت، یک سوم زمان غنچه‌دهی و یک سوم ابتدای گرده‌افشانی) ۸- کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره با دو تقسیم (یک دوم زمان کاشت و یک دوم زمان غنچه‌دهی) ۹- کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره با سه تقسیم (یک سوم زمان کاشت، یک سوم زمان غنچه‌دهی و یک سوم ابتدای گرده‌افشانی) بود. کشت به صورت خطی با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از هم ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها ۳/۶ در ۶ متر و ۱۲ ردیف کشت در هر کرت در نظر گرفته شد که دو ردیف از طرفین در برداشت محصول حذف گردید. آبیاری به صورت غرقابی صورت گرفت؛ فاصله زمانی بین اولین و دومین آبیاری ۴ روز و پس از آن هر ۱۵ روز یکبار آبیاری انجام شد. با در نظر گرفتن سه تکرار برای هر تیمار مجموعاً ۲۷ کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. در طول فصل مراحل رشدی یادداشت برداری شده و وجین به صورت دستی انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز نمونه آب و خاک در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است. هدایت الکتریکی آب آبیاری ۱۳ دسی‌زیمنس بر متر و در دامنه غیر قابل کشت برای محصولات مقاوم به شوری متعارف کشاورزی نظیر جو است. میزان کلر و سدیم آب آبیاری نیز در حد سمیت برای محصولات کشاورزی است (حق نیا، ۱۳۷۱ و علیزاده، ۱۳۶۳). نتایج آنالیز خاک قبل از کشت (جدول ۲) بیانگر هدایت الکتریکی نسبتاً بالا و مقدار عناصر غذایی کم است (حق نیا، ۱۳۷۱ و ملکوتی، ۱۳۷۶).

جدول ۱. نتایج آب آبیاری مورد استفاده

هدایت الکتریکی	پ.هاش	بی کربنات	کلراید	سولفات	کلسیم + منیزیم	سدیم
(dS/m)	-			meq/l		
۱۳	۷/۴	۴/۸	۱۰۰	۳۶/۲	۳۶	۱۰۵

جدول ۲. نتایج آنالیز نمونه خاک قبل از کاشت

هدایت الکتریکی	پ.هاش	ازت	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	روی	آهن	شن	سیلت	رس	بافت خاک
dS/m	-	%	%	mg/kg						%		-	
۸/۸	۷/۶	۰/۰۴	۰/۳۸	۶/۱	۲۶۹	۲/۶۲	۱/۲۸	۰/۲۸	۳/۶۲	۱۶	۴۵	۳۹	CL

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار مقادیر ازت و تقسیط آن بر وزن کل اندام هوایی کینوا در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد کل اندام هوایی مربوط به تیمار ۹ (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و سه تقسیط) و معادل ۷/۰۸ تن در هکتار بود. گرچه اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۷، ۸ و ۹ وجود نداشت (جدول ۴). پژوهش های Basra و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داد که مصرف ازت بیش از ۷۵ کیلوگرم در هکتار (معادل بیش از ۱۵۰ کیلوگرم اوره) باعث بهبود تمامی صفات مرتبط با رشد و عملکرد از جمله تولید بیوماس، برداشت اقتصادی و شاخص برداشت شد. پژوهش های انجام شده توسط Kumar و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که در شوری ۸ دسی زمینس بر متر، عملکرد علوفه تر و خشک به مقدار قابل توجهی کاهش داشت و مصرف نیتروژن به میزان توصیه شده (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) سبب افزایش عملکرد علوفه گردید. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار مقادیر ازت و تقسیط آن بر وزن کل دانه کینوا در سطح ۵٪ معنی دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار ۹ (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و سه تقسیط) و معادل ۲/۹۱ تن در هکتار بود. گرچه اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۳، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ وجود نداشت (جدول ۴). بررسی تاثیر کود ازته در پاکستان نیز نشان داد که مصرف ۷۵ کیلوگرم کود ازته برای رسیدن به حداکثر عملکرد در ۲ تقسیط زمان کاشت و گلدهی مناسب است (Kaul و همکاران ۲۰۰۵ و Basra و همکاران ۲۰۱۴). نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار مقادیر ازت و تقسیط آن بر ارتفاع گیاه کینوا در زمانهای غنچه دهی و برداشت معنی دار نشد (جدول ۳) اما داده های آن در جدول ۴ آمده است. با توجه به جدول ۴ برای تولید علوفه تیمار ۷ (۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و سه تقسیط) و برای تولید بذر تیمار ۳ (۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و سه تقسیط) پیشنهاد می شود.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد کل اندام هوایی کینوا

میانگین مجدورات				منابع تغییرات
ارتفاع برداشت	ارتفاع غنچه دهی	دانه	اندام هوایی	
۴۷۴ **	۲۲۷ *	۴۷۵۸ ns	۹۳۲۷ ns	تکرار
۲۳ ns	۶۴ ns	۳۷۳۶*	۳۰۰۲۷**	تیمار
۹/۱۵	۱۸/۹۲	۱۶/۷۹	۱۲/۲۶	CV

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ است.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین پارامترهای اندازه گیری شده

تیمار	میانگین وزن کل (گرم در متر مربع)	میانگین وزن دانه (گرم در متر مربع)	میانگین ارتفاع غنچه دهی (سانتی متر)	میانگین ارتفاع برداشت (سانتی متر)
۱	۴۱۳ ^d	۱۷۳ ^c	۳۳/۲	۶۰/۳
۲	۴۷۰ ^{cd}	۲۲۱ ^{bc}	۴۲/۳	۶۳/۶
۳	۵۴۳ ^{bc}	۲۵۰ ^{ab}	۴۲/۷	۶۲/۳
۴	۴۱۵ ^d	۲۰۳ ^{bc}	۳۷/۱	۵۹/۵
۵	۵۸۹ ^b	۲۴۹ ^{ab}	۴۰/۳	۶۲/۹
۶	۵۵۶ ^{bc}	۲۲۵ ^{abc}	۴۳/۴	۶۵/۵
۷	۶۲۷ ^{ab}	۲۶۸ ^{ab}	۴۵/۲	۶۸/۴
۸	۶۱۵ ^{ab}	۲۴۵ ^{ab}	۴۵/۴	۶۰/۸
۹	۷۰۸ ^a	۲۹۱ ^a	۴۸/۶	۶۴/۰

در هرستون اعداد دارای حروف غیرمشترک، بیانگر تفاوت معنی دار بر اساس آزمون LSD ($p < 0.05$) است.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش سطوح کودی، عملکرد دانه افزایش یافت. روش سه تقسیط در اکثر سطوح کودی موجب افزایش عملکرد شد. نتایج نشان داد که برای دستیابی به ۸۵٪ حداکثر عملکرد در دو تقسیط، به ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره نیاز است. همچنین برای دستیابی به همین عملکرد در سه تقسیط، به کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار نیاز است. بر همین اساس روش سه تقسیط موجب کاهش نیاز کودی شده و عامل تقسیط اثر بیشتری را بر کاهش نیاز کودی نشان داد. در این پژوهش با توجه به سطوح تیمارها به طور کلی برای تولید علوفه تیمار ۷ (۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و سه تقسیط) و برای تولید بذر تیمار ۳ (۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار و سه تقسیط) پیشنهاد می شود.

منابع

- حق نیا، غ.م. ۱۳۷۱. راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری. جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد.
- علیزاده، ا. ۱۳۶۳. کیفیت آب در آبیاری. آستان قدس رضوی.
- ملکوتی، م.ج. و غیبی، م.ن. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی.
- Basra, S. M. A., Iqbal, S. and Afzal, I. (2014). Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes. *Int. J. Agric. Biol.* 16: 886-892.
- Garcia, M., Condori, B., & Castillo, C. Del. (2015). Agroecological and Agronomic Cultural Practices of Quinoa in South America. *Quinoa: Improvement and Sustainable Production*, 25-46.
- Geerts, S., Garcia, M., Cusicanqui, J., Taboada, C., Miranda, R., Yucra, E., and D. Raes. 2008. Review of current knowledge on Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ed. Faculty of Agronomy- Agronomic Engineering. Universidad Mayor de San Andres, Faculty of Agronomy- Agronomic Engineering. La Paz, Bolivia.
- Jacobsen, S., Quispe, H., and Mujica, A. 2001. "Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes." *Scientist and farmer: partners in research for the 21st Century. Program Report 1999-2000*: 403-408.
- Jacobsen, S.E., Monteros, C., Christiansen, J.L., Bravo, L.A., Corcuera, L.J. and Mujica, A. (2007). Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *European Journal of Agronomy*. 26: 471-475.
- Kaul, A., Kruse, H., and Aufhammer, W. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*. 22: 95-100.



- Kumar, R. Singh. K. and Chhipabra, K. (1997). Response of nitrogen under different levels of salinity and boron in irrigation water on fodder yield and protein content of bajra. *Crop-Research Hisar*. 13:3, 547-551.
- Martínez, E.A., Fuentes, F.F., and Bazile, D. 2015. "History of Quinoa: Its Origin, Domestication, Diversification, and Cultivation with Particular Reference to the Chilean Context." *Quinoa: Improvement and Sustainable Production*: 19-24.
- Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Adolf, V.I., Jensen, C.R., Jacobsen, S.E., and Andersen, M.N. 2011. Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 197:348-360.
- Thanapornpoonpong, S., Vearasilp, E., Pawelzik, E. and Gorinstein, S. (2008). Influence of various nitrogen applications on protein and amino acid profiles of amaranth and quinoa. *J. Agric. Food Chem.*, 56: 11464-11470.
- Wilson, C., Read, J.J., and E. Abo-Kassem. 2002. "Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of a quinoa and a wheat variety." *Journal of Plant Nutrition*. 25(12): 2689-2704.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effects of rate and application time of nitrogen on quinoa yield and growth in saline condition in Roodasht of Isfahan

Tadayonnejad, M.^{*1}, Rezaee, H², Dehghani, M.³

¹ Assistant professor, Soil and water Research Department; Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Esfahan, Iran

² Assistant professor, Soil and water Research Institute, AREEO, Tehran, Iran

³ Trainer, Soil and water Research Department; Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Esfahan, Iran

Abstract

Quinoa has been considered in recent years due to its nutritional value and good growth potential under conditions of salinity and drought stress. Due to the development of saline soils in Iran and the recent drought, research on it is necessary. This experiment was conducted as a factorial design in a randomized complete block design with three replications. Fertilizer factors included four treatments with different amounts of nitrogen (50, 100, 150 and 200 kg of urea per hectare) and two treatments of split (two replications at the time of cultivation and early budding and three replications at planting, early budding and early flowering), in addition of a control treatment without fertilizer with 13 ds / m salinity conditions. The results of analysis of variance of nitrogen and its effects on shoot and seed yield were significant at 1% and 5%, respectively. The highest yield of shoot and seed was related to treatment of 200 kg ha⁻¹ urea and three split treatment equal to 7.8 and 2.91 tons per hectare, respectively. It is recommended to produce forage (150 kg urea per hectare and three seeds) and to produce seed (50 kg urea per hectare and three splits).

Keywords: nitrogen, quinoa, salinity

* Corresponding author, Email: m.tadayonnejad@gmail.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر کودهای آلی کمپوست و لجن فاضلاب شهری در کشت چغندر قند

علیرضا مرجوی^{۱*}، پریسا مشایخی^۲

۱ و ۲ اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

تمامی کودهایی که به عنوان کود کمپوست تولید می‌شوند نمی‌توانند مفید باشند و باید در خصوص استانداردها خاصی مورد توجه کافی قرار گیرند. در این راستا آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی و زهکشی رودشت اصفهان اجرا شد. کرت‌ها به صورت ثابت با سه تکرار و پنج تیمار که شامل دو سطح کود کمپوست زباله‌های شهری و دو سطح کود لجن فاضلاب انسانی همراه با یک شاهد بودند. طرح آماری مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی که با تناوب چغندر قند، ذرت علوفه‌ای، پیاز، گندم، آیش و چغندر قند همراه بود. در این گزارش تنها به ارائه نتایج چغندر قند اکتفا شده است. نتایج نشان داد لجن فاضلاب نسبت به کمپوست شهری تأثیرات آبی و بهتری بر عملکرد ریشه و اندام هوایی چغندر قند داشت. همچنین گذشت زمان باعث متمایز شدن عملکرد اندام هوایی چغندر قند در سطوح کودهای کمپوست نسبت به شاهد شد. کود لجن فاضلاب با وجود گذشت زمان همچنان برتری خود را در عملکرد اندام‌های هوایی و عملکرد ریشه نسبت به کمپوست حفظ کرد. با وجود این که کودهای آلی کمپوست و بخصوص لجن فاضلاب توانستند عملکرد ریشه را افزایش دهند ولی به خاطر کاهش درصد قند ناخالص و نهایتاً کاهش عملکرد قند در محصول استفاده از این کودها قبل از کشت چغندر قند توصیه نمی‌گردد.

کلمات کلیدی: اصفهان، چغندر قند، کمپوست، لجن فاضلاب

مقدمه

بر اساس یک تعریف ایدئال به هر محصولی که تحت فرآیند کمپوست شدن (که همان به پایداری رسیدن ترکیبات آلی تحت شرایط هوایی و تولید حرارت بر اثر فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها باشد) می‌توان کود کمپوست اطلاق کرد. محصول تولیدی باید عاری از عوامل بیماری‌زا و بذور علف‌های هرز باشد. تمام کمپوست‌ها شبیه به هم نیستند اگرچه در نظر اول ممکن است که باهم شباهت داشته باشند ولی از لحاظ برخی خصوصیات شیمیایی باهم متفاوت هستند. اندازه‌گیری‌های اسیدیته، شوری، خصوصیات فیزیکی، بلوغ و پایداری از خصوصیات بارزی است که جهت تعیین کیفیت کود کمپوست به کار می‌رود. محصولات کارخانه کود کمپوست اصفهان با ظرفیت بالغ بر ۸۵۰ تن دریافت زباله در روز مورد استقبال زیاد زارعین قرار گرفته است از طرفی کاهش و یا عدم وجود مواد آلی در خاک‌های کشاورزی، عدم تعادل تغذیه‌ای، پائین بودن شرایط مطلوب فیزیکی شیمیایی خاک جهت رشد گیاه استفاده از مواد آلی را اجتناب‌ناپذیر کرده است. به طور کلی کمپوست می‌تواند سبب کاهش فرسایش، به فرم آلی در آوردن فلزات سنگین و از دسترس خارج کردن آن‌ها از جذب گیاه و همچنین بهبود بخشیدن به فعالیت میکروبی خاک باشد. لذا بسیاری از محل‌هایی که نیاز به کشت یا فضای سبز دارند مثل کارخانه‌ها و کنار جاده‌ها، جهت بهبود بخشی و قابل کشت شدن آن‌ها از کمپوست استفاده شده است (Stratton و همکاران ۲۰۰۰). مطابق با تحقیق Abo-Baker and El-Tayeh (۲۰۱۷) مشخص شده که افزودن مواد آلی به خاک‌های تحت کشت بسیار مهم هستند به دلیل اینکه کشت متراکم در خاک باعث بالا بردن نسبت تخریب خاک و از بین رفتن مواد آلی خاک می‌شود.

با تمام خصوصیات مثبتی که تاکنون نتایج تحقیقاتی توانسته است از کودهای کمپوست نشان دهد به منظور استفاده از این کود باید توجه داشت که از لحاظ خصوصیات میکروبی، شیمیایی و فیزیکی برای محصولات کشاورزی یا خاک مضر نباشند. بنابراین تمام کودهایی که به عنوان کود کمپوست تولید می‌شوند نمی‌توانند مفید باشند و باید در خصوص استانداردها زیر مورد توجه کافی قرار گیرند ۱- چگونگی حاصلخیز کردن خاک ۲- تعیین آلودگی و زیان‌هایی که ممکن است به محیط زیست وارد نمایند ۳- کارا بودن وعدم ضدیت با محیط طبیعی ۴- تعیین اثر بر روی موجودات مفید محیط (Robin و همکاران ۲۰۰۱). کودهای کمپوست در دنیا به طور موفقیت‌آمیزی بر روی تعداد زیادی از محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است. در نگاه اول ارزش غذایی کود کمپوست مورد نظر است در حالی که با عرضه این کود علاوه بر جنبه‌های غذایی، ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز تأمین

می‌گردد (Robin و همکاران ۲۰۰۱). تحقیقات انجام‌گرفته در وزارت کشاورزی آمریکا نشان داد که آزادسازی نیتروژن از کود کمپوست به سرعت آزادسازی کودهای شیمیایی نیست. به طوری که در بیشتر حالات در حدود ۲۵٪ از نیتروژن در سال اول و در سال‌های بعد تا ده درصد آن آزاد می‌گردد و این بدین خاطر است که در جریان کمپوست شدن، نیتروژن موجود به صورت باندهای پروتئینی، میکروبی و دیگر فرم‌های آلی تبدیل می‌گردد (Sikora and Szmidt, 2001). همچنین گزارش شده است که کاربرد کمپوست زباله شهری، غلظت روی و آهن جذب شده توسط ریشه، ساقه و دانه سویا را افزایش داده است که می‌تواند به علت حضور ترکیبات آلی در اثر افزودن کمپوست در خاک باشد (Mahmoodabadi و همکاران ۲۰۱۰). بسیاری از، محل‌هایی که نیاز به کشت یا فضای سبز دارند مثل کارخانه‌ها و کنار جاده‌ها جهت بهبود بخشی و قابل کشت شدن آن‌ها از کمپوست استفاده شده است (Stratton و همکاران ۲۰۰۰). با توجه به احتمال آلوده بودن شیمیایی کودهای کمپوست شهری و لجن فاضلاب بر خاک و گیاه و با توجه به کشت چغندر قند به منظور استحصال قند در این گیاه تأثیر این کودها بر کشت این گیاه می‌توان بسیار حائز اهمیت باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی و زهکشی رودشت اصفهان به اجرا درآمد. کرت‌ها به صورت ثابت و با ابعاد 10×4 مترمربع با سه تکرار و پنج تیمار که شامل کود کمپوست زباله‌های شهری و کود لجن فاضلاب انسانی به قرار زیر بودند.

شاهد بدون اضافه کردن هیچ‌گونه کود آلی در طول دوره‌های آزمایش

C1 تیمار کود کمپوست شهری به میزان ۲۵ تن در هر هکتار

C2 تیمار کود کمپوست شهری به میزان ۵۰ تن در هکتار

S1 تیمار لجن فاضلاب انسانی به میزان ۱۵ تن در هکتار

S2 تیمار لجن فاضلاب انسانی به میزان ۳۰ تن در هکتار

طرح آماری مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی بود. آزمایش طی شش سال با تناوب چغندر قند، ذرت علوفه‌ای، پیاز، گندم، آیش و چغندر قند انجام گرفت. خاک محل آزمایش از لحاظ رده‌بندی جدید تاکسونومی خاک Fine mixed thermic typic torri fluvents بوده و جزء بافت سنگین است. در ابتدا پس از انتخاب زمین نسبت به تسطیح و کرت بندی زمین اقدام شد و به دلیل ثابت بودن کرت‌ها، طوری کرت بندی صورت پذیرفت که پس از پایان هر کشت و آماده‌سازی مجدد زمین جهت کشت بعدی تنها پشته‌های عرضی تخریب و پس از یک شخم سطحی و اعمال تیمارهای کود آلی مجدداً پشته‌های عرضی بسته می‌شوند. پس از کرت بندی و قبل از اعمال تیمارهای کودهای آلی نسبت به نمونه‌گیری مرکب از عمق ۰-۳۰ و در پنج تکرار از خاک محل اجرای آزمایش اقدامات لازم صورت پذیرفت، سپس تیمارهای کود آلی اعمال گشت و پس از مخلوط کردن آن‌ها با عمق شخم (۲۵ سانتیمتر)، کشت چغندر قند انجام گرفت. به ترتیب در سال‌های بعدی تناوب‌های دیگر اعمال گشت و در سال ششم مجدداً کشت چغندر قند تکرار شد. کلیه عملیات داشت از قبیل آبیاری به موقع، مبارزه با علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها، عرضه کود سرک در مراحل مختلف انجام گرفت و پس از پایان کشت نسبت به نمونه‌برداری از گیاه به تفکیک اندام هوایی و ریشه اقدام می‌شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی در هر دو سال کشت در اول و آخر تناوب، تمام کرت‌های فرعی برداشت، شمارش و توزین شدند. جهت تعیین عملکرد کمی و کیفی دو ردیف وسط تمام کرت‌های آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه، تمام بوته‌ها برداشت و عملکرد ریشه مشخص گردید. از ریشه‌های شسته شده چغندر قند به کمک دستگاه خمیرگیر نمونه تهیه شده و با استفاده از دستگاه بتالایزر صفات کیفی خمیر شامل درصد قند ناخالص به روش پلاریمتری، میزان سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری و نیتروژن مضره به روش رنگ سنجی معروف به عدد آبی اندازه‌گیری شد. میزان قند ملاس نیز با استفاده از فرمول راینفلد برآورد گردید (Reinefeld and Ammerich, 1986). نتایج دو سال کشت چغندر قند به صورت جداگانه با نرم‌افزار SAS محاسبه شد و به دلیل یکنواختی واریانس خطا در دو سال تجزیه مرکب انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون‌های دانکن و گروه‌بندی اثرات متقابل با نرم‌افزار MSTATC انجام شد. در هر مرحله عرضه تیمارهای کودی یک نمونه کود لجن فاضلاب و یک نمونه کود کمپوست شهری گرفته می‌شد و جهت تعیین عناصر موجود در آن به آزمایشگاه منتقل می‌گشت. اندازه‌گیری مقدار عناصر سرب، روی، کادمیم، مس، منگنز و آهن نمونه‌های کود لجن فاضلاب و کمپوست شهری به روش هضم تر با اسید نیتریک و آب اکسیژنه و با دستگاه جذب اتمی پریکین المر مدل ۶۰۳۰ انجام گرفت (Soon and Abboud, 1993). همچنین غلظت عناصر مختلف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در همین نمونه‌های پس از هضم نمونه‌ها با کمک اسید سولفوسالیسیلیک اندازه‌گیری شد (Jones, 2001).

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی کود کمپوست و کود لجن فاضلاب شهری طی دو دوره استفاده قبل از کشت چغندر قند در جدول شماره ۱ آمده است. بر اساس این جدول مشخص می‌شود که کود کمپوست و لجن فاضلاب می‌توانند دو منبع مؤثر در تأمین عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف برای گیاه باشند از طرفی هدایت الکتریکی کود کمپوست در هر دو مرحله خیلی بالاتر از هدایت الکتریکی لجن فاضلاب است. و عناصر کلسیم و منگنز و روی نیز در لجن فاضلاب بیشتر از کود کمپوست است.

جدول ۱: خصوصیات شیمیایی مورد تجزیه کود کمپوست و کود لجن فاضلاب شهری طی دو دوره استفاده قبل از کشت

Cd	Pb	Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	pH	ECE	دوره
mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%	%	%		dS/m	عصر نمونه
--	۱۳۴	۵۶۴	۴۱۰	۳۴۹	۹۲۴۰	۰/۶۷	۴/۶	۰/۳۷	۰/۹۳	۲/۵	۷	۲۰/۸	کمیپوست
--	۱۳۴	۱۵۶	۴۹۲	۳۵۲	۶۳۶۰	۰/۶۳	۵/۱	۱/۷۵	۰/۲۵	۱/۵	۷/۲	۸/۲	لجن فاضلاب
۶/۷۶	۸۰	۱۵۵	۳۶۸	۲۳۱	۱۰۲۸۰	۰/۴۵	۱/۶۵	۰/۸۱	۰/۴۹	۱/۴	۷/۱	۲۲/۶	کمیپوست
۸/۷۵	۹۵	۳۸۸	۵۵۰	۲۷۱	۱۴۲۷۵	۰/۶۱	۲/۵۱	۰/۵۶	۱/۰۳	۱/۸	۶/۸	۱۴/۴	لجن فاضلاب

جدول ۲ مقایسه میانگین عملکرد ریشه و عملکرد اندام هوایی چغندر قند را طی دو دوره کشت نشان می‌دهد. بر اساس جدول ۲ مشخص می‌گردد که در هر دوره عملکرد ریشه لجن فاضلاب سطح ۳۰ در بالاترین میزان قرار گرفته، و از نقطه نظر آماری با تیمار شاهد در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند. این در حالی است که در دور اول لجن فاضلاب سطح ۱۵ نیز به‌طور معنی‌داری از شاهد جدا شده است ولی در دور دوم تنها تیمار لجن فاضلاب سطح ۳۰ اختلاف معنی‌دار خود را از شاهد به‌طور کامل حفظ کرده است. همین مسئله در خصوص عملکرد اندام هوایی نیز قابل‌مشاهده است بر اساس این مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت لجن فاضلاب نسبت به کمپوست شهری تأثیرات آنی و بهتری بر عملکرد ریشه و اندام هوایی چغندر قند داشت. همچنین گذشت زمان باعث متمایز شدن عملکرد اندام هوایی چغندر قند در سطوح کودهای کمپوست نسبت به شاهد شد. کود لجن فاضلاب با وجود گذشت زمان همچنان برتری خود را در عملکرد اندام‌های هوایی و عملکرد ریشه نسبت به کمپوست حفظ کرد.

جدول ۲: مقایسه میانگین عملکرد ریشه و عملکرد اندام هوایی چغندر قند طی دو دوره کشت.

تیمار	عملکرد ریشه kg/ha		عملکرد اندام هوایی kg/ha	
	دوره اول	دوره دوم	دوره اول	دوره دوم
شاهد	۴۰۸۳۰ b	۵۳۴۳۵ b	۱۲۰۸۰ b	۲۷۷۹۲ c
کمپوست ۲۵	۴۹۶۶۰ ab	۶۲۴۴۴ ab	۱۲۸۳۰ b	۳۶۴۱۷ b
کمپوست ۵۰	۵۱۰۴۰ ab	۵۸۸۷۲ b	۱۳۵۸۰ ab	۳۰۳۳۳ bc
لجن فاضلاب ۱۵	۵۹۶۲۰ a	۶۱۳۱۸ ab	۱۵۹۵۰ ab	۴۴۲۰۸ a
لجن فاضلاب ۳۰	۵۳۳۷۰ a	۶۹۲۷۹ a	۱۷۱۶۰ a	۵۱۰۴۲ a

مقایسه عملکرد درصد قند و میانگین درصد قند ناخالص و دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده طی دو دوره اجرای آزمایش در جدول شماره ۳ آمده است. بر اساس جدول ۳ ملاحظه می‌گردد که در دوره اول تفاوتی از لحاظ درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، ازت مضره، ضریب الکالیدی و درصد قند سفید بین تیمارها و شاهد مشاهده نمی‌شود و تنها در درصد قند شربت تیمار لجن ۳۰ در پایین‌ترین حد خود قرار گرفته است و در عوض در درصد قند ملاس همین تیمار در بالاترین میزان مربوطه قرار گرفته است. لذا مشاهده می‌شود که عملکرد درصد قند بین تیمارها که حاصل ضرب عملکرد ریشه در درصد قند ناخالص است تابع اختلاف عملکرد ریشه بین تیمارها قرار خواهد داشت. مطالب فوق در حالتی است که زمین برای اولین بار تیمار شده باشد. با گذشت زمان و عرضه چندین نوبت کودهای کمپوست و لجن فاضلاب مسئله پیچیده‌تر می‌شود. به طوری که در دوره دوم تقریباً تمام فاکتورهای خصوصیات کیفی چغندر قند تحت تأثیر قرار گرفته است و جالب اینکه تیمار شاهد در بالاترین میزان درصد قند ناخالص قرار گرفته است و تیمار لجن ۳۰ نیز در پایین این میزان، همین عامل باعث شده است که علی‌رغم بالا بودن عملکرد ریشه در تیمار لجن ۳۰، تفاوت معنی‌داری بین شاهد و لجن ۳۰ در مورد عملکرد درصد قند مشاهده نشود. علت این مسئله را شاید بتوان در زیاد بودن ازت مضره در تیمارهای لجن نسبت به شاهد جستجو کرد.

جدول ۳: مقایسه عملکرد درصد قند و میانگین درصد قند ناخالص و دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده چغندر قند طی دو دوره اجرای آزمایش

دوره	تیمار	درصد قند ناخالص	سدیم	پتاسیم	ازت مضره	ضریب الکالیدی	درصد قند سفید	درصد قند شربت	درصد قند ملاس	عملکرد درصد قند
اول	شاهد	۱۸/۳ a	۱/۹۸ a	۶/۱ a	۳/۴ a	۲/۵ a	۱۵/۵ a	۸۴/۶ a	۲/۸ b	۷۴۹۰ b
	کمپوست ۲۵	۱۸/۷ a	۲/۰۵ a	۶/۱ a	۳/۱ a	۲/۹ a	۱۵/۹ a	۸۴/۹ a	۲/۸ b	۹۲۹۰ ab
	کمپوست ۵۰	۱۸/۴ a	۲/۶ a	۶/۳ a	۳ a	۳/۲ a	۱۵/۴ a	۸۳/۴ ab	۳/۱ ab	۹۴۱۰ ab
	لجن ۱۵	۱۸/۳ a	۲/۱ a	۶/۴ a	۴/۱ a	۲/۲ a	۱۵/۳ a	۸۳/۳ ab	۳ ab	۱۰۹۷ a
دوم	لجن ۳۰	۱۷/۶ a	۲/۴ a	۶/۹ a	۴/۵ a	۲/۱ a	۱۴/۳ a	۸۰/۹ b	۳/۳ a	۹۴۱۰ ab
	شاهد	۱۷/۹ a	۴/۲ b	۷/۹ b	۴/۶ b	۲/۶ a	۱۳ a	۷۲/۶ a	۴/۳ c	۹۵۶۲ a
	کمپوست ۲۵	۱۶ abc	۵/۱ ab	۸/۹ ab	۵/۴ b	۲/۶ a	۱۰/۴ ab	۶۴/۸ bc	۵ ab	۹۹۹۱ a
	کمپوست ۵۰	۱۷/۴ ab	۳/۷ b	۹ a	۴/۷ b	۲/۸ a	۱۲/۳ a	۷۰/۶ ab	۴/۵ bc	۱۰۲۵۹ a
	لجن ۱۵	۱۵ bc	۶/۳ a	۸/۸ ab	۷ a	۲/۲ a	۸/۹ b	۵۹ c	۵/۵ a	۹۱۷۳ a
	لجن ۳۰	۱۴/۴ c	۶/۳ a	۸/۹ ab	۶/۸ a	۲/۲ a	۸/۳ b	۵۷/۲ c	۵/۵ a	۹۹۴۶ a



نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای آلی کمپوست شهری و لجن فاضلاب انسانی توانست به صورت معنی دار عملکرد ریشه چغندر قند را افزایش دهد. ولی این افزایش به صورت معنی دار درصد قند ناخالص را کاهش داد. این کاهش با مصرف لجن فاضلاب انسانی نسبت به کمپوست شهری بیشتر بود. عملکرد قند ناخالص که برآیند عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص است با مصرف کودهای آلی مورد مطالعه به صورت معنی دار نسبت به شاهد افزایش پیدا نکرد. با مصرف مداوم کودهای آلی کمپوست و لجن فاضلاب عملکرد قند قابل استحصال به صورت معنی دار کاهش یافت. در نتیجه مصرف این نوع کودها برای مناطقی مشابه به منطقه مورد آزمایش قابل توصیه نیست.

منابع

- Abo-Baker, A.A. and El-Tayeh, N.A. 2017. Heavy metal and phosphorus contents of Jew's mallow (*Corchorus olitorius* L.) plants grown on soil amended with phosphate, bio and organic fertilizers. *International Journal of Plant & Soil Science*, 14(6), 1-19.
- Jones, J. B. 2001. *Laboratory guide for conduction soil tests and plant analysis*. CRC Press, 256p.
- Mahmoodabadi, M.R., Amirabadi, Z., Amini, S., and Khazaeipoul, K. 2010. Fertilization of soybean plants with municipal solid waste compost under leaching and non-leaching conditions. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 8 (1): 55-59.
- Reinefeld, E. and Ammerich, E. 1986. Zur Bewertung der Qualität von zuckerruben; *Z. Zuckerind.* 111, 730-738.
- Robin, A.K. Szmids & Andrew and Dickson, W. 2001. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland
- Sikora, L. and Szmids, R.A.K. 2001. Nitrogen sources, mineralization rates and plant nutrient benefits from compost. In: Stoffella et al. (Eds). *Compost utilization in horticultural cropping systems*. Pub. CRC Press
- Soon, Y.K. and Abboud, S. 1993. Cadmium, Chromium, Lead and Nickel soil sampling and method of analysis. Lewis Publishers. P: 103-107.
- Stratton, M.L., Barker, A. and Ragsdale, J. 2000. Sheet composting overpowers weeds in restoration project. *Biocycle* 4: 57-59



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of municipal compost and sewage sludge on sugar beet cultivation

Marjovvi¹, A., Mashayekhi², P.

1,2 Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

All fertilizers produced as compost fertilizers cannot be useful and should be considered for specific standards. In this regard, an experiment was conducted at Rudasht research and drainage station in Isfahan. There were stable plots with three replicates and five treatments, included two levels of municipal compost and two levels of urban sewage sludge fertilizer with one control. The statistical analysis was randomized complete block design which sugar beet, corn, onion, wheat, fallow and sugar beet were used as crop rotation. In this report provides results only for sugar beet. The results show that sewage sludge had a more immediate and better impact on the root and shoot sugar beet yields than municipal compost. Also, the passage of time would improve yield of shoot of sugar beet on the levels of compost fertilizers compared to the control. With passage of time, sewage sludge fertilizer maintained its superiority in root and shoot yield on compared of municipal compost. Also, the supply of organic fertilizers of compost and especially sewage sludge could increase root yield, but it reduced the percentage of sugar content, then neutralized the effect of root yield increase, so it is not recommended to use these fertilizers before sugar beet cultivation.

Keywords: Isfahan, Sugar beet, Compost, Sewage sludge

* Corresponding author, Email: amarjovvi@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه بادرشبو در سیستم هواکشت

طیبه روشن کار^{۱*}، زهرا موحدی^۲، ناصر صباغ نیا^۳^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر^۲استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر^۳استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

امروزه، گیاهان دارویی از نظر اقتصادی دارای اهمیت قابل ملاحظه‌ای هستند، یکی از گیاهان دارویی مهم که به لحاظ اقتصادی جایگاه ویژه‌ای در کشور دارد، بادرشبو می‌باشد. گیاهان دارویی در معرض انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی قرار می‌گیرند. در بین تنش‌های غیرزنده، تنش شوری خسارات فراوانی به گیاهان وارد می‌نماید. در این تحقیق ابتدا بذر گیاه دارویی بادرشبو تهیه شده و پس از جوانه‌دار شدن به سیستم هواکشت منتقل شدند. پس از استقرار گیاه در سیستم هواکشت، اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰، ۱۰، ۲۵، ۴۰، ۶۰) و ۲ دسی زیمنس بر متر مربع) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش شوری روی صفات ارتفاع گیاه، طول ریشه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در گیاه، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ریشه، تعداد ریشه‌های فرعی و تعداد ریشه اصلی معنی‌دار بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین کمترین مقدار ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در گیاه، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ساقه، طول ریشه، تعداد ریشه‌های موئین و تعداد ریشه اصلی به تنش ۲ دسی زیمنس بر متر بود.

کلمات کلیدی: کشت بدون خاک، گیاهان دارویی، تنش غیر زیستی

مقدمه

امروزه به علت ایجاد عوارض منفی ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و آلودگی ناشی از تولید آنها در محیط زیست، تقاضا برای مصرف گیاهان دارویی جهت پیشگیری و درمان بیماری‌های مختلف در میان مردم جهان افزایش یافته است. برطبق اطلاعات سازمان بهداشت جهانی امروزه بیش از ۸۰٪ مردم جهان به طور مستقیم یا غیر مستقیم از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌ها استفاده می‌کنند (Smillie و Khan، ۲۰۱۲). یکی از گیاهان دارویی مهم که به لحاظ اقتصادی جایگاه ویژه‌ای در کشور دارد، بادرشبو می‌باشد. گیاه دارویی بادرشبو از تیره نعناع با نام علمی *Dracocephalum moldavica* و نام‌های فارسی بادرشبی، بادرشبو و بادرشبو (مظفریان، ۱۳۷۵) گیاهی علفی، معطر و بومی آسیای مرکزی و اهلی شده در مرکز و شرق اروپاست (Dastmalchi و همکاران، ۲۰۰۷).

گیاهان دارویی از جمله گیاه بادرشبو در معرض انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار می‌گیرند. در بین تنش‌های غیرزنده، تنش شوری در سطح جهان خسارات فراوانی به گیاهان وارد نموده است. مهم‌ترین واکنش گیاه به تنش شوری، کاهش رشد است. تنش شوری مانند بسیاری از تنش‌های دیگر رشد گیاهان را محدود می‌کند. کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است

(Zhu, ۲۰۰۱). تاثیر تنش شوری بر رشد گیاه شامل ایجاد تنش اسمزی، سمیت یون ها و کمبود مواد مغذی در گیاه است (Roy و همکاران، ۲۰۰۶; Hasegawa و همکاران، ۲۰۰۰). تنش شوری، رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد و بنابراین موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می شود (Kaya و همکاران، ۲۰۰۱). برای بررسی اثر تنش شوری می توان از سیستم هواکشت استفاده کرد. هواکشت، فرآیندی از رشد گیاه در محیطی از مه، بدون استفاده از خاک یا هر بستر دیگری می باشد و یک تکنولوژی جدید برای تولید بیشتر فرآورده های گیاهی و افزایش سرعت رشد گیاه می باشد. با این روش، گیاه بدون نیاز به خاک به رشد فوق العاده دست پیدا می کند. این روش، ساده ترین و مطمئن ترین راه برای افزایش بازدهی در تولید محصولات گیاهی است (Hayden و همکاران، ۲۰۰۴). در سیستم هواکشت محلول غذایی مستقیماً به ریشه گیاه تحویل داده شده و بنابراین محیط واسطه ای که تحویل محلول غذایی را دچار وقفه سازد یا آن را به باکتری آلوده سازد، وجود ندارد. براساس شواهد موجود نرخ رشد اکثر گیاهان در این روش دو برابر بیشتر از کشت خاکی است. همچنین رشد اکثر گیاهان در سیستم هواکشت، تا ۳ برابر سریع تر از سایر سیستم های آبکشت است. امروزه روش هواکشت به دلیل مزایای مختلف و به خصوص بررسی نقش ریشه در تغذیه گیاهی مورد استفاده قرار می گیرد (Hayden، ۲۰۰۶). با توجه به اهمیت گیاه بادرشبو و اینکه تاکنون اثر تنش شوری در این گیاه در سیستم هواکشت بررسی نشده است، در این پژوهش بررسی اثر تنش شوری بر برخی ویژگی های مورفولوژیکی گیاه دارویی بادرشبو در سیستم هواکشت انجام شد.

مواد و روش ها

ابتدا بذر گیاه بادرشبو از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. سپس بذرها با هیپوکلرید سدیم ۵٪ به مدت دودقیقه ضد عفونی شده و سه بار با آب مقطر و هر بار به مدت دو دقیقه شستشو داده، سپس با اتانول ۷۰٪ به مدت سه دقیقه ضد عفونی و سه بار با آب مقطر شستشو داده شدند. پس از ضد عفونی جهت جوانه زنی داخل پتری دیش قرار داده شدند.

پس از استقرار کامل نشاءهای هشت تا ده برگی (دو هفته پس از انتقال نشاءها به سیستم هوا کشت) در محیط ایروپونیک طراحی شده، قرار داده شدند. سیستم هواکشت مورد استفاده در این تحقیق شامل مخزن قرار گیری بذرها (این مخزن جهت انتقال بذرها در داخل آنها مورد استفاده قرار گرفت)، نازلها (نازلها به گونه ای بود که محلول غذایی را بصورت کاملاً پودر شده و قابل جذب برای گیاه در می آورد)، مخزن محلول غذایی، پمپ های اسپری کننده محلول غذایی و جمع آوری بازیافت محلول غذایی و سیستم کنترل (برای این منظور یک تابلو برق طراحی شد، که در آن از زمان سنج های دیجیتال استفاده شد. از یک زمان سنج به منظور تنظیم زمان اسپری کردن محلول غذایی و از زمان سنج دیگر برای تنظیم زمان تخلیه مازاد محلول غذایی استفاده شد) تشکیل شده بود (شکل ۱). این آزمایش در شرایط گلخانه شیشه ای با دمای حدود ۲۵°C روز و ۲۰°C شب و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی با استفاده از منبع نوری لامپ های بخار سدیم اجرا شد.

سپس گیاهچه ها تحت تاثیر چهار تیمار شوری شامل شاهد (صفر) و غلظت های ۱۰/۲۵ و ۲ دسی زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم قرار گرفتند. نمک کلرید سدیم به محلول غذایی اضافه شد. محلول غذایی مورد استفاده در این آزمایش هوگلند بود. آزمایش حاضر در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. چهار هفته پس از اعمال تیمار، صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در گیاه، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ساقه، طول ریشه، تعداد ریشه های فرعی و تعداد ریشه اصلی سنجیده شدند. داده های این آزمایش با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ویژگی های مورفولوژیک حاصل نشان داد که شوری اثر معنی داری بر شاخص های رشد گیاه بادرشبویه *Dracocephalum moldavica* داشته است. مطابق نتایج به دست آمده در این جدول، تفاوت معنی داری برای اکثر صفات مورد مطالعه بین تیمارهای شوری نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ در گیاه، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ساقه، طول ریشه، تعداد ریشه های فرعی و تعداد ریشه اصلی در سطح یک درصد ($P \leq 0/01$) مشاهده گردید.

نتایج مقایسه میانگین اثر تنش شوری نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار برای ویژگی‌های بررسی شده برای صفات ارتفاع گیاه، ارتفاع ریشه، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد ریشه اصلی، تعداد ریشه فرعی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی در هر گیاه و وزن خشک ریشه در هر گیاه، به ترتیب مربوط به تیمار شاهد (سطح شوری صفر) و غلظت ۲ دسی زیمنس بر متر مربع کلرید سدیم بود (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری بر ارتفاع اندام هوایی و ریشه، تعداد ریشه اصلی، ریشه فرعی و برگ بادرشبو در سیستم هواکشت

شوری (dsm^{-1})	ارتفاع اندام هوایی (cm)	طول ریشه (cm)	تعداد ریشه اصلی	تعداد ریشه فرعی	تعداد برگ
شاهد	۸۳/۳۵ a	۵۸/۲۲ a	۰/۹۱ a	۱۹/۷۸ a	۲۵/۶ a
۰/۲۵	۷۰/۰۲ b	۵۵/۷۹ b	۰/۷۷ b	۱۶/۹۵ b	۱۹/۶ b
۱	۶۰/۲۶ c	۵۵/۶۹ b	۰/۵۹ c	۱۱/۵۸ c	۱۷/۳ b
۲	۴۹/۲۷ d	۳۵/۴۵ c	۰/۵۶ c	۹/۲۹ c	۱۰/۶ c

میانگین‌هایی که در یک ستون حروف مشابهی دارند، از لحاظ آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف شوری بر تعداد شاخه فرعی، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه بادرشبو در سیستم هواکشت

شوری (dsm^{-1})	تعداد شاخه فرعی	وزن تر اندام هوایی (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک اندام هوایی (g)	وزن خشک ریشه (g)
شاهد	۱۱/۷۶ a	۸/۲۵ a	۶/۸۹ a	۱/۸۷ a	۰/۸۲ a
۰/۲۵	۹/۴۴ b	۵/۰۷ b	۶/۲۹ a	۰/۹۷ b	۰/۵۹ b
۱	۶/۸۲ c	۳/۷۱ c	۵/۲۵ b	۰/۴۳ c	۰/۴۲ c
۲	۶/۲۴ c	۱/۳۶ d	۲/۸۴ c	۰/۱۹ c	۰/۱۵ d

میانگین‌هایی که در یک ستون حروف مشابهی دارند، از لحاظ آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

در این مطالعه در شرایط تنش شوری، گیاه بادرشبو با کاهش ویژگی‌های رشدی بررسی شده شامل ارتفاع گیاه، ارتفاع ریشه، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد ریشه اصلی، تعداد ریشه فرعی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی در هر گیاه و وزن خشک ریشه در هر گیاه روبرو شد که این کاهش نسبت به شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود. کاهش در ارتفاع گیاه بر اثر تنش شوری می‌تواند یک راهکار مناسب برای مقابله با شوری باشد. در اثر کاهش ارتفاع، میزان مصرف آب به دلیل رشد کمتر و همچنین تعرق کمتر کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد. کاهش در وزن تر و خشک گیاه نیز ناشی از کاهش ارتفاع گیاه است. رشد برگ اولین واکنش گیاهان در برابر شوری است. کاهش رشد برگ بعد از اعمال شوری عمدتاً به علت اثر اسمزی نمک در اطراف ریشه می‌باشد. به علاوه، افزایش ناگهانی شوری باعث می‌شود که سلول‌های برگ به‌طور موقت آب خود را از دست بدهند (Munns, ۲۰۰۲). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که افزایش سطوح شوری ۰/۲۵، ۱ و ۲ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش عملکرد، وزن خشک در بادرنجبویه می‌شود به طوری که در ۶ دسی زیمنس بر متر منجر به مرگ گیاه می‌شود (Ozturk و همکاران، ۲۰۰۴).

آقایی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر قرار گرفتن دو گونه مریم گلی در تنش شوری نشان دادند که با افزایش سطح شوری وزن خشک قسمت‌های هوایی و وزن خشک ریشه در هر دو گونه کاهش یافته است. همچنین اجزای اسانس تغییرات فراوانی از نظر نوع و میزان اجزای اسانس داشتند. ارچنگی و خدامباشی (۱۳۹۳) بررسی تاثیر تنش شوری در نعنای فلفلی نشان داد که افزایش سطوح شوری درصد اسانس راکاهش می‌دهد (Roodbari و همکاران، ۲۰۱۳).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطوح شوری در محلول غذایی، صفات موفولوژیکی مورد مطالعه کاهش یافت. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که با توجه به اینکه در سیستم هواکشت به راحتی می‌توان تمام مراحل رشد و نمو ریشه‌ها و تاثیر مستقیم شوری بر آنها را در یک محیط کنترل شده بررسی نمود، از این سیستم به خوبی می‌توان جهت بررسی اثر تنش شوری استفاده کرد.

منابع

- آقایی، ک.، طایی، ن.، کنعانی، م.ر. و یزدانی، م. ۱۳۹۳. اثر تنش شوری بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو گونه مریم‌گلی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۳(۹)، ۸۵-۹۵.
- ارچنگی، آ. و خدامباشی، م. ۱۳۹۳. تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک، میزان اسانس و انباشت یونی در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت شرایط کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۵(۱۷)، ۱۲۵-۱۳۸.
- مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. نشر فرهنگ معاصر. تهران ص. ۳-۱۹۲.
- Dastmalchi, K., Dorman, H.G., Kosar, M. and Hiltunen, R. 2007. Chemical composition and *in vitro* antioxidant evaluation of a water soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. Food Science Technology, 40, 239-248.
- Hasegawa, P. M.; Bressan, R. A.; Zhu, J. K. and Bohnert, H. J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Ann. Rev. Plant Physiology, 51, 463- 485.
- Hayden, A.L., Brigham, L. A. and Giacomelli, G.A. 2004. Aeroponic cultivation of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes. Acta Horticulturæ, 659, 397-402.
- Hayden, A. 2006. Aeroponic and hydroponic system for medicinal herb, rhizome and root crops. Hort science, 41 (3), 536-538.
- Khan, I.A. and Smillie, T. 2012. Implementing a "Quality by Design" approach to assure the safety and integrity of botanical dietary supplements. Journal of Natural Products, 75, 1665-1673.
- Kaya, C; Higgs, D. and Kirnak, H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian Journal of Plant physiology, 27, 47-59.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment. 25, 239-250.
- Ozturk, A., Unlukara, A., Ipek, A. and Gurbuz, B. 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.). Pakistan Journal of Botany, 36(4), 787-792.



Roodbari, N., Roodbari, S., Ganjali, A. and Ansarifard, M. 2013. The Effect of Salinity Stress on Growth Parameters and Essential oil percentage of Peppermint (*Mentha piperita* L.). International Journal of Basic and Applied Science, 2(1), 294-299.

Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science, 6, 66-71



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of salinity stress on some morphological traits of Dragonhead in aeroponic system

Roshan kar¹, T., Movahedi^{*2}, Z., Sabaghnia, N³

¹ M. Sc. Student, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture University of Malayer, Iran

² Associate Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture University of Malayer, Iran

³ Prof., Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran

Abstract

Nowadays, medicinal plants are of considerable economic importance. An important medicinal plant is dragonhead, which has a special economic significance in Iran. Medicinal plants are exposed to various biotic and abiotic stresses. Among the abiotic stresses, salinity stress has caused much harm to plants around the world. In this study, first, dragonhead seeds were obtained and, after seedling formation, placed in an aeroponic system. Then, the effects of different NaCl treatments (0, 0.25, 1 and 2 ds/m²) were investigated using a completely randomized design. The results of variance analysis showed that the effect of salinity stress was significant on the characteristics total height, root length, number of leaves, fresh and dry root weights, fresh and dry shoot, number of main roots, number of secondary roots and number of lateral branches. Based on the results of the mean comparison, the lowest total height, root length, number of leaves, fresh and dry root weights, fresh and dry shoot, number of main roots, number of secondary roots and number of lateral branches, were obtained by the 20 ds/m² of NaCl.

Keywords: Soilless, Abiotic Stress, Medicinal plant

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای
اثر کاربرد فسفر و نوع پایه بر شاخص‌های رشد پرتقال تامسون

طاهره رئیسی^{۱*}، سمیه شاهنظری^۱، حمیدرضا جوانبخت، امید شاهنظری^۱
^۱ پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

چکیده

تحقیق حاضر با هدف مطالعه پاسخ پایه‌های مختلف مرکبات به کاربرد کود فسفر در خاک‌های مختلف در جهت مصرف بهینه کود فسفر انجام شد. بدین منظور یک آزمایش گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه پایه مرکبات (سیتروملو، سیترنج و نارنج)، دو سطح فسفر (۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و سه خاک با درصد آهک مختلف (درصد آهک در خاک‌های "یک"، "دو" و "سه" به ترتیب ۱۶، ۴۶ و ۲/۳ درصد بود) بودند. نتایج نشان داد که اثر پایه و سطح فسفر بر شاخص‌های رشد مطالعه شده به نوع خاک مورد بررسی بستگی داشت. بررسی نتایج نشان داد با کاربرد فسفر وزن خشک شاخسار سه پایه سیتروملو، سیترنج و نارنج در هر سه خاک مطالعه شده افزایش معنادار ($P < 0.05$) یافت. بیشترین افزایش وزن خشک شاخساره به دنبال کاربرد کود فسفر در خاک "یک" برای پایه سیترنج (۶۴ درصد) و نارنج (۶۱ درصد)؛ در خاک "دو" برای پایه سیتروملو (۴۰ درصد) و در خاک "سه" نیز برای پایه سیتروملو (۴۹ درصد) به دست آمد. به لحاظ شاخص کارایی جذب فسفر در خاک "یک" پایه سیتروملو، و در خاک "سه" پایه سیترنج نسبت به سایر پایه‌ها برتری داشتند. به هر حال در خاک "دو" پایه‌های مورد مطالعه به لحاظ شاخص کارایی جذب فسفر تفاوت معناداری نداشتند. به طور کلی انتخاب پایه مناسب برای پرتقال تامسون به لحاظ کارایی جذب فسفر کاملاً به شرایط خاکی بستگی داشته و از این رو به نظر می‌رسد مکان محور باشد.

کلمات کلیدی: سیتروملو، سیترنج، کارایی فسفر، نارنج

مقدمه

استان مازندران یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران است که مرکبات کشت عمده آن محسوب می‌شود. سطح زیر کشت مرکبات استان مازندران بالغ بر ۱۱۲ هزار هکتار و میزان تولید آن بیش از ۱/۹ میلیون تن در سال است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۴). تغذیه متعادل یکی از مهمترین فاکتورهای موثر در دستیابی به عملکرد بهینه و اقتصادی درختان مرکبات در این استان می‌باشد.

فسفر دومین عنصر غذایی مهم مورد نیاز گیاهان است. سالانه بیش از ۱۶ میلیون تن کود فسفر در دنیا (Batten, ۱۹۹۲) و ۸۰۰ هزار تن کود فسفره در ایران مصرف می‌شود (ملکوتی، ۱۳۸۴). اما متأسفانه به دلیل شیمی پیچیده فسفر در خاک، تقریباً ۲۰ درصد کود مصرف شده در آن سال مورد است گیاه قرار می‌گیرد و ۸۰٪ آن به‌مرور زمان در خاک تثبیت شده و به شکل غیرقابل دسترس گیاه تجمع می‌یابد. لذا برای حفظ تولید و حفاظت محیط‌زیست، باید از روش‌های استفاده کرد که با طبیعت سازگازتر بوده و تعادل زیست‌بومی خاک و محیط را حفظ نمایند. یکی از این روش‌ها استفاده از ارقام کارا در جذب فسفر می‌باشد.

شاخص کارایی فسفر از تقسیم مقدار عملکرد در تیمار صفر به مقدار عملکرد در سطح کفایت فسفر بدست می‌آید. پاسخ به کمبود فسفر و نیز کاربرد کود فسفر در میان پایه‌های مختلف مرکبات متفاوت است (Zambosi و همکاران، ۲۰۱۳). گونه‌های گیاهی اغلب مکانیسم‌های سازگاری مختلفی را برای کسب عناصر غذایی از جمله فسفر از مخازن خاک به کار می‌گیرند. ریشه گیاهان از طریق تغییر سه عامل pH، غلظت کاتیون‌های فلزی و غلظت لیگاندهای آلی و معدنی، در نتیجه جذب آنها و یا تراوش آنها، منجر به ایجاد تغییراتی در تعادلات شیمیایی عناصر غذایی در حد فاصل خاک-ریشه می‌شود (Hinsinger, ۲۰۰۱).

از آنجا که پایه‌ها سیستم ریشه‌ی درختان مرکبات را تشکیل می‌دهند، بنابراین بر جذب آب، عناصر غذایی و انتقال آنها به قسمت‌های مختلف گیاه و نیز بر حاصلخیزی خاک و نیاز کودی اثرگذار می‌باشند. از سوی دیگر برهمکنش پایه و رقم پیوند شده بر آن بر کارایی جذب عناصر غذایی تاثیرگذار است (Sharma و همکاران، ۲۰۱۶). درواقع توانایی متفاوت نهال‌های پیوند شده بر پایه‌های مختلف مرکبات در جذب عناصر غذایی ناشی از توانایی

* ایمیل نویسنده مسئول: t.raieis@areeo.ac.ir



متفاوت این پایه‌ها در اصلاح فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک پیرامون ریشه‌ی آنها (خاک ریزوسفری) (Ngullie و همکاران، ۲۰۱۵)، توانایی متفاوت آنها در انتقال عناصر غذایی از ریشه به بخش هوایی و نیز کارایی متفاوت نهال‌های پیوند شده بر پایه‌های مختلف در استفاده از عناصر غذایی جذب شده (Zambosi و همکاران، ۲۰۱۲ و Zambosi و همکاران، ۲۰۱۳) می‌باشد. نارنج پایه معمول استفاده‌شده در مناطق شمالی کشور است و سیترنج و سیتروملو نیز با وسعت کمتری در مناطق شمالی به‌عنوان پایه استفاده می‌شوند. علاوه بر این رقم غالب پرتقال استفاده شده در مناطق شمال کشور پرتقال تامسون می‌باشد. بنابراین، با توجه به اهمیت درک تفاوت پایه‌های مختلف مرکبات در جذب فسفر و اطلاعات اندک در این زمینه، مطالعه پاسخ پایه‌های مرکبات به کاربرد کود فسفر در خاک‌های مختلف در جهت مصرف بهینه کود فسفر ضروری است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف مطالعه‌ی تاثیر کاربرد فسفر و نیز پایه‌های مختلف مرکبات بر شاخص‌های رشد نهال‌های پرتقال تامسون پیوند شده بر سه پایه متداول در شمال کشور در سه نوع خاک در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

جهت اجرای این پژوهش در سال ۱۳۹۵ نتایج آزمون خاک نمونه خاک‌های از شرق و غرب مازندران بررسی شد. سپس سه نمونه خاک بر اساس مقادیر درصد رس، کربنات کلسیم معادل و مقدار فسفر عصاره‌گیری شده با روش اولسن انتخاب شدند. نمونه خاک‌های انتخابی شامل دو خاک از شرق مازندران از مناطق باغ‌کلا و دشت‌ناز ساری و یک خاک از خرم‌آباد واقع در غرب مازندران بودند. در ادامه تقریباً ۶۰۰ کیلوگرم از هریک از خاک‌های مورد نظر به پژوهشکده مرکبات واقع در رامسر انتقال یافت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منتخب به روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین شدند.

به منظور تعیین شاخص‌های رشد نهال‌های پرتقال تامسون پیوند شده بر پایه‌های مختلف، یک آزمایش گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه نوع خاک، در دو سطح کاربرد کود فسفر، با استفاده از سه پایه (شامل نارنج، سیترنج و سیتروملو) و با سه تکرار در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۵ انجام شد. بدین منظور در اردیبهشت سال ۱۳۹۶ نهال‌های پرتقال تامسون با رشد یکنواخت از هریک از سه پایه مورد مطالعه شامل: ترویر سیترنج (*Citrus sinensis* (L.) Osb × *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)، سوینگل سیتروملو (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. × *Citrus paradisi* Macf.) و نارنج (*Citrus aurantium* L.) انتخاب و در گلدان‌های ۲۰ لیتری در دو سطح فسفر صفر و سطح کفایت در سه تکرار کشت شدند. در ابتدا داخل گلدان با ۱۵ کیلوگرم از هر یک از سه خاک عبور داده شده از الک ۴ میلیمتری پر شد. نظر به اینکه خاک گلدان‌ها نباید از لحاظ سایر عناصر غذایی کمبودی داشته باشند، در ابتدای کشت طبق نظر محققین پژوهشکده مرکبات پتاسیم، روی، آهن و نیز فسفر فقط در تیمار سطح کفایت به هر گلدان به ترتیب در ۵۰۰ میلی‌گرم پتاسیم از منابع سولفات پتاسیم و مونوپتاسیم فسفات، پنج میلی‌گرم روی از منبع سولفات روی، ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن و ۱۰۰ میلی‌گرم فسفر از منبع مونو پتاسیم فسفات اضافه شد. علاوه بر این ۴۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع اوره در ده مرحله تقسیط و طی فصل رشد همراه آب آبیاری به کار برده شد. تمامی مراقبت‌های لازم زراعی مانند آبیاری و تنظیم نور و رطوبت و غیره برای تمامی تیمارها به طور یکسان اعمال شد.

نهال‌های تامسون بر سه پایه ذکر شده به مدت دو فصل رشد در گلدان‌های پر شده با خاک‌های انتقال یافته از شرق مازندران و خاک انتقال یافته از خرم‌آباد در غرب مازندران نگهداری شدند. در پائیز ۹۷ نهال‌ها برداشت شدند و خاک ریزوسفری مربوط به سه پایه ذکر شده جداسازی شد. ریشه‌ها و بخش‌های هوایی گیاهان با آب مقطر شسته شده و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و وزن خشک اندام هوایی و ریشه تعیین شدند.

=درصد افزایش وزن خشک ناشی از کاربرد کود فسفر

وزن خشک در شرایط عدم مصرف فسفر / (وزن خشک در شرایط عدم مصرف فسفر - وزن خشک در شرایط تامین فسفر)

شاخص کارایی مصرف فسفر از تقسیم مقدار عملکرد در تیمار صفر به مقدار عملکرد در سطح کفایت فسفر بدست می‌آید. در نهایت اثر پایه، نوع خاک و مقدار فسفر کاربردی بر شاخص‌های رشد پرتقال تامسون توسط تجزیه واریانس چندطرفه بررسی شد. معنی‌دار بودن تفاوت‌ها توسط آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد بررسی خواهد شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مطالعه شده در جدول ۱ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، دامنه مقدار رس و سیلت در خاک‌های مورد مطالعه به ترتیب از ۱۶ تا ۲۳ و از ۲۵ تا ۳۰ درصد، دامنه کربنات کلسیم معادل از ۲۳ تا ۴۶۰ گرم بر کیلوگرم خاک و مقدار کربن آلی از ۸/۲ تا ۱۶/۲ گرم بر کیلوگرم خاک می‌باشد. دامنه فسفر استخراجی با روش اولسن از ۵/۸ تا ۲۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بنابراین، می‌توان گفت خاک‌های بررسی شده دارای دامنه وسیعی از نظر مقدار فسفر قابل استفاده و مقدار آهک می‌باشند.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک‌های مطالعه شده

شماره خاک	طول و عرض جغرافیایی	واکنش خاک	رس	سیلت	بافت خاک	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	فسفر اولسن
		-	درصد			گرم بر کیلوگرم		میلی‌گرم بر کیلوگرم
۱	۵۳° ۰۹'E ۳۶° ۳۸'N	۷/۸۸	۱۶	۳۰	SL	۱۶۰	۱۶/۲	۲۲/۵
۲	۵۳° ۱۴'E ۳۶° ۴۴'N	۷/۸۲	۲۳	۲۵	SCL	۴۶۰	۸/۲	۵/۸
۳	۵۰° ۵۲'E ۳۶° ۴۶'N	۷/۰	۲۱	۲۵	SCL	۲۳	۱۲/۸	۱۰/۲

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطح فسفر کاربردی و اثرات متقابل سه جانبه پایه در خاک بر وزن خشک ریشه، وزن خشک کل شاخسار و نسبت وزن خشک ریشه به کل شاخسار معنادار بود. علاوه بر این اثر اصلی پایه بر وزن خشک ریشه و نسبت بین وزن ریشه به شاخسار و نیز اثر اصلی خاک بر وزن خشک ریشه و وزن خشک شاخسار معنادار بود. با توجه به معنادار شدن اثرات متقابل سه جانبه پایه در فسفر در خاک بر شاخسار‌های بررسی شده، اثرات فسفر بر مقدار وزن خشک ریشه و شاخسار نهال‌های تامسون و نیز بر نسبت بین این دوشاخسار به پایه و نوع خاک بستگی داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات پایه، خاک و فسفر بر شاخص‌های رشد نهال‌های پرتقال تامسون

منابع تغییر	میانگین مربعات					خطا
	پایه	خاک	فسفر	پایه*خاک	پایه*فسفر	
درجه آزادی	۲	۲	۱	۴	۲	۳۶
ریشه	۲۹۵۶**	۱۲۷۲**	۴۹۳۳**	۲۰۰۴**	۵۲/۰	۶۴/۷
کل شاخسار	۴/۸	۱۱۳۲۹**	۶۳۹۰۶**	۵۶۵۲**	۲۰/۱	۴۰۹
ریشه به کل شاخسار	۰/۰۶**	۰/۰۱	۰/۰۵*	۰/۰۹*	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳

* و n.s به ترتیب F در سطح احتمال $p < 0.05$ معنادار و یا غیرمعنادار است

خاک "یک":

بررسی نتایج نشان داد در خاک "یک" با کاربرد فسفر وزن خشک شاخسار سه پایه سیتروملو، سیترنج و نارنج به ترتیب ۲۴، ۶۱ و ۶۴ درصد افزایش نشان داد. علاوه بر این در این خاک مقدار وزن خشک ریشه نهال‌های پیوند شده بر هر سه پایه با کاربرد فسفر افزایش یافت هرچند این افزایش فقط در مورد پایه سیترنج (۴۱ درصد) معنادار ($p < 0.05$) بود. با توجه به پاسخ مثبت نهال‌های پیوند شده بر سه پایه مورد مطالعه به نظر می‌رسد علیرغم مقدار زیاد فسفر قابل استفاده در این خاک، نیاز به کوددهی فسفر در خاک "یک" وجود دارد. بررسی نتایج در این خاک نشان داد در سطح کفایت فسفر، مقدار وزن خشک شاخسار نارنج به طور معنادار بیشتر از مقدار وزن خشک شاخسار دو پایه سیتروملو و سیترنج بود. هم‌چنین، در سطح صفر کاربرد کود فسفر مقدار وزن خشک شاخسار نهال‌های پیوند شده بر سه پایه به ترتیب سیتروملو < نارنج < سیترنج کاهش یافت هرچند اختلاف معناداری بین وزن خشک شاخسار سیتروملو و نارنج مشاهده نشد. بنابراین در خاک "یک" در شرایطی که کود فسفری استفاده نگردد دو پایه سیتروملو و نارنج در مقایسه با پایه سیترنج بخش بیشتری از ماده خشک خود را به شاخسار که نقش مهمی در ایجاد قابلیت لازم برای تولید عملکرد اقتصادی دارد، اختصاص داده‌اند. کارایی مصرف فسفر در بین نهال‌های پیوند شده بر پایه‌های مختلف در این خاک متفاوت بود. دامنه کارایی کسب فسفر در خاک "یک" از ۸۱ (سیتروملو) تا ۶۱ (نارنج) درصد متغییر بود. بنابراین کمترین واکنش به کاربرد کود فسفر در خاک "یک" مربوط به نهال‌های پیوند شده بر پایه سیتروملو بود.

به طور کلی با توجه به وزن خشک شاخسار و نیز نسبت بین وزن خشک شاخساره در شرایط عدم مصرف کود به شرایط مصرف کود، بیشترین کارایی استفاده از فسفر بومی در خاک "یک" در نهال پیوند شده بر پایه سیتروملو مشاهده گردید. علاوه بر این با توجه به استفاده از پایه‌های سیترنج و نارنج در این منطقه، کاربرد کود فسفر و یا اتخاذ روش‌های در جهت افزایش کارایی مصرف کود فسفر در نهال‌های پیوند شده بر سیترنج و نارنج، نقش مهمی در افزایش تولید عملکرد در این منطقه خواهد داشت.

خاک "دو":

بررسی نتایج نشان داد در خاک "دو" با کاربرد کود فسفر وزن خشک شاخسار نهال‌های تامسون بر سه پایه سیتروملو، سیترنج و نارنج افزایش یافت. بررسی نتایج نشان داد بیشترین پاسخ نهال‌های تامسون (تولید وزن خشک شاخساره) به کاربرد کود فسفره در خاک "دو" مربوط به پایه سیتروملو (۴۶ درصد) و سپس پایه سیترنج (۴۰ درصد) بود. کمترین پاسخ به کاربرد کود فسفر در خاک "دو" در پایه نارنج مشاهده شد که ۳۰ درصد بود. همچنین در این خاک با کاربرد فسفر مقدار وزن خشک ریشه نهال‌های پیوند شده بر پایه نارنج نیز افزایش یافت ولی کاربرد فسفر تاثیر معناداری بر وزن خشک ریشه نهال‌های پیوند شده بر پایه‌های سیترنج و سیتروملو نداشت. بنابراین مقدار فسفر در این خاک کمتر از مقدار مورد نیاز نهال‌های تامسون بود. در شرایط استفاده از کود فسفر وزن خشک شاخسار سیتروملو به طور معناداری بیشتر از وزن خشک شاخسار نارنج و سیترنج بود. به هر حال، در شرایط کمبود فسفر بین وزن خشک شاخسار نهال‌های تامسون پیوند شده بر سه پایه تفاوت معناداری مشاهده نشد. هم‌چنین، دامنه کارایی کسب فسفر در خاک "دو" از ۷۷ تا ۶۹ درصد متغیر بود. شاخص کارایی مصرف فسفر در پایه‌های نارنج و سیترنج بیشتر از پایه سیتروملو بود هر چند این اختلاف معناداری نبود. با توجه به مباحث فوق به نظر می‌رسد در خاک "دو" که یک خاک با درصد آهک ۴۶ درصد می‌باشد، بین نهال‌های پیوند شده بر هر سه پایه سیتروملو، نارنج و سیترنج در استفاده از فسفر بومی خاک برتری مشاهده نشد و در این خاک نیاز به کاربرد کود فسفر برای بهبود عملکرد پرتقال تامسون می‌باشد.

جدول ۳- اثرات متقابل پایه و سطح فسفر بر شاخص‌های رشد نهال پرتقال تامسون در سه خاک مطالعه شده

کارایی فسفر	ریشه به شاخسار		ریشه		کل شاخسار		سطح فسفر	
	۰	۱	۰	۱	۰	۱		
۸۱A	۰/۵۲aA	۰/۴۸aA	۱۰۵aA	۱۲۰aA	۲۰۲bA	۲۴۹aB	سیتروملو	خاک ۱
۶۳B	۰/۵۶aA	۰/۴۹bA	۸۱bB	۱۱۴aA	۱۴۵bB	۲۳۳aB	سیترنج	
۶۱B	۰/۳۷aB	۰/۲۷bB	۶۴aC	۷۷aB	۱۷۵bA	۲۸۷aA	نارنج	
۶۹A	۰/۵۵aA	۰/۴۳bB	۹۳aA	۱۰۶aA	۱۷۰bA	۲۴۹aA	سیتروملو	خاک ۲
۷۷A	۰/۴۲aB	۰/۳۰bC	۶۲aB	۶۲aB	۱۵۱bA	۲۱۰aB	سیترنج	
۷۵A	۰/۵۸aA	۰/۶۱aA	۸۶bA	۱۲۰aA	۱۵۱bA	۱۹۵aB	نارنج	
۶۷B	۰/۶۵aA	۰/۵۳bA	۱۰۸bA	۱۳۰aA	۱۶۶bB	۲۴۸aB	سیتروملو	خاک ۳
۸۰A	۰/۳۸aB	۰/۳۹aB	۸۳bB	۱۱۵aB	۲۴۴bA	۲۹۶aA	سیترنج	
۸۳A	۰/۳۸aB	۰/۳۹aB	۷۹bB	۱۰۱aB	۲۰۹bA	۲۶۴aAB	نارنج	

برای هر خاک در هر ستون میانگین‌های دارای حرف بزرگ مشترک و در هر ردیف میانگین‌های دارای حرف کوچک مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

خاک "سه":

بررسی نتایج نشان داد در خاک "سه" با کاربرد کود فسفر وزن خشک شاخسار نهال‌های تامسون پیوند شده بر هر سه پایه افزایش یافت و بیشترین درصد افزایش وزن خشک شاخساره نهال‌های تامسون در پاسخ به کاربرد کود فسفر در پایه سیتروملو (۴۹ درصد) و کمترین در پایه‌های نارنج (۲۶ درصد) و سیترنج (۲۱ درصد) مشاهده شد. هم‌چنین، با کاربرد کود فسفر در این خاک وزن خشک ریشه هر سه پایه به طو معناداری افزایش یافت. بنابراین مقدار فسفر در این خاک کمتر از مقدار مورد نیاز نهال‌های تامسون بود. در شرایط کمبود فسفر و نیز در شرایط تامین فسفر ترتیب نهال‌های پیوند شده بر پایه‌های مختلف به لحاظ وزن خشک شاخساره به ترتیب سیترنج < نارنج < سیتروملو بود. هم‌چنین شاخص کارایی مصرف



فسفر در نهال‌های پیوند شده بر دو پایه سیترنج و نارنج بیشتر از نهال‌های پیوند شده بر پایه سیتروملو بود. بنابراین در خاک "سه" نهال‌های پیوند شده بر پایه سیترنج از کارایی بیشتری برای استفاده از فسفر بومی خاک برخوردار بودند.

به طور کلی با توجه به وزن خشک شاخسار و نیز نسبت بین وزن خشک شاخساره در شرایط عدم مصرف کود به شرایط مصرف کود، بیشترین کارایی استفاده از فسفر بومی در خاک "سه" در نهال پیوند شده بر پایه سیترنج مشاهده گردید. علاوه بر این با توجه به پاسخ معنادار پرتقال پیوند شده بر هر سه پایه به کاربرد کود فسفر، در این خاک می‌توان با کاربرد کود فسفر عملکرد درختان پرتقال را بهبود بخشید.

حال سوالی که پیش می‌آید این است که چگونه برخی پایه‌ها قادر به رشد و نمو بهتر نسبت به سایر پایه‌ها در یک خاک مشخص بدون استفاده از کود فسفر می‌باشند. یکی از سازوکارهای که برخی گیاهان در شرایط کمبود فسفر به‌کار می‌برند افزایش نسبت وزن خشک ریشه به بخش هوایی می‌باشد. در ادامه نسبت وزن خشک ریشه به بخش هوایی در پرتقال‌های پیوند شده بر پایه‌های مختلف در سه خاک بررسی می‌شود. در خاک "یک" عدم استفاده از کود فسفر منجر به افزایش نسبت وزن خشک ریشه به کل شاخسار در هر سه پایه نسبت به شرایط کاربرد کود فسفر شد، هرچند این افزایش در مورد پایه سیتروملو معنادار نبود. بنابراین به نظر می‌رسد در خاک "یک" نهال پرتقال بر پایه سیتروملو راهکاری به غیر از افزایش نسبت وزن خشک ریشه به بخش هوایی را جهت افزایش جذب فسفر بکار گرفته است. در خاک "دو" نسبت وزن خشک ریشه به کل شاخسار در شرایط عدم مصرف کود فسفر نسبت به شرایط کاربرد فسفر بیشتر بود، هرچند این افزایش در مورد پایه نارنج معنادار نبود. بنابراین به نظر می‌رسد در خاک "دو" دو پایه سیتروملو و سیترنج با بکارگیری سازوکار افزایش وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخسار در شرایط کمبود فسفر، فسفر بیشتری جذب کرده و عملکرد خود را بهبود می‌بخشند، اما احتمالاً پایه نارنج سازوکاری دیگر در شرایط کمبود فسفر به کار می‌گیرد که نیز به تحقیقات بیشتر در این زمینه است. در خاک "سه" نسبت وزن خشک ریشه به کل شاخسار در پایه سیتروملو در شرایط عدم مصرف فسفر نسبت به شرایط کاربرد فسفر بیشتر بود. بنابراین به نظر می‌رسد در خاک "سه" پایه سیترنج راهکاری به غیر از افزایش وزن خشک ریشه به شاخسار در شرایط کمبود فسفر برای بهبود عملکرد خود به‌کار برده است.

نتیجه‌گیری

به دلیل اینکه پایه‌ها سیستم ریشه یک درخت را تشکیل می‌دهند، بنابراین بر جذب آب و عناصر غذایی و انتقال آنها به قسمت‌های مختلف گیاه اثرگذار می‌باشند. انتخاب پایه مناسب برای پرتقال تامسون به لحاظ کارایی کسب فسفر به عوامل متعدد مانند اقلیم و شرایط خاک بستگی دارد و از این رو به نظر می‌رسد مکان محور (site-specific) باشد. علاوه بر این در همه خاک‌های بررسی شده و در مورد هر سه پایه با کاربرد کود فسفر عملکرد (وزن خشک شاخسار) نهال بهبود یافت. بنابراین با توجه به اهتمام کم باغداران در استفاده از کود فسفر در نهالستان‌ها و باغ‌های مرکبات استان مازندران توصیه می‌شود یا از پایه کارتر در جذب فسفر در این مناطق استفاده گردد و یا اگر به دلیل محدودیت‌های خاکی و اقلیمی امکان استفاده از پایه کارا وجود ندارد، کود فسفر جهت بهبود عملکرد نهال‌های مرکبات استفاده گردد.

منابع

- آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۴. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران. قابل دسترسی در آدرس: <http://www.maj.ir>.
- ملکوتی، م ج. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ سوم با بازنگری کامل، انتشارات سن، تهران، ایران.
- Batten, G.D. 1992. A review of phosphorus efficiency in wheat. *Plant and Soil*, 149, 163-168.
- Hinsinger, P. 2001. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant Soil*, 237, 173-195
- Ngullie, E., Singh, A.K., Sema, A. and Srivastava, A.K. 2015. Citrus Growth and Rhizosphere Properties, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46, 1540-1550.
- Sharma, R.M., Dubey, A.K., Awasthi, O.P. and Kaur Ch. 2016. Growth, yield, fruit quality and leaf nutrient status of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.): Variation from rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 210, 41-48.
- Zambosi, F. B., Mattos, D. Jr., Boaretto, R. M., Quaggio, J.A., Muraoka, T. and Syvertsen, J.P. 2012. Contribution of phosphorus (32P) absorption and remobilization for citrus growth. *Plant Soil*, 355, 353-362.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



Zambosi F.B., Mattos Jr. D., Quaggio J.A., Cantarella H. and Boaretto R.M. 2013. Phosphorus Uptake by Young Citrus Trees in Low- P Soil Depends on Rootstock Varieties and Nutrient Management. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 44, 2107-2117.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The effect of phosphorus application and rootstock on growth characteristics of “Thomson” orange

Raiesi^{*1}, T., Shahnazari¹, S., ¹ Javanbakht, H.R., ¹ Shahnazari, O.

¹ Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar, Iran;

Abstract

The subject of present study was to study the response of various citrus rootstocks to the application of phosphorus fertilizer in different soils for optimum use of phosphorus fertilizer. For this purpose, a pot experiment was conducted in a completely randomized design with factorial arrangement in three replications. Treatments consisted of two levels of phosphorus (0, 100 mg/kg) and three rootstocks of citrus (sour orange, Swingle citrumelo and Troyer citrange) and three soil types with different percentage of CaCO₃. (CaCO₃% in soil “1”, “2” and “3” were 16, 46 and 2.3 %, respectively). The results showed that the rootstock and phosphorus effects on the growth indices of the studied plants depended on the type of soil studied. The results of this study showed that shoot dry weight of sour orange, citrumelo and citrange was significantly increased in three studied soils following phosphorus application ($p < 0.05$). After application of phosphorous fertilizer, the highest dry weight of shoots was found for in soil “1” citrange (64%) and sour orange (61%); in the soil “2” for citrumelo (40%) and in soil “3” for citrumelo rootstock (49%). Based on phosphorus efficiency index, citrumelo rootstock in the soil “1”, and citrange rootstock in the soil “3” were more efficient in P uptake than other rootstocks. However, in the soil “2”, there was no significant difference in phosphorus efficiency index. In general, the choice of the efficient rootstock in phosphorus uptake depends on the soil condition and is specific-site.

Keywords: phosphorus efficiency, sour orange, Swingle citrumelo and Troyer citrange

* Corresponding author, Email: t.raiesi@areo.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی غلظت آهن و روی در کمپوست و ورمی کمپوست تولید شده از ضایعات آلی مختلف

مریم کمالی‌زاده^{۱*}، سعید شفیعی^۲، سید محمد علوی‌سینی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

^۲ استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

^۳ استادیار بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، جیرفت، ایران

چکیده

تولید ورمی کمپوست تکنولوژی مناسبی برای مدیریت ضایعات آلی به شمار می‌رود. کود آلی ورمی کمپوست از لحاظ عناصر پر مصرف و کم مصرف غنی است و از آنجا که بسترهای آلی متفاوتی برای تولید ورمی کمپوست استفاده می‌شوند ارزیابی غلظت عناصر قبل از کاربرد آن در کشاورزی امری ضروری است. این مطالعه با هدف بررسی تغییرات غلظت عناصر آهن و روی در اثر فرآیند تولید ورمی کمپوست از بقایا و ضایعات آلی (کود دامی، برگ گردو، تفاله زیتون، مخلوط برگ چنار و شمعدانی و جلبک آرزولا) با تلقیح این بقایا از طریق باکتری *Eisenia fetida* در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. به این منظور بسترهایی با ترکیبات مورد نظر از ضایعات آلی آماده شدند و پس از اتمام مرحله پیش کمپوست، این بسترها تحت تلقیح کرم‌های خاکی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر نوع مواد اولیه و برهمکنش نوع کود در نوع مواد اولیه بر غلظت آهن و روی کاملاً معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین آشکار کرد که غلظت آهن در توده‌های ورمی کمپوست افزایش (۱۸ درصد) و غلظت روی (۲ درصد) کاهش می‌یابد. بطوریکه بیشترین غلظت آهن از تیمار کود دامی و کمترین غلظت آن در تیمار برگ گردو به دست آمد.

کلمات کلیدی: آهن، ضایعات آلی، ورمی کمپوست

مقدمه

امروزه مدیریت مواد زائد جامد، از عمده‌ترین بحران‌های محیط‌زیستی به شمار می‌رود (Nair و همکاران ۲۰۰۶). علاوه بر این، نگرش جهانی بر بازیافت زائدات آلی برای دستیابی به کشاورزی پایدار و محیط‌زیست عاری از آلودگی است و برای توسعه کشاورزی پایدار، غنی‌سازی ضایعات ضرورت دارد (Kumar and Singh, 2001). کرم‌های خاکی به‌طور گسترده در فرآوری طیف وسیعی از ضایعات آلی مثل لجن فاضلاب، بقایای گیاهی، ضایعات صنعتی و کودهای حیوانی استفاده می‌شوند. در طی فرآیند تولید ورمی کمپوست (کمپوست فرآوری شده با کرم‌های خاکی) (Dominguez, 1997)، مواد آلی پس از بلعیده شدن و عبور از دستگاه گوارش کرم‌ها دستخوش تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی زیادی می‌شوند (Martin, 1991). از جمله این تغییرات، افزایش قابلیت دسترسی و در نتیجه حلالیت بیشتر عناصر برای گیاه می‌باشد (Latifah و همکاران ۲۰۰۹). اخیراً فرآیند کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی کمپوست‌کننده، برای تهیه ورمی کمپوست، به‌عنوان یک فناوری آسان و یک فرآیند حامی طبیعت برای به دست آوردن کودهای آلی از مواد زائد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Claudio و همکاران ۲۰۰۹). افزایش سطوح کاربرد ورمی کمپوست در خاک، غلظت عناصر روی، مس و بور در خاک افزایش پیدا می‌کند (Matos and Arrunda, 2003). طبق نتایج حاصل از آزمایشی در ترکیه، با کاربرد ورمی کمپوست در خاک، غلظت روی و مس قابل جذب خاک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد (Ridvan, 2004). در مقایسه کمپوست و ورمی کمپوست، افزایش غلظت عناصر Ni, Na, Zn, Cd و کاهش غلظت عناصر Na, Ca, K, Ni و Cu مشاهده و بیان شد که غلظت تمام فلزات ذکر شده به جز Zn در ورمی کمپوست کمتر از کمپوست است (Frederickson و همکاران ۲۰۰۷). تثبیت سازی لجن فعال فاضلاب طی فرآیند تولید ورمی کمپوست، افزایش غلظت فلزات سنگین Fe, Zn و Cu را به دنبال داشت (Gupta and Garg, ۲۰۰۸). در مطالعات مختلف، تغییرات غلظت فلزات سنگین طی فرآیند تولید ورمی کمپوست از دو رویه پیروی می‌کنند. در برخی منابع کاهش غلظت فلزات سنگین به علت نشت شیرابه (Kaushik and Garg, 2003) و جذب فلزات در مواد بستر از طریق کرم‌های خاکی و تجمع آن در

* ایمیل نویسنده مسئول: maryamkamaliz.74@gmail.com

بافت‌هایشان (Sharma و همکاران ۲۰۰۵) گزارش شده است. کرم‌های حاکی مقدار زیادی خاک را فرو می‌برند و از طریق بلع در معرض فلزات سنگین قرار می‌گیرند. همچنین، از پوست بدنشان نیز می‌توانند این فلزات را جذب کنند (Morgan و همکاران ۱۹۹۹). از طرف دیگر می‌توانند هنگام فرآیند تولید ورمی‌کمپوست، به علت کاهش حجم و وزن مواد در بستر در نتیجه تجزیه مواد آلی، غلظت فلزات افزایش می‌یابد (Deolalikar, 2005). لذا، هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات غلظت آهن و روی هنگام بازیافت پسماندهای کشاورزی و تولید ورمی‌کمپوست می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت به اجرا در آمد. برای انجام این پژوهش ابتدا مواد اولیه آزمایش برای تهیه ورمی‌کمپوست که شامل ۵ نوع ضایعات آلی مختلف (کود گاوی، برگ گردو، تفاله زیتون، مخلوط برگ چنار و شمعدانی و جلبک آزولا) بود، جمع‌آوری شدند. برگ گردو، تفاله زیتون، مخلوط برگ چنار و شمعدانی و جلبک آزولا خرد و با آب شسته شدند تا فنل و مواد حلقوی آن‌ها تا حد زیادی خارج شده و برای میکروارگانیزم‌ها قابل تجزیه شوند. کود دامی نیز پس از تهیه به منظور جدا کردن ذرات با سایز درشت از الک ۳ میلی‌متری عبور داده شد و به منظور حذف املاح مضر و کاهش EC نیز با پخش کردن روی یک صفحه فلزی سوراخ‌دار و پاشیدن آب در ۳ مرحله شستشو شد. برخی از خصوصیات شیمیایی این مواد بر اساس دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک (امامی، ۱۳۷۵) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

برای تهیه ورمی‌کمپوست، ۵ تا ۱۰ کیلوگرم از هر کدام از مواد مختلف داخل گونی پلاستیکی ریخته و در جعبه‌هایی به ابعاد ۲۰×۴۰×۶۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. برای تسهیل فرآیند تهیه کمپوست، مواد اولیه بایستی دارای مقدار مشخصی رطوبت باشند. در برخی از منابع رطوبت بهینه برای این مواد حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد گزارش شده است (قادری، ۱۳۹۰). علاوه بر رطوبت، میزان درجه حرارت مناسب برای افزایش سرعت فرآیند که دمایی حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود حفظ شد. پس از قرار دادن مواد و ضایعات آلی در فضای مناسب، کرم‌های کمپوستی (*Eisenia fetid*) به مقدار ۲۰۰ گرم به هر کدام از ضایعات آلی اضافه گردید. پس از گذشت ۱۰ روز و استقرار و فعالیت کرم‌ها ۵ تا ۱۰ کیلوگرم ضایعات به بسترهای حاوی کرم اضافه و خوب با بستر مخلوط شد. این روند تا اضافه کردن تمام ضایعات آلی به ضایعات حاوی کرم ادامه یافت. پس از گذشت ۶۰ روز از شروع فرآیند، یعنی زمانی که رنگ ضایعات قهوه‌ای تا سیاه شد، ضایعات آلی کاملاً پوسیده و بوی نامطبوع آن‌ها کاملاً از بین رفت ورمی‌کمپوست آماده جمع‌آوری گردید. در نمونه‌های به دست آمده برای اندازه‌گیری غلظت عناصر آهن و روی بر اساس دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک (امامی، ۱۳۷۵) عصاره‌گیری انجام شد و سپس در عصاره هضم غلظت آهن و روی با دستگاه جذب اتمی مدل (Perkin Elmer Analyst 800) قرائت گردید.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی کمپوست

EC (dS/m)	pH	نیترژن کل (در صد)	فسفر کل (در صد)	پتاسیم کل (در صد)
۳/۶	۷/۸	۰/۸۰	۰/۳۵	۰/۴۸

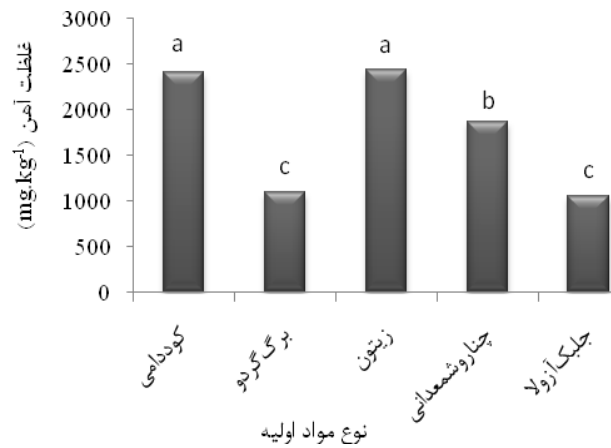
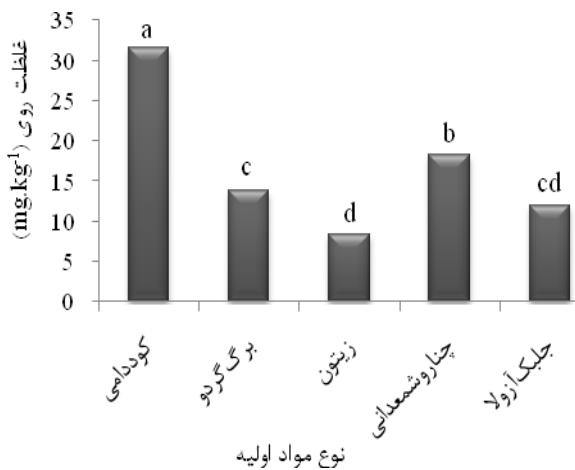
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر نوع مواد اولیه تاثیر کاملاً معنی‌داری بر غلظت آهن و روی داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین غلظت آهن و روی در بقایای اولیه به ترتیب از تیمار زیتون و کود دامی و کمترین غلظت آهن و روی به ترتیب از تیمار برگ گردو و زیتون بدست آمد (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین غلظت آهن در کمپوست و ورمی‌کمپوست نشان داد در طی ورمی‌کمپوست شدن بقایای غلظت آهن ۱۸ درصد افزایش یافت. در حالیکه مقایسه غلظت روی در کمپوست و ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری نشان نداد و فقط اندکی در ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست کاهش یافت (شکل ۲). در بررسی بازیافت لجن صنایع کشاورزی از طریق فرآیند تولید ورمی‌کمپوست، افزایش در غلظت Zn و Fe گزارش شد (Suthar, 2010).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تغییرات غلظت آهن و روی با ورمی کمپوست شدن

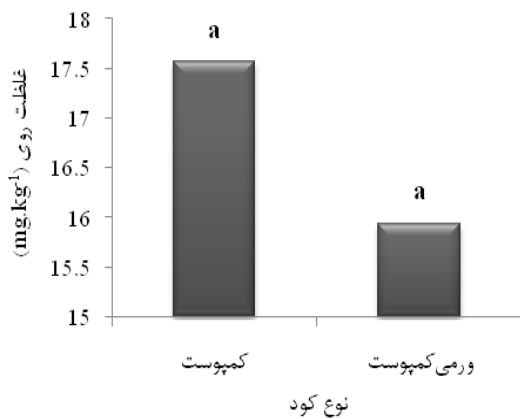
میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییر
روی	آهن		
۱۹/۹۶ ^{ns}	۶۱۱۶۲۹/۵ ^{**}	۱	نوع کود
۴۸۶/۰۸ ^{**}	۲۷۶۱۴۹۳/۷ ^{**}	۴	نوع مواد اولیه
۹۶/۸۴ ^{**}	۲۹۳۰۹۰۴/۶ ^{**}	۴	نوع کود * نوع ماده اولیه
۵/۱	۱۷۰۰۷/۶۹	۲۰	خطای آزمایشی
۱۴/۱	۶/۹۹	-	ضریب تغییرات (درصد)

^{ns} و ^{**}: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح یک درصد.

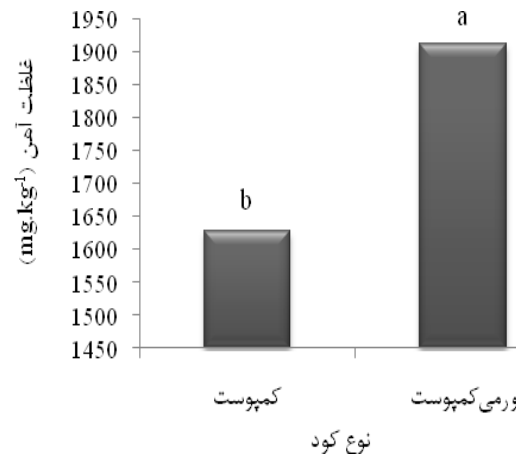


ب

شکل ۱- مقایسه میانگین غلظت آهن (الف) و روی (ب) در نوع مواد اولیه



ب



ب

شکل ۲- غلظت آهن (الف) و روی (ب) در نوع کود

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل نوع ماده اولیه و نوع کود بر غلظت آهن و روی در سطح احتمال یک درصد معنی دار است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل داده‌ها نشان داد بیشترین غلظت آهن و روی به ترتیب به ورمی کمپوست کود دامی و کمپوست کود دامی تعلق داشت و کمترین غلظت آهن و روی به ترتیب از کمپوست برگ گردو و کمپوست زیتون بدست آمد (شکل ۳).

نتایج خرازی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تغییرات غلظت عناصر سنگین طی فرآیند تولید ورمی کمپوست از پسماندهای آلی نشان داد غلظت عناصر آهن و روی در ورمی کمپوست نسبت به مواد اولیه افزایش یافت که ناشی از تجزیه مواد آلی و کاهش وزن خشک مواد در بستر بود. در مطالعه‌ای گزارش شده است که تلقیح باکتری‌های تجزیه کننده مواد آلی به بستر تولید ورمی کمپوست همراه کرم‌های خاکی موجب تسریع فرآیند تجزیه زیستی مواد آلی می‌شود (Saha et al., 2008). حضور این باکتری‌ها، به علت تثبیت مواد آلی و کاهش کربن آلی بستر، موجب افزایش درصد عناصر غذایی و فلزات سنگین در ورمی کمپوست می‌شود (Maboeta and Rensburg, 2003). در بررسی بازیافت لجن فعال فاضلاب و تولید ورمی کمپوست از آن، افزایش Fe و کاهش در غلظت فلزات سنگین شامل Zn ، Pb ، Mn مشاهده و کاهش غلظت فلزات سنگین به علت تجمع این فلزات در بدن کرم‌های خاکی گزارش شد (Khwairakpam and Bhargava, 2009)، که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع کود در نوع ماده اولیه بر غلظت آهن و روی

نوع کود	نوع مواد اولیه	غلظت آهن (mg.kg ⁻¹)	غلظت روی (mg.kg ⁻¹)
کمپوست	کود دامی	۱۸۵۵/۴۷ ^c	۳۳/۷۲ ^a
	برگ گردو	۱۳۴/۶۶ ^e	۱۲/۱۶ ^{de}
	زیتون	۲۳۷۶/۰۱ ^b	۷/۸۳ ^e
	چنار و شمعدانی	۲۷۷۶/۵۵ ^a	۲۵/۳۳ ^b
ورمی کمپوست	جلبک آزولا	۹۹۰/۴۶ ^d	۸/۸۳ ^e
	کود دامی	۲۹۵۶/۵ ^a	۲۹/۳۸ ^a
	برگ گردو	۲۰۴۷/۶۹ ^c	۱۵/۵ ^{cd}
	زیتون	۲۴۹۸/۲۳ ^b	۸/۸۹ ^e
	چنار و شمعدانی	۹۵۳/۵۱ ^d	۱۱/۰۵ ^{de}
	جلبک آزولا	۱۱۰۵/۰۶ ^d	۱۴/۸۸ ^{cd}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد با تولید ورمی کمپوست از بقایا و ضایعات آلی غلظت آهن در ورمی کمپوست نسبت به مواد اولیه افزایش یافته به جز غلظت آهن در ورمی کمپوست چنار و شمعدانی نسبت به مواد اولیه کاهش یافت. غلظت روی در مواد اولیه و ورمی-کمپوست تولید شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و غلظت روی در ورمی کمپوست برگ گردو و جلبک آزولا نسبت به مواد اولیه اندکی افزایش و در ورمی کمپوست کود دامی و چنار و شمعدانی نسبت به مواد اولیه اندکی کاهش غلظت روی مشاهده شد.

منابع:

- قادری، ۱۳۹۰. تاثیر ورمی کمپوست و پسمانده کمپوست قارچ بر رشد، گلدهی و عمر پس از برداشت گل بریده داوودی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.
- Claudio, P.J., Raphael, B., Alves, F., Kamiila, L.R., Brunade, S.N. and Priscila, M. 2009. Zn (II) adsorption from synthetic solution and kaolin wastewater on vermicompost. The Science of Total Environment, 162, 804-811.
- Deolalikar, A.V., Mitra, A., Bhattacharye, S., Chakraborty, S. 2005. Effect of vermicomposting process on the metal content of paper mill solid waste. Journal of Environmental Science and Engineering, 47, 81-84.



- Dominguez, J., Edwards, C.A., Subler, S. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. *Biocycle*, 38, 57-59.
- Frederickson, J., Howell, G., Hobson, A.M. 2007. Effect of pre-composting and vermicomposting on the compost characteristics. *European Journal of Soil Biology* 43, S320-S326.
- Gupta, R., Garg, V.K. 2008. Stabilization of primary sewage sludge during vermicomposting. *Journal of Hazardous Materials*, 153, 1023-1030.
- Kaushik, P. and Garg, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol*, 90, 311-316.
- Khwairakpam, M., Bhargava, R. 2009. Vermitechnology for sewage sludge recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 161, 948-954.
- Kumar, V., Singh, K.P. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology*, 76, 173-175.
- Latifah, A.M., Mohd Lokman, C.J., Mohd Kamil, Y., Tengku Hanidza, T.I., Rosta, H., Hafizan, J. 2009. Influences of bedding material in the vermicomposting process. *International Journal of Biology*, 1, 81-91.
- Maboeta, M.S., Rensburg, L.v. 2003. Vermicomposting of industrially produced woodchips and sewage sludge utilizing *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56, 265-270.
- Martin, A., Lavelle, P. 1992. Effect of soil organic matter quality on its assimilation by *Millsonia anomala*, a tropical geophagous earthworm. *Soil Biology and Biochemistry*, 24, 1535-1538.
- Matos, G.D. and Arrunda, M. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39, 81-88.
- Morgan, A., Sturzenbaum, S., Winters, C., Kille, P. 1999. Cellular and Molecular Aspects of metal sequestration and toxicity in earthworms. *Invertebrate Reproduction and Development* 36, 17-24.
- Nair, J., Sekiozoic, V., Anda, M. 2006. Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource Technology*, 97, 2091-2095.
- Ridvan, K. 2004. Cu and Zn accumulation in earth worm *Lumbricus terrestris* in sewage sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. *Soil Sci*, 22, 141-145.
- Saha, S., Pradhan, K., Sharma, S., Alappat, B.J. 2008. Compost production from Municipal Solid Waste (MSW) Employing.
- Sharma, S., Pradhan, K., Satya, S., Vasudevan, P. 2005. Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review. *American Science*, 1, 4-16.
- Suthar, S. 2010. Recycling of agro-industrial sludge through vermitechnology. *Ecological Engineering*, 36, 1028-1036.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Investigation of Fe and Zn concentration in produced compost and vermicompost from different organic waste

Kamali-Zadeh^{*1}, M., Shafiei², S., Alavi-Siney³, S. M.

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran

² Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Jiroft, Iran

³ Assistant Prof., Horticultural and Crop Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran

Abstract

Vermicompost production is considered as an appropriate technology for organic waste management. Organic vermicompost fertilizer is rich in micro and macro elements. Evaluation of the concentration of elements before its application in agriculture is essential because various organic substrates are used for vermicompost production. This research was carried out to investigate about changes in the concentration of iron and zinc in the process of vermicompost production from organic waste and residues (Manure, Walnut leaves, Olive pulp, Mixed of Platanus and Geraniums leaves and Azulla algae) by inoculating these residues through *Eisenia fetida* bacteria in greenhouse conditions. Therefore, substrates with the desired compounds were prepared from organic waste and after finishing the pre-composting stage these substrates were inoculated with earthworms. The analysis of variance showed that the effect of material type and interaction of fertilizer and materials type on iron and zinc concentrations is significant. The results of the mean comparison revealed that the concentration of iron in the vermicompost masses increased (18%) and zinc concentration decreased so that the highest concentration of iron was obtained from manure and its lowest concentration was obtained from walnut leaf treatments.

Keywords: Iron, Organic waste, Vermicompost

* Corresponding author, Email: maryamkamaliz.74@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

مقایسه اثر بخشی کود فولوات آهن و کلات سکوسترین آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در مازندران

مهران افزلی^{۱*}، فریدون نورقلی پور^۲، ساره رجبی^۳^۱ عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران^۲ عضو هیأت علمی بخش تحقیقات شیمی و حاصلخیزی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج^۳ دکتری بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده

کلروز آهن یا زرد برگی شایع‌ترین کمبود تغذیه‌ای گیاهان و از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده رشد گیاه در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد خاک‌های کشاورزی جهان است. به منظور مقایسه اثربخشی کود فولوات آهن با منشأ کود دامی "کود گاوی پوسیده" و مقایسه آن با کلات سکوسترین آهن بر عملکرد دانه و اجزا عملکرد سویا (*Glycine max* L.) پژوهشی مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار کودی در دو مکان آزمایش در سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران اجرا گردید. تیمارها شامل: ۱- شاهد (بدون مصرف کود آهن)؛ ۲- تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه شده با مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن؛ ۳- تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه شده با محلول‌پاشی کود فولوات آهن؛ ۴- تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه شده با مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن و ۲۵ درصد آهن توصیه شده با محلول‌پاشی کود فولوات آهن؛ ۵- تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه شده با مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن و ۵۰ درصد آهن توصیه شده با محلول‌پاشی کود فولوات آهن؛ ۶- مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن برای تأمین ۲۵ درصد آهن توصیه شده به علاوه محلول‌پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه شده بودند. نتایج نشان داد که اثر کاربرد کود آهن بر ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود ($p < 0.01$). همچنین نتایج نشان داد که مصرف خاکی کلات سکوسترین آهن برای تأمین ۲۵ درصد آهن توصیه شده به علاوه محلول‌پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه شده با ۲۰ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد اثرات سودمندی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا داشت.

کلمات کلیدی: کود آهن، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، سویا

مقدمه

آهن یکی از عناصر کم‌نیاز شناخته شده برای سلامت انسان و گیاهان زراعی است (Briat و همکاران، ۲۰۱۵). کلروز آهن یا زرد برگی شایع‌ترین کمبود تغذیه‌ای گیاهان و از مهم‌ترین فاکتورهای محدود کننده رشد گیاه در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد خاک‌های کشاورزی جهان است (Ylivainio, 2010). مهم‌ترین عامل ایجاد سبز زردی گیاه در خاک‌های آهنکی، یون بیکربنات، بوده که منجر به کاهش قابلیت جذب آهن و در نتیجه کاهش فتوسنتز و عملکرد محصول می‌گردد.

مواد هیومیکی شامل سه بخش اصلی یعنی اسیدهای فولویک، اسیدهای هیومیک و هیومین می‌باشند که از منابع مختلفی نظیر خاک، لیگنیت‌های اکسیده شده و ترکیبات آلی گیاهی و جانوری استخراج می‌شوند. اسید فولویک، ترکیبی از هیومین خاک با گروه عملکردی بسیاری می‌باشد که توانایی بالایی در ایجاد پیوند با فلزات را دارد. اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰ کیلو دالتن به سبب تشکیل کمپلکس پایدار محلول با عناصر کم‌مصرف می‌تواند نقش مهمی در افزایش فراهمی جذب عناصر غذایی ایفاء کند (Michael, 2001).

برخی مطالعات بر اثربخشی مثبت نمک‌های اسید فولویک (نظیر فولوات آهن) بر رشد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه تأکید داشته است. در مطالعات Rauthan و Schnitzer (۱۹۸۱) گزارش کردند که با افزایش اسید فولویک تا غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به محلول غذایی گیاه خیار جذب عناصر K, Ca, Mg, P و N در اندام هوایی فزونی یافت و ماکزیمم جذب عناصر غذایی و رشد گیاه در غلظت ۳۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید

* ایمیل نویسنده مسئول: mehnan_afzalichali@yahoo.com



فولیک مشاهده شد. همچنین Linehan و Shepherd (۱۹۷۹) مشاهده کردند که افزایش اسید فولویک به محلول غذایی با بیش از ۲۵ میلی گرم در لیتر، جذب آهن را در گندم افزایش داد.

بسیاری از محصولات کشاورزی مانند درختان مرکبات و میوه به کمبود آهن حساس هستند ولیکن یکی از مهم ترین مطالعات کمبود آهن در گیاهان زراعی با استراتژی I بر روی گیاه سویا (*Glycine max L.*) است (Fuentes و همکاران، ۲۰۱۸). دانه های روغنی، از جمله مواد غذایی ضروری و مورد نیاز بشر به شمار می روند که با فرآورده های مختلف خود نه تنها قسمتی از نیازهای غذایی جوامع بشری را تأمین می نمایند، بلکه در مصارف صنعتی و دامی کاربرد گسترده ای دارند. گیاه سویا با عملکرد ۲۳۰ میلیون تن در سال در سراسر جهان) با دارا بودن ۴۰ درصد پروتئین و ۲۰ درصد روغن یکی از مهم ترین محصولات غذایی محسوب می شود (Vasconcelos and Grusak, 2013). در بین گیاهان روغنی، سویا با ۳۹۵۳۷ هکتار به عنوان مهم ترین گیاه روغنی، از نظر تولید و سطح زیر کشت رتبه دوم در کشور را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶). با توجه به آهکی بودن اکثر خاک های زراعی و رایج بودن کمبود آهن در این خاک ها و با توجه به قیمت زیاد کودهای سکوسترین آهن و اطلاعات کم موجود در زمینه فواید کاربرد فولوات آهن در خاک های کشور، این تحقیق با هدف تعیین میزان اثر بخشی فولوات آهن و همچنین مقایسه آن با کود کلات سکوسترین آهن انجام شد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی مقایسه اثر بخشی کود فولوات آهن و سکوسترین آهن بر عملکرد، اجزای عملکرد سویا، آزمایشی به صورت مزرعه ای در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی مازندران در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با شش تیمار در سه تکرار در دو ایستگاه تحقیقات بایع کلا و دشت ناز انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- شاهد (بدون مصرف کودهای آهن)؛ ۲- مصرف خاکی کود سکوسترین آهن برای تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه (۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار)؛ ۳- محلول پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه (غلظت پنج در هزار)؛ ۴- مصرف خاکی کود سکوسترین آهن ۱۳۸ برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه (۹/۳۸ کیلوگرم در هکتار) به علاوه محلول پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۲۵ درصد آهن توصیه (غلظت ۱/۲۵ در هزار)؛ ۵- مصرف خاکی کود کلات آهن سکوسترین ۱۳۸ برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار) به علاوه محلول پاشی کود فولوات برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (غلظت ۲/۵ در هزار) و ۶- مصرف خاکی کود کلات آهن سکوسترین ۱۳۸ برای تأمین ۲۵ درصد آهن توصیه (۳/۱۳ کیلوگرم در هکتار) به علاوه محلول پاشی کود فولوات برای تأمین ۷۵ درصد آهن توصیه (غلظت ۱/۲۵ در هزار) بودند. مکان دو ایستگاه تحقیقاتی به عنوان بلوک های طرح آزمایشی در نظر گرفته شدند. در فروردین ماه، پس از عملیات آماده سازی زمین (شخم، دیسک) قبل از کاشت، یک نمونه مرکب خاک تهیه، مقدار ماده آلی (Walkley & Black, 1934)، کربنات کلسیم معادل (Pansu & Gautheyrou, 2006)، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، غلظت عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، مس، روی و منگنز و بافت خاک (احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲) اندازه گیری شد (جدول ۱). با توجه به خصوصیات خاک و پتانسیل عملکرد، بر اساس آزمون خاک کود پایه مصرف شد. فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و نیتروژن منبع اوره استفاده شد. بذر سویا رقم ویلیامز پس از تلقیح با ریزوبیوم به وسیله دست کشت شد. کود سکوسترین آهن پیش از آبیاری سوم به صورت پخش سطحی و کود فولوات آهن به صورت محلول پاشی در مرحله رشد V3 انجام شد (Fehr and Caviness, 1977). قبل از برداشت ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه گیری شد. تجزیه آماری با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

مکان آزمایش	بافت خاک	pH عصاره اشباع	شوری (دسی زیمنس بر متر)	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	روی	منگنز	کربنات کلسیم معادل	ماده آلی
بایع کلا	رسی	۷/۹۰	۰/۸۴۰	۱۴/۵۰	۳۲۴	۷/۴۰	۱/۶۴	۱/۳۴	۲/۷۸	۱۴/۲۰	۱/۳۲
دشت‌ناز	رسی	۷/۴۰	۰/۶۰۰	۱۶/۶۰	۲۶۳	۶/۸۰	۰/۹۶۰	۱/۹۰	۲/۴۸	۱۵/۶۰	۱/۷۲

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد کود آهن بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد؛ ولیکن تیمار مکان آزمایش تنها بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد کود آهن موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود آهن) شد ولی اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد. بالاترین ارتفاع بوته (۸۷ سانتی‌متر) در تیمارهای ۳ و ۵ (محلول‌پاشی کود فولوات آهن برای تأمین ۱۰۰ درصد آهن توصیه (غلظت پنج در هزار) و مصرف خاکی کود کلات آهن سکوسترین ۱۳۸ برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (۶/۲۵ کیلوگرم در هکتار) به‌علاوه محلول‌پاشی کود فولوات برای تأمین ۵۰ درصد آهن توصیه (غلظت ۲/۵ در هزار) در منطقه دشت‌ناز مشاهده شد (جدول ۳). هم‌چنین بررسی نتایج نشان داد که به‌طور متوسط اختلاف ارتفاع حاصل از کاربرد آهن صرف‌نظر از نوع آن نسبت به تیمار شاهد حدود پنج درصد بیشتر بود. Johnson و Goos (۲۰۰۰) نتیجه‌گیری نمودند که با کاربرد کود آهن، ارتفاع بوته نسبت به شاهد افزایش یافت.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای کود آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در دو مکان آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزارانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
مکان	۱	۱/۶۵ ^{ns}	۰/۱۷۳ ^{ns}	۱/۸۱۳ ^{ns}	۲۱/۳۸۰**
بلوک در مکان (خطای a)	۴	۶۶/۲۶	۳۱۰/۶۱۱	۲۸۷/۴۲	۲۵۵۵۲/۹
تیمار	۵	۸/۳۹**	۵/۷۷**	۲۲/۳۳**	۷۷/۰۸**
تیمار* مکان	۵	۰/۲۳۱ ^{ns}	۰/۱۴۶ ^{ns}	۵/۲۲**	۵/۵۴**
خطای b	۲۰	۱۴۵/۱۸	۱۴۲/۲۱	۱۰۸/۰۳	۴۳۷۷۸/۱۰
کل	۳۵	۱۲۵/۲	۸۳۳۵۰/۲	۱۸۷۱۸/۷	۱۹۵۹۳۱۸۹/۰
درصد تغییرات (CV)	-	۲۰/۶۳	۲۳/۹۶	۷/۱۱	۶/۵۵

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد.

با توجه به نتایج، اثر متقابل دو فاکتور مکان و تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه سویا در بوته معنی‌دار گردید. بیشترین وزن هزار دانه از تیمار چهارم (۷۵٪ سکوسترین + ۲۵٪ فولوات) حاصل شد که تفاوت آن با شاهد منطقه دشت ناز معنی‌دار نبود ولی تفاوت تیمار دوم در منطقه بایع کلا تنها با تیمار شاهد این منطقه معنی‌دار بود. همچنین بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار سوم و ششم در منطقه بایع کلا حاصل شد که تفاوت آن با شاهد دو منطقه معنی‌دار بود و این می‌تواند از دلایل تولید عملکرد بیشتر باشد به طوری‌که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ششم در هر دو منطقه بایع کلا و دشت‌ناز حاصل شد که در منطقه دشت ناز تفاوت معنی‌داری با شاهد منطقه داشت (جدول ۳).



محققین در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر اسید فولویک را بر وزن خشک و تر و عملکرد یولاف بررسی کردند و دریافتند که وزن خشک گیاه بطور معنی‌داری افزایش یافت (Mishra و Srivastava, ۱۹۹۸). همچنین سبزواری و کافی (۱۳۸۸) در تحقیقی بیان کردند استفاده از اسید هومیک سبب افزایش وزن بیولوژیک تعداد دانه، وزن هزاردانه و تعداد سنبله در بوته گندم شد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که صرف نظر از نوع کود آهن مصرفی، در شرایط اجرای این آزمایش، تأثیر کاربرد کود آهن بر شاخص‌های مورد بررسی مثبت و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد (بدون کاربرد کود آهن) گردید. از سویی، به دلیل معنی‌دار نبودن دو نوع کود آلی آهن مصرفی و هم‌چنین با توجه به هدف مورد انتظار از این پژوهش، کود مایع فولوات آهن می‌تواند از نقطه نظر کاربرد، قابل رقابت با سکوسترین آهن ۱۳۸ باشد و این احتمال وجود دارد که بتواند حداقل جایگزین بخشی از کود سکوسترین آهن شود. از طرفی مجموع نتایج بدست آمده نشان داد که روش مصرف آهن در اثر بخشی آنها نیز مؤثر می‌باشد، به طوری که روش مصرف توأم کاربرد خاکی و محلول پاشی نسبت به مصرف کود آهن تماماً به صورت خاکی و محلول پاشی نتایج بهتری داشت.

جدول ۳. اثر متقابل تیمار کود آهن و مکان آزمایش بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، و عملکرد دانه سویا

تیمار	مکان آزمایش	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱	بایع کلا	۸۱ a	۵۶ bcd	۲۱۸ c	۵۵۸۰ abcde
۲		۸۶ a	۵۹ abcd	۲۴۸ ab	۵۷۹۰ abcd
۳		۸۴ a	۷۵ a	۲۲۰ bc	۵۷۴۳ abc
۴		۸۵ a	۷۱ ab	۲۳۲ abc	۶۳۴۷ ab
۵		۸۲ a	۶۸ abc	۲۳۶ abc	۵۸۹۳ abc
۶		۸۶ a	۷۵ a	۲۲۹ abc	۶۷۱۳ a
۱	دشت ناز	۸۲ a	۴۶ d	۲۳۷ abc	۴۲۶۳ e
۲		۸۶ a	۶۱ abcd	۲۳۰ abc	۴۵۵۷ de
۳		۸۷ a	۶۷ abc	۲۲۷ abc	۴۹۷۷b cde
۴		۸۵ a	۵۰ cd	۲۵۴ a	۴۲۹۷ e
۵		۸۷ a	۵۴bcd	۲۳۰ abc	۴۴۱۷ e
۶		۸۶ a	۶۴ abcd	۲۳۵ abc	۵۱۵۷ bcde

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، عبدشاه، ه.، کاظمیان. و رفیعی، م. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۲۴ صفحه.

احیایی م. و بهبهانی زاده، ع. ا. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه شماره ۹۸۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران. ایران. ۱۵۰ صفحه.

سبزواری س. و کافی، م. ۱۳۸۸. اثر اسید هومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سیلان گندم. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۲)، ۸۷-۹۴.

Briat, J., Dubos, C. and Gaymard, F. 2015. Iron nutrition, biomass production, and plant product quality. Trends in Plant Science, 20(1), 33-40.

Fehr, W. R. and Caviness C. 1977. Stages of soybean development. Special Report, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, 80: pp-110.

Fuentes, M., Bacaicoa, E., Rivero, M., Zamarreño, A.m. and García-Mina, J. 2018. Complementary Evaluation of Iron Deficiency Root Responses to Assess the Effectiveness of Different Iron Foliar Applications for Chlorosis Remediation. Frontiers in Plant Science, 9, 351.



- Goos, R.J. and Johnson, B.E. 2000. A comparison of three methods for reducing iron deficiency chlorosis in soybean, *Agron J*, 92, 1135-1139.
- Linehan, D.J., and Shepherd, H. 1979. A comparative study of the effects of natural and synthetic ligands on iron uptake by plants. *Plant Soil*, 52, 281-289.
- Michael, K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. *Soil. Science*. pp: 1-23.
- Mishra, B., Srivastava, L. 1988. Physiological properties of haem isolated from major soil association of Bihar, *Soil. Sci*, 36, 1-89.
- Pansu, M. and Gautheryou, J. 2006. *Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods*. Springer Science and Business Media, Germany.
- Rauthan, B.S., and Schnitzer, M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil*, 63, 491-495.
- Vasconcelos, M, and Michael A. 2013. Morpho-physiological parameters affecting iron deficiency chlorosis in soybean (*Glycine max L.*). *Plant Soil*, Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 1302. DOI 10.1007/s11104-013-1842-6.
- Walkley, A., Black, IA. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38. doi: 10.1097/00010694-193401000-00003.
- Ylivainio, K. 2010. Effects of iron (III) chelates on the solubility of heavy metals in calcareous soils. *Environ. Pollut*, 158, 3194-3200.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Comparison of the Efficacy of Fe-Fulvate and Fe-EDDHA Chelate on the Yield and Yield Components of Soybean (*Glycin max L.*), in Mazandaran Province, Iran

Mehran Afzali¹, Fereydoon Norougholipor², Sareh Rajabi³

¹ Academic Member, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AERRO.

² Academic Member, Soil and Water Research Institute, AERRO, Karaj, Iran.

³ PhD, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AERRO.

Abstract

Iron chlorosis is the most common nutritional deficiency of plants and is one of the most important factors limiting plant growth in about 30-50% of the world's agricultural soils. In order to compare the efficacy of Fe-Fulvate extracted from cow rotten manure and Fe-EDDHA on the yield and yield components of soybean (*Glycin max L.*), a field experiment was carried out in a randomized complete block design with six treatments in two experimental locations and three replications at Mazandaran Agricultural Research and Education, Iran. The treatments were: 1- control (without Fe application), 2-soil application of Fe-EDDHA to apply 100% of the recommended Fe content, 3- foliar application of Fe-Fulvate to apply 100% of the recommended Fe content, 4- soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 75% and 25% of the recommended levels, respectively, 5- soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 50% and 50% of the recommended levels, respectively, and 6- soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 25% and 75% of the recommended levels, respectively. Results indicated that the effect of Fe applications on plant height, number of pods per plant, 1000-grain weight, grain yield and iron concentration in grain was significant ($p < 0.01$). Moreover, the results showed that soil application of Fe-EDDHA and foliar application of Fe-Fulvate to apply 25% and 75% of the recommended levels, respectively with a 20% increase in grain yield compared to the control had beneficial effects on grain yield and soybean yield components

Keywords: Iron Fertilizer, Grain yield, Iron concentration, Soybean

¹ Corresponding author, Email: mehran_afzalichali@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر آلودگی فیتوپلاسمایی بر غلظت عناصر غذایی و ویژگی‌های بیوشیمیایی در برگ مکزیکن لایم

طاهره رئیسی^{۱*}^۱ استادیار پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

چکیده

بیماری جاروک لیموترش، که توسط *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* ایجاد می‌شود، مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید لیموترش در مناطق جنوبی ایران است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی در برگ نهال‌های مکزیکن لایم آلوده شده با فیتوپلازما تحت شرایط گلخانه‌ای انجام شد. بدین منظور، قلمه‌هایی از نهال سالم مکزیکن لایم تهیه شد. پس از سه ماه، نیمی از قلمه‌های مکزیکن لایم با استفاده از پیوندک پوست از نهال آلوده به بیماری‌گر فیتوپلازما آلوده شدند. پس از گذشت یک سال از آلودگی نهال‌ها با فیتوپلازما، تعدادی برگ از نهال‌های سالم و آلوده نمونه برداری شد و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز، کربوهیدرات محلول و نشاسته در این برگ‌ها اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، غلظت عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، بور، آهن، منگنز، روی و مس نیز در این برگ‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد آلودگی با فیتوپلازما غالباً منجر به افزایش معنی‌دار مقدار کربوهیدرات محلول و نشاسته در برگ شد. همچنین، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید ديسموتاز در برگ گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان سالم به ترتیب افزایش و کاهش یافت. علاوه بر این، بررسی غلظت عناصر غذایی در برگ گیاهان نشان داد که آلودگی با فیتوپلازما منجر به کاهش معنی‌دار نیتروژن، کلسیم، بور و منگنز در برگ گیاهان آلوده و منجر به افزایش معنی‌دار غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، روی و مس در برگ گیاهان آلوده شد. به‌طور کلی نتایج مطالعه حاضر بینشی جدید در مورد پاسخ مکزیکن لایم به بیماری‌گر فیتوپلازما فراهم نموده و در اتخاذ راهکارهای در جهت بازتوانی و افزایش عمر اقتصادی درختان آلوده به جاروک می‌تواند مفید باشد.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، بور، کربوهیدرات، کلسیم، منگنز، نیتروژن

مقدمه

فیتوپلازماها، پروکاریوت بیماری‌گر گیاهی از دسته مالیکوت‌ها هستند که دیواره سلولی ندارند و آلودگی‌شان از نوع سیستمیک و کنترل آن مشکل می‌باشد. این بیماری‌گر عمدتاً در آوند آبکش مستقر بوده و غالباً از طریق حشراتی که از شیره آوند آبکش تغذیه می‌کنند، به گیاه میزبان منتقل می‌شوند. تا کنون در هیچ تحقیق آزمایشگاهی امکان کشت فیتوپلازما در محیط عاری از سلول محقق نشده و همین امر پیشرفت در زمینه مطالعه‌ی کنش‌های احتمالی فیتوپلازما با گیاه میزبان و مطالعه صدماتی که به گیاه میزبان وارد می‌سازد را مشکل ساخته است (Christensen و همکاران، ۲۰۰۵).

اثر گسترده‌ی *Candidatus Phytoplasma aurantifolia*، عامل ایجاد بیماری جاروک (Witches' Broom Disease of Lime, WBDL)، منجر به کاهش سودآوری اقتصادی (بیش از ۷۰٪ تاکنون) در مکزیکن لایم تولیدشده در کشورهای امارات، عمان و ایران شده است (Salehi و همکاران، ۱۹۹۷). در این بیماری اندازه برگ‌ها کوچک شده و برگ‌ها دچار کلروز می‌شوند. هم‌چنین، یکی دیگر از علائم ظاهری این بیماری، کاهش فاصله میانگره‌ها و ایجاد جست‌های نازک ثانویه می‌باشد (Zafari و همکاران، ۲۰۱۲). در نهایت فیتوپلازما در مدت ۳-۵ سال منجر به مرگ درختان آلوده می‌شود. این بیماری‌گر بواسطه‌ی اثر بر فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی (Abdollahi و همکاران، ۲۰۱۳) و نیز اثر بر بیان ژن (Giorno و همکاران، ۲۰۱۲) ممکن است به گیاه میزبان ضرر برساند. هم‌چنین، فیتوپلازماها عمدتاً در آوند آبکش غنی از عناصر غذایی و کربوهیدرات‌های گیاه میزبان مستقر است و زندگی آن وابسته به مواد تأمین شده توسط گیاه میزبان می‌باشد (Lepka و همکاران، ۱۹۹۹). هم‌چنین، ضمن ایجاد محدودیت در انتقال از طریق آوند آبکش (به دلیل رسوب کالوز در آوند)، احتمالاً در بارگیری ساکارز در آوند آبکش نیز اختلال ایجاد می‌کند (Himeno و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین طبق فرضیه ذکر شده، این بیماری می‌تواند دارای یک اثر ثانویه نیز باشد. در واقع احتمالاً آلودگی با

* ایمیل نویسنده مسئول: t.raeis@areeo.ac.ir



فیتوپلازما بر توزیع مواد و متابولیت‌های که توزیع آنها از نحوه جریان در آوند آبکش تبعیت می‌کند، اثر گذار است و این آلودگی می‌تواند بر جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاه میزبان نیز مؤثر باشد. در بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه اثر آلودگی فیتوپلازما بر گیاه میزبان به بررسی ساخت، توزیع و مصرف کربوهیدرات‌ها در گیاه میزبان به دنبال آلودگی با فیتوپلازما پرداخته شده است و اطلاعاتی در مورد اثر آلودگی فیتوپلازمایی بر توزیع عناصر غذایی در گیاه میزبان و ارتباط بین تغییرات ایجاد شده در گیاه آلوده چه به لحاظ ریخت‌شناسی و چه به لحاظ متابولیکی با تغییرات غلظت عناصر غذایی در بافت‌های گیاه آلوده در دسترس نمی‌باشد. حال سوالی که پیش می‌آید این است که آیا نحوه توزیع عناصر غذایی در گیاه نیز متأثر از فیتوپلازما می‌باشد؟ بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی در برگ نهال‌های ریشه‌دار مکزیکن لایم آلوده شده با فیتوپلازما و مکزیکن لایم سالم یک‌سال پس از آلودگی تحت شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور پایش ترکیبات بیوشیمیایی و غلظت عناصر غذایی در برگ مکزیکن لایم طی پیشرفت بیماری جاروک، یک آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی روی مکزیکن لایم طی یک دوره زمانی ۱۸ ماهه انجام شد. بدین‌منظور در آذر سال ۱۳۹۴، ۸۰ قلمه یک‌دست از نهال سالم و عاری از بیماری مکزیکن لایم (*Citrus aurantifolia Swingle*) تهیه و در ده گلدان کشت شد. در اسفند ۹۴ پس از اطمینان از ریشه‌دهی قلمه‌ها، هر یک از آنها به گلدان‌های جداگانه پلاستیکی حاوی کوکوپیت و پرلایت اتوکلاو شده با نسبت ۲ به ۱ منتقل شدند. پس از یک‌ماه از انتقال قلمه‌ها، دو مرتبه در هر هفته با ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول غذایی یک چهارم هوگلدن اصلاح‌شده آبیاری شدند. در ادامه غلظت محلول غذایی برای آبیاری به یک دوم و سپس به محلول غذایی کامل افزایش یافت. مازاد بر این، هر یک از گلدان‌ها دو مرتبه در هر هفته نیز با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب شهری آبیاری شدند. تمامی مراقبت‌های لازم مانند آبیاری، تغذیه، تنظیم نور و رطوبت برای تمامی تیمارها به طور یکسان اعمال شد. در اول خرداد سال ۱۳۹۵ از یک نهال لیموترش آلوده به فیتوپلازمای جاروک لیموترش موجود در گلخانه پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری به عنوان منبع پیوندک آلوده برای مایه‌زنی نهال‌های مورد آزمایش استفاده شد. نهال مزبور قبلاً از طریق پیوندک از لیموترش آلوده به جاروک آلوده شده و علائم تبییک بیماری را نشان می‌داد. لازم به ذکر است قبل از انجام پیوند، وجود بیماری در این نهال توسط آزمون پی‌سی‌آر و با استفاده از جفت آغازگرهای عمومی و اختصاصی تأیید شد (شکل ۱، چاهک ۲ و ۳). در این مرحله، نیمی از قلمه‌ها با پیوندک آلوده به عامل بیماری و نیمی دیگر با پیوندک سالم پیوند پوست زده و مایه‌زنی شدند. به منظور حفظ رطوبت، نهال‌های پیوند شده به مدت یک ماه در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شدند. هر ماه پس از آلوده‌سازی، آزمون PCR برای مشخص شدن قلمه‌های آلوده شده به بیماری جاروک انجام شد. برای این کار ابتدا DNA از رگبرگ به وسیله‌ی محلول CTAB استخراج و سپس با کمک پی‌سی‌آر و به‌وسیله جفت آغازگرهای عمومی P1/P7 و R16F2n/R16R2 وجود بیمارگر در قلمه‌های آلوده شده و فقدان آن در قلمه‌های سالم بررسی شد. در اول شهریور ۹۵ نتیجه آزمون پی‌سی‌آر در تعدادی از نهال‌ها مثبت بود (شکل ۱).

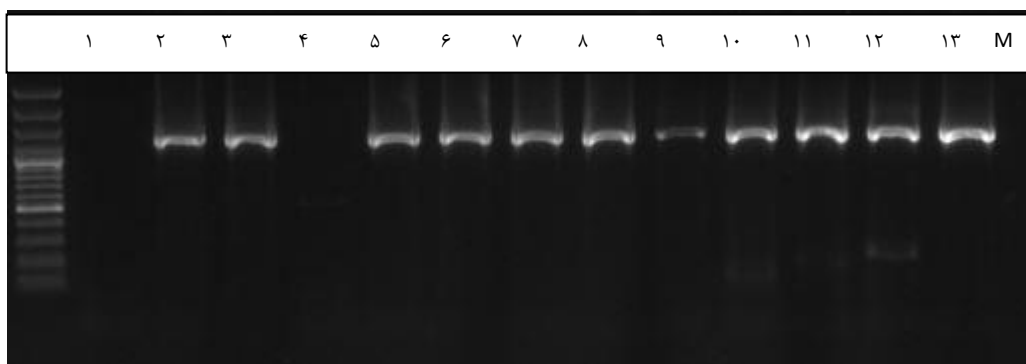
در پایان دوره رشد، برگ‌هایی از یک موقعیت در شاخسار شش گیاه آلوده و شش گیاه سالم برداشت شد. نمونه‌های برگ بلافاصله در ازت مایع منجمد و در دمای ۸۰- سلسیوس در فریزر به منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و پراکسیداز نگهداری شدند. علاوه بر شاخص‌های ذکر شده قندهای محلول، نشاسته و عناصر غذایی نیز در نمونه‌های برگ خشک‌شده در آون، اندازه‌گیری شدند. برای سنجش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و پراکسیداز (POD) به ترتیب از روش‌های Beauchamp و همکاران (۱۹۷۱) و Chance و همکاران (۱۹۵۵) استفاده شد. قندهای محلول با استفاده از محلول اتانول ۸۰ درصد استخراج و به روش فنل اندازه‌گیری شدند. برای استخراج نشاسته از اسید پرکلریک ۵۲ درصد استفاده و نشاسته در محلول استخراجی به روش آنترون اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی، نمونه برگ‌های خشک شده در آون با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. سپس، نمونه‌های پودر شده به روش خاکستر خشک هضم و مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز، روی و مس موجود در نمونه‌های هضم شده تعیین شد (Kalra, 1998). کلسیم به روش کمپلکسومتری، پتاسیم به روش شعله‌سنجی با دستگاه فلیم فتومتر، فسفر به روش رنگ‌سنجی و عناصر کم‌نیاز با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند.

وجود اختلاف بین هر یک از پارامترهای مورد بررسی شامل فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و پراکسیداز، کربوهیدرات محلول، نشاسته و عناصر غذایی در برگ‌های نمونه‌برداری شده از شش گیاه آلوده و شش گیاه سالم با استفاده از آزمون t در سطح احتمال ۹۵ درصد ($p < 0.05$) بررسی شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار STATISTICA نسخه ۱۰ انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی وجود فیتوپلازما در نهال‌های مکزیکن لایم:

بررسی نتایج آزمون پی‌سی‌ار روی ژل آگارز یک درصد، سه ماه پس از انجام مایه‌زنی، نشان داد که در نمونه‌های مربوط به برخی از نهال‌ها پس از انجام مایه‌زنی (شکل ۱، چاهک‌های ۱۳-۵) و در نمونه‌های کنترل مثبت که مربوط به نهالی است که پیوندک از آن گرفته شده بود، باند مورد نظر در ژل مشاهده شد (شکل ۱، چاهک‌های ۲ و ۳). در ادامه کار از نهال‌های مزبور جهت پایش ترکیبات بیوشیمیایی استفاده گردید.



شکل ۱- محصول PCR نمونه‌ها سه ماه پس از مایه‌زنی (چاهک‌های ۱۳-۵: نمونه‌ها پس از مایه‌زنی؛ چاهک ۱: کنترل منفی؛ چاهک ۴: کنترل سالم؛ چاهک ۲ و ۳: کنترل مثبت و M: مارکر (۱۰۰ جفت باز). باند مورد نظر (۱۲۰۰ جفت‌باز) در چاهک‌های ۱۳-۵ و ۲-۳ مشاهده شد.

تغییرات ریخت‌شناسی در گیاهان آلوده: در ماه چهارم از زمان آلوده‌سازی، علائم تبییک بیماری جاروک در تعدادی از شاخه‌های برخی از نهال‌های آلوده مشاهده شد. در ماه‌های بعد گستره و شدت علائم افزایش یافت. این علائم شامل کوچک شدن اندازه برگ‌ها و دچار کلروز شدن این بافت‌ها بود. همچنین، یکی دیگر از علائم ظاهری مشاهده شده در گیاهان آلوده شده به این بیمارگر کاهش فاصله میانگره‌ها، از بین رفتن تیغ و ایجاد جست‌های نازک ثانویه بود (شکل ۲). علاوه بر این، در گیاه آلوده، برگ‌های جوان نسبت به برگ‌ها با سن بالاتر سبزرتر بودند و برگ‌های با سن بالاتر حالت سفیدشدگی (بلیچینگ) داشتند. علاوه بر این، ریشه در گیاهان آلوده به شدت آسیب دیده بود (شکل ۲).

تغییرات در غلظت عناصر غذایی در برگ گیاه آلوده: نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن، بور، منگنز و کلسیم در برگ لیموهای آلوده به فیتوپلازما در مقایسه با لیموهای سالم به ترتیب ۲۵، ۲۸، ۲۶ و ۲۳ درصد کاهش یافت (جدول ۱). غلظت منیزیم، پتاسیم و فسفر در برگ لیمو آلوده در مقایسه با لیمو سالم به ترتیب ۷۵، ۲۵ و ۱۷ درصد افزایش یافت. بررسی غلظت عناصر میکرو در برگ لیمو نشان داد که آلودگی با فیتوپلازما منجر به افزایش ۸۶، ۳۱ و ۹ درصدی در غلظت آهن، روی و مس در برگ لیمو شد (جدول ۱).

جدول ۱- غلظت عناصر غذایی در برگ گیاه آلوده و سالم

نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	بور	آهن	منگنز	روی	مس	نهال
										میلی‌گرم بر کیلوگرم
۳/۴۵±۰/۰۸	۰/۱۷±۰/۰۰۲	۱/۵۵±۰/۱۲	۵/۳۶±۰/۱۵a	۰/۸۰±۰/۱۱	۱۴۶±۱۲/۸	۸۷/۷±۵/۴۰	۶/۱۲±۵/۷۴a	۴۰/۱±۰/۹۵	۵/۲۸±۲/۲۵	سالم
a	b	b		b	a	b		b	a	
۲/۶۰±۰/۱۰	۰/۲۰±۰/۰۰۴	۱/۹۴±۰/۰۹a	۴/۱۳±۰/۲۸	۱/۴۱±۰/۱۲a	۹۰/۸±۵/۴b	۱۶۴±۲۳/۳a	۴۵/۰±۲/۰۰	۵۲/۵±۴/۸۳a	۵/۷۵±۰/۷۲	آلوده
b	a		b				b		a	
-۲۵	+۲۵	+۱۷	-۲۳	+۷۵	-۳۸	+۸۶	-۲۶	+۳۱	+۹	تغییرات

* میانگین ± انحراف استاندارد شش تکرار

** اعداد سطر آخر نشان‌دهنده درصد تغییر هر یک از بخش‌های گیاه آلوده در مقایسه با گیاه سالم می‌باشد (۱۰۰×(سالم-آلوده)/سالم).



الف

ب

شکل ۲- تغییرات ریخت‌شناسی نهال‌های آلوده به فیتوپلازما در پایان پژوهش. الف- شکل شاخسار، ب- شکل ریشه

تغییرات در مقدار ویژگی‌های بیوشیمیایی در برگ گیاه آلوده

همان‌طور که در جدول ۲ آورده شده است فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، پراکسیداز در برگ گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان سالم به ترتیب ۶- و ۱۹۳ درصد تغییر یافته است. هم‌چنین مقدار کربوهیدرات محلول، نشاسته، نیز در برگ گیاه آلوده نسبت به گیاه سالم به ترتیب ۲۷ و ۲۳ درصد افزایش یافت.

جدول ۲- مقدار ویژگی‌های بیوشیمیایی در برگ گیاه آلوده و سالم

ویژگی	واحد	سالم*	آلوده*	درصد تغییرات**
سوپراکسیددیسموتاز	واحد بر گرم ماده تر	۱۵۱±۲۳a	۱۴۲±۲/۵b	۶-
پراکسیداز	واحد بر گرم ماده تر در دقیقه	۱۱/۴±۳/۸b	۳۳/۵±۴/۴a	۱۹۳
کربوهیدرات محلول	گرم بر صد گرم ماده خشک	۵/۶±۰/۲۰b	۷/۱۱±۰/۶۳a	۲۷
نشاسته	گرم بر صد گرم ماده خشک	۱۷/۰±۰/۶۹b	۲۱/۰±۰/۸۰a	۲۳

* میانگین ± انحراف استاندارد (n=۶)

** اعداد ستون آخر نشان‌دهنده درصد تغییر هر یک از بخش‌های گیاه آلوده در مقایسه با گیاه سالم می‌باشد (۱۰۰ × (سالم-آلوده)/سالم).

علائم ظاهری لیموهای آلوده نشان‌دهنده برهم‌خوردگی تغذیه‌ای در این گیاهان می‌باشد. غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و منیزیم در برگ گیاهان آلوده بیشتر از مقادیر این عناصر در برگ گیاهان سالم بود. علاوه بر این، علائم ظاهری درختان مبتلا به جاروک شبیه علائم کمبود و یا بیش‌بود عناصر ریزمغذی شامل آهن، منگنز، روی و مس می‌باشد. به هر حال آنچه در تحقیق حاضر مشاهده شد حاکی از افزایش غلظت آهن، روی و مس در برگ گیاهان آلوده در مقایسه با گیاهان سالم بود. به دنبال آلودگی با فیتوپلازما رشد لیموها و مقدار ماده خشک آنها کاهش یافت (نتایج آورده نشده است). به هر حال به نظر می‌رسد در گیاهان آلوده سرعت کاهش رشد این گیاهان بسیار بیشتر از سرعت کاهش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، روی و مس توسط این گیاهان باشد، بنابراین، غلظت این عناصر در برگ‌های آلوده افزایش یافت. باید این موضوع را در نظر داشت که کاهش رشد و اندازه لیموهای آلوده ممکن است اثرات سمیت را تشدید کند زیرا یون‌های سمی به دلیل اثر غلظت در سطوح بالاتری در برگ‌های گیاه آلوده تجمع می‌یابند و اثرات تعیین‌کننده‌ای بر روی رشد و سوخت و ساز گیاه خواهند داشت. علاوه بر موارد ذکر شده باید عنوان کرد که اخیراً پیشنهاد شده که تجمع مقادیر زیادی از فلزات در گیاهان را می‌توان به عنوان یک سازوکار دفاعی این گیاهان در برابر بیماری‌گرها قلمداد کرد (Poschenrieder و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین در این تحقیق، افزایش غلظت آهن، روی و مس را می‌توان به نقش این عناصر در سازوکار دفاعی گیاهان نسبت داد. به هر حال، غلظت نیتروژن، کلسیم، بور و منگنز در برگ‌های آلوده کاهش نشان داده است.

کلسیم برای استحکام دیواره سلولی و بافت گیاهی ضروری است. هم‌چنین، کلسیم نقش ساختاری در پایداری غشا و سلول ایفا می‌کند. این نقش اولیه کلسیم بر پایداری غشا و دیواره سلولی، حاکی از نقش مهم یون کلسیم در افزایش مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌گرهای گیاهی می‌باشد. علاوه بر این، اکثر برهم‌خوردگی‌های سوخت و ساز ناشی از کمبود بور را می‌توان به نقش بور در سنتز دیواره سلولی مرتبط دانست. کمبود بور منجر به تغییرات



مورفولوژیکی و تغییرات در تمایز بافتها در بسیاری گیاهان می‌گردد. کاهش رشد شاخسار علائم ظاهری اولیه کمبود بور در گیاهان است. در اکثر گیاهان داری کمبود بور فاصله میانگره‌ها کم شده و گیاه حالت جارویی پیدا می‌کند.

از سوی دیگر آلودگی با فیتوپلازما منجر به تجمع معنی‌دار کربوهیدرات و نشاسته در برگ لیمو آلوده شد. این یافته نتایج اخیر در زمینه‌ی تجمع کربوهیدرات‌ها در برگ درختان آلوده به فیتوپلازما را تأیید می‌کند (Zafari و همکاران، ۲۰۱۲).

یون پتاسیم برای فعال‌سازی سنتز نشاسته مورد نیاز است و در مطالعه حاضر مشاهده شد که به دنبال آلودگی با فیتوپلازما غلظت پتاسیم در برگ لیموهای آلوده ۲۵ درصد افزایش یافته که احتمالاً منجر به افزایش سنتز نشاسته در این برگ‌ها و سپس تجمع نشاسته در این بافت شده است. علاوه بر این، مقدار افزایش یافته نشاسته در برگ‌های آلوده در آزمایش حاضر را می‌توان ناشی از کاهش تقاضا برای کربن احیا در ریشه به علت ممانعت از رشد و فعالیت ریشه توسط فیتوپلازما باشد. هم‌چنین، تجمع کربوهیدرات‌های محلول در برگ گیاهان آلوده می‌تواند ناشی از اثرات ثانویه آلودگی با فیتوپلازما نیز باشد. طبق منابع موجود احتمالاً فیتوپلازما باعث ممانعت انتقال متابولیت‌ها از طریق آوند آبکش شده و بدین ترتیب منجر به تجمع کربوهیدرات‌ها در برگ‌ها به عنوان اندام‌های تولیدکننده گیاه آلوده شده و نیز تامین قند از برگ‌ها برای ریشه‌ها و دیگر اندام‌های مصرف‌کننده گیاه را کاهش داده و بدین ترتیب باعث تخریب بافت ریشه شده است (شکل ۱). تجمع کربوهیدرات‌های محلول در برگ بالغ گیاهان بیمار به فیتوپلازما در دیگر مطالعات گزارش شده است (Lepka و همکاران، ۱۹۹۹).

یکی از ترکیبات کلیدی در افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌ها، آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو می‌باشند. در مطالعه حاضر ۳۶۰ روز پس از آلودگی به فیتوپلازما فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ نهال‌های آلوده افزایش یافت. علاوه بر این فعالیت سوپرکسید دیسموتاز در برگ گیاهان آلوده نسبت به گیاهان سالم کاهش نشان داد. سوپرکسید دیسموتاز دارای ایزومرهای مختلفی است که عنصر فلزی فعال‌کننده یا ساختمانی این ایزومرها متفاوت می‌باشد. در واقع سنتز و یا فعال‌سازی ایزومرهای مختلف این آنزیم به قابلیت دسترسی فلزات ذکر شده بستگی دارد. مطابق با نتایج Zafari و همکاران (۲۰۱۲) در لیمو آلوده به فیتوپلازما مقدار افزایش بیان ایزومرهای Mn-SOD و Fe-SOD نسبت به ایزومر Cu-Zn-SOD بیشتر بود. هم‌چنین، در پژوهشی دیگر گزارش شده است که در شرایط کمبود منگنز مقدار فعالیت SOD در برگ لیمون کاهش یافته است (Sevilla و همکاران، ۱۹۸۴). این محققین این کاهش فعالیت SOD در شرایط محدودیت منگنز را به سهم بیشتر ایزومر Mn-SOD در مقایسه با ایزومر Fe-SOD در برگ لیمو مرتبط دانسته‌اند. مطابق با آنالیز عناصر معدنی در مطالعه حاضر، غلظت منگنز در برگ لیموهای آلوده کمتر از لیموهای سالم بود. بنابراین، کاهش فعالیت آنزیم SOD در برگ لیمو آلوده می‌تواند ناشی از کمبود منگنز در برگ نهال‌های لیمو بیمار باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بسیاری از تغییرات متابولیکی رخ داده در گیاه آلوده که منجر به تجمع و یا تخلیه برخی ترکیبات در بافت برگ آلوده می‌شود، را می‌توان به تغییر غلظت عناصر غذایی در برگ گیاه آلوده مربوط دانست. بنابراین، به نظر می‌رسد نقش تغذیه در پاسخ دفاعی گیاهان مکزیکن لایم به فیتوپلازما بسیار پررنگ و حائز اهمیت است. به‌علاوه، این پژوهش نگرشی جدید در مورد پاسخ مکزیکن لایم به عامل بیماری فیتوپلازما فراهم نموده و در اتخاذ راه‌کارهای تغذیه‌ای در جهت بازتوانی و افزایش عمر اقتصادی درختان آلوده به جاروک، می‌تواند مفید باشد. در واقع با بهبود سیستم ریشه درختان از طریق تغذیه مناسب و کاربرد عناصر غذایی موثر در رشد ریشه و نیز انجام تغذیه اصولی با در نظر گرفتن تعادل عناصر غذایی و در جهت رفع کمبودهای مشاهده شده (نیترژن، کلسیم، بور و منگنز) می‌توان تولید و عمر اقتصادی درختان مبتلا به جاروک را بهبود بخشید.

منابع

- Abdollahi, F., Niknam V. and Ghanati, F. 2013. Change of antioxidant levels in healthy Lime trees (*Citrus aurantifolia* L.) and infected one with phytoplasma by low frequency electromagnetic field. *Adv. Crop Sci.* 3, 308-315.
- Beauchamp, C. and Fridovich, J. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Anal. Biochem.* 44, 276-287.
- Chance, B. and Maehly, S.K. 1955. Assay of catalase and peroxidase. *Methods Enzymol.* 2, 764-775.
- Christensen, M.N., Axelsen, K.B., Nicolaisen, M. and Schulz, A. 2005. Phytoplasmas and their interactions with hosts. *Trends Plant Sci.* 10, 526-535.



- Giorno, F., Guerriero, G., Biagetti, M., Ciccotti, A.M. and Baric, S. 2013. Gene expression and biochemical changes of carbohydrate metabolism in vitro micro-propagated apple plantlets infected by '*Candidatus Phytoplasma mali*'. Plant Physiol. Biochem.70, 311-317.
- Himeno, M., Kitazawa, Y., Yoshida, T., Maejima, K., Yamaji, Y., Oshima, K. and Namba, S. 2014. Purple top symptoms are associated with reduction of leaf cell death in phytoplasma-infected plants. Sci. Rep.4, 1-7.
- Kalra, Y.P. 1998. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC Press, London.
- Lepka, P., Stitt, M., Moll, E. and Seemüller, E. 1999. Effect of phytoplasmal infection on concentration and translocation of carbohydrates and amino acids in periwinkle and tobacco. Physiol. Mol. Plant Pathol. 55, 59-68.
- Poschenrieder, Ch., Tolra, R. and Barcelo, J. 2006. Can metals defend plants against biotic stress? Trends Plant Sci. 11, 288-295.
- Salehi, M., Izadpanah, K. and Rahimian, H. 1997. Witches' broom disease of lime in Sistan, Baluchistan. Iran. J. Plant Pathol.33, 76.
- Sevilla, F., Del Rro, L.A. and Helln, E. 1984. Superoxide dismutase from a citrus plant: Presence of two iron-containing isoenzymes in leaves of lemon trees (*Citrus limonum* L.). J. Plant Physiol.116, 381-387.
- Zafari, S., Niknam, V., Musetti, R. and Noorbakhsh, S.N. 2012. Effect of phytoplasma infection on metabolite content and antioxidant enzyme activity in lime (*Citrus aurantifolia*). Acta Physiol. Plant. 34, 561-568.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of phytoplasma infection on nutrient concentration and biochemical characteristics in the leaves of Mexican lime

Raiesi^{*1}, T.

¹ Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar, Iran;

Abstract

Witches' broom disease of lime (WBDL), caused by '*Candidatus* Phytoplasma aurantifolia', is major limiting factor for Mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) production in southern Iran. In this investigation, nutritional status and biochemical composition of the healthy and infected Mexican lime was evaluated under greenhouse condition. For this aim, stem cuttings were taken from healthy Mexican lime. After three months, half of Mexican lime cutting were inoculated by bark-grafting from WBDL-affected Mexican. One year after inoculation with phytoplasma, some expanded leaves from healthy and infected plants were sampled for measurement of the activity of peroxidase and superoxide dismutase enzymes, soluble carbohydrate and starch. The nutrient including nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, boron, iron, manganese, zinc and copper were also measured in leaves of the plants. The results showed that phytoplasma infection led to a marked increase in soluble carbohydrates and starch in the infected leaves. The activity of superoxide enhanced and the activity of dismutase enzyme decreased in the infected leaves in comparison with healthy leaves. Moreover, infection caused to a marked decrease in the concentration of nitrogen, calcium, boron, manganese, and significant increase in phosphorus, magnesium, potassium, iron, zinc, and copper in the infected leaves. In conclusion, this study provides new insights into the lime response to phytoplasma infection and sheds light on the metabolically and nutritional mechanisms associated with WBD disease development.

Keywords: Antioxidant, Boron, calcium, Carbohydrate, Manganese, Nitrogen.

* Corresponding author, Email: t.raiesi@areo.ac.ir

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی پسته (رقم احمدآقایی)

شیمای شهبازی منشادی^{۱*}، کاظم کمالی علی آباد^۲^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد^۲ استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

چکیده

پسته به عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی را در بین محصولات کشاورزی دارا می‌باشد. تغذیه متعادل، یکی از مسائل مهم جهت بهبود کیفیت و افزایش عملکرد درختان پسته است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح کودی مختلف به صورت محلول‌پاشی به روی وزن محصول و کیفیت میوه درخت پسته صورت گرفته است. آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و با چهار تکرار در شرایط مزرعه‌ای انجام شده است. تیمارهای آزمایشی شامل کلات آهن، روی و منگنز در سه سطح (صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر) می‌باشند. نتایج نشان داد با افزایش سطح کلات روی و منگنز به ۱/۵ گرم در هزار، رسیدگی میوه به ترتیب به میزان ۵۳/۸۷ و ۲۶/۷۴ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده است. همچنین درصد خندانی میوه در تیمار ۱/۵ گرم در هزار کلات روی به مقدار ۵۴/۳۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است. همچنین به طور کلی عملکرد کل (وزن تر) با کاربرد کودها در سطوح ۰/۷۵ و ۱/۵ گرم در هزار نسبت به شاهد افزایش پیدا کرده است.

کلمات کلیدی: پسته، رقم احمدآقایی، ویژگی‌های کمی و کیفی، عناصر ریزمغذی، محلول‌پاشی.

مقدمه

پسته به عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی را در بین محصولات کشاورزی دارا می‌باشد. ارزش غذایی بالا و خندان بودن پسته باعث گسترش مصرف آن به صورت خام و برشته در نقاط مختلف جهان شده است (Razavi و همکاران، ۲۰۰۷). به علت نقش مهم پسته در صادرات و جایگاه آن به عنوان یکی از منابع تامین ارز کشور، انجام عملیات موثر در جهت بالا بردن بازده تولید و کیفیت این محصول ضروری می‌باشد (کامیاب و همکاران، ۱۳۸۶). بر اساس گزارشات Mahmoudi Meimand و همکاران (۲۰۱۸)، مدیریت مواد مغذی درختان پسته موجب افزایش عملکرد، بهبود کیفیت جوانه و میوه می‌شود. یکی از راهکارهای تولید محصول مداوم و با کیفیت، استفاده از کود می‌باشد. استفاده ناکافی از کود، تولید محصول را به خطر می‌اندازد و از لحاظ اقتصادی ناپایدار می‌باشد (Muhammad و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج تحقیقات موجود در زمینه کاربرد عناصر کم مصرف، حاکی از آن است که استفاده از این عناصر در مراحل مختلف رشدی گیاهان می‌تواند عملکرد را به روش‌های مختلف تحت تاثیر قرار دهد. در خصوص محلول‌پاشی، به دلیل اینکه می‌تواند عناصر کم مصرف را با سرعت بیشتری در اختیار گیاه قرار دهد، دارای اهمیت زیادی است (Alloway، ۲۰۰۳). با توجه به اینکه نیاز غذایی درختان پسته به طور کامل مشخص نیست، تحقیقات گسترده در زمینه بهترین پاسخ گیاه به رشد سریع و مطلوب و همچنین افزایش باروری درختان ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار تکرار در محدوده باغات پسته شهر رفسنجان به مساحت چهار هکتار در سال ۹۷-۱۳۹۶ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل سه نوع کود در سه سطح مختلف، شامل کلات آهن، روی و منگنز در سطوح (۰، ۰/۷۵ و ۱/۵ گرم در هزار میلی‌لیتر) بوده‌اند. محلول‌پاشی کودها در هفته دوم اردیبهشت‌ماه ۹۷ بر روی همه درخت (چهارطرف درخت) و با سم‌پاش پستی - دستی در اوایل صبح هنگامی که سرعت باد حداقل و دمای هوا مناسب بود، انجام گرفت. در این باغ فاصله ردیف‌ها از هم پنج متر بود. آبیاری درختان پسته به

* ایمیل نویسنده مسئول: sh.shahbazi_m@yahoo.com

روش غرقابی با فاصله زمانی ۳۲ روزه در این باغ انجام می‌گردد. بعد از گذشت فصل جوانه‌زنی و تولید محصول، در تابستان ۱۳۹۷ از درختان تحت تیمار، چندین خوشه به صورت تصادفی انتخاب گردید و تحت آنالیز کمی و کیفی قرار گرفت. وزن محصول به ازای هر خوشه، درصد پسته‌های خندان و رسیده از تعداد کل محاسبه گردید. نمونه‌برداری خاک به صورت مرکب از دو عمق ۵۰-۰ و ۱۰۰-۵۰ سانتی‌متری در سایه‌انداز درختان انجام گرفت. به منظور تعیین برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه، نمونه‌ها هوا خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. سدیم محلول خاک در عصاره‌ی گل اشباع و توسط دستگاه شعله‌سنج مدل Jenway PFP7 (Helmek and Sparks, ۱۹۹۶) و کلسیم و منیزیم به روش کلسیمتری اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک از عصاره اشباع خاک استفاده شد. مقدار pH محلول خاک با استفاده از دستگاه pH متر مدل ۸۲۷ و قابلیت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج مدل ۸۶۵۰۳ اندازه‌گیری شد (Hesse, ۱۹۷۱). تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد و همچنین رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای EC و pH مناسب و همچنین درصد سنگریزه‌ای پایینی بود. خاک مورد مطالعه نسبت جذب سدیم مناسبی را دارا و از نظر مقادیر عناصر کلسیم و منیزیم مناسب می‌باشد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

Na	Mg	Ca	SAR	pH	EC	عمق
meq l ⁻¹					ds m ⁻¹	(cm)
۶/۰۰	۲/۰۰	۴/۰۰	۳/۵۰	۷/۵	۱/۲۲	۰-۵۰
۶/۵۰	۲/۵۰	۵/۰۰	۳/۴۰	۷/۶۵	۱/۴۰	۵۰-۱۰۰

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، نوع کود و اثرات متقابل نوع کود و غلظت‌های مورد استفاده، تاثیر معنی‌داری به روی درصد رسیدگی میوه داشته‌است. همچنین سطوح کود، به روی درصد رسیدگی و عملکرد کل (وزن تر) به صورت معنی‌داری تاثیر داشته است (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تاثیر محلول‌پاشی کود و غلظت‌های مصرفی بر عملکرد کمی و کیفی پسته

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		درصد رسیدگی	درصد خندانی
عملکرد کل (وزن تر)			
نوع کود	۲	۱۷۰/۰۲۵*	۱۳۳/۹۲۴ ^{ns}
سطوح کود	۲	۶۶۱/۸۰۶***	۵۷۳/۹۷۰ ^{ns}
نوع کود*سطوح کود	۴	۶۱۸/۰۶۸***	۲۶۶/۰۵۵ ^{ns}
خطای آزمایش	۲۷	۴۷/۳۰۵	۲۱۷/۶۰۵

^{ns} و * و ** و *** به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و ۰/۱ درصد است.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که افزایش غلظت کلات آهن موجب افزایش عملکرد کل (وزن تر) شده‌است. اگرچه افزایش غلظت محلول‌پاشی موجب افزایش درصد خندانی میوه شده‌است، اما تاثیر معنی‌داری به روی آن نداشته است. همچنین درصد رسیدگی میوه با افزایش غلظت کلات

آهن از ۰/۷۵ به ۱/۵ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر، کاهش پیدا کرده‌است (جدول ۳). بر اساس پژوهش صورت گرفته توسط محمدی و همکاران (۱۳۹۲) جهت بررسی تاثیر کود آهن بر کیفیت و عملکرد محصول مشاهده شد، کاربرد کود آهن موجب افزایش اونس^۱ و خندانی پسته رقم فندقی شد. در پژوهشی دریافتند، محلول پاشی نانوکلات سوپر ZFM^۲ (روی، آهن و منگنز) با غلظت دو گرم در لیتر بر روی درخت بادام موجب افزایش معنی‌دار عملکرد در هر شاخه شد (Kamiab and Zamanibahramabadi, 2016). از این نتایج می‌توان نتیجه گرفت غلظت‌های بیشتر از ۱/۵ گرم در یک لیتر مربوط به کلات‌های آهن، روی و منگنز جهت بهبود عملکرد پسته لازم می‌باشد.

جدول ۳. تاثیر کاربرد محلول پاشی کلات آهن بر عملکرد کمی و کیفی پسته

عملکرد کل (گرم / خوشه)	خندانی میوه درصد	رسیدگی میوه	غلظت کلات آهن (گرم در لیتر)
۱۷/۴۲۰ ^b	۲۲/۵۰۲ ^b	۲۱/۳۷۰ ^b	۰
۳۳/۹۱۹ ^a	۳۱/۰۹۰ ^{ab}	۵۱/۹۴۴ ^a	۰/۷۵
۳۷/۷۸۶ ^a	۳۲/۴۰۸ ^{ab}	۲۷/۳۶۰ ^b	۱/۵

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در جدول (۴) نشان داد که درصد رسیدگی و خندانی میوه، با افزایش غلظت کلات روی افزایش پیدا کرده‌است. در حالیکه عملکرد کل (وزن تر) با افزایش غلظت کلات آهن از ۰/۷۵ به ۱/۵ گرم در هزار میلی‌لیتر کاهش پیدا کرده است. Ak and Fidan (2009)، بیان داشتند که سطوح مختلف روی تاثیر بسزایی در افزایش گلدهی درختان میوه نسبت به درختان بدون میوه دارد. بنابراین روی نیز در افزایش عملکرد موثر می‌باشد. همچنین در تحقیقی دیگر در خصوص کاربرد کلات روی توسط کرم‌الدین و همکاران (۱۳۹۴)، مشاهده شد که کاربرد کلات روی به مقدار ۱ و ۱/۵ گرم در هزار میلی‌لیتر به صورت محلول پاشی موجب بهبود خصوصیات کمی، کیفی و میوه‌ی پسته شده است که نتایج این گزارشات با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. مصرف کلات روی در غلظت‌های بالا تاثیر معنی‌داری روی افزایش عملکرد گیاه نداشته‌است. Singh و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی دریافتند محلول پاشی ۵ گرم در لیتر روی موجب افزایش عملکرد درخت پرتقال شد، لذا به نظر می‌رسد برای افزایش عملکرد، کاربرد غلظت‌های بیش از ۱/۵ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر مورد نیاز می‌باشد.

جدول ۴. تاثیر کاربرد محلول پاشی کلات روی بر عملکرد کمی و کیفی پسته

عملکرد کل (گرم / خوشه)	خندانی میوه درصد	رسیدگی میوه	غلظت کلات روی (گرم در لیتر)
۱۷/۴۲۰ ^b	۲۲/۵۰۲ ^b	۲۱/۳۷۰ ^b	۰
۳۵/۲۹۲ ^a	۳۰/۷۸۲ ^{ab}	۲۲/۹۹۸ ^b	۰/۷۵
۳۰/۵۶۶ ^{ab}	۴۹/۲۸۲ ^a	۴۶/۳۲۷ ^a	۱/۵

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در جدول (۵) نشان داد که با افزایش غلظت کلات منگنز، درصد رسیدگی میوه افزایش پیدا کرده است، اما این افزایش معنی‌دار نمی‌باشد. افزایش غلظت کلات منگنز از ۰/۷۵ به ۱/۵ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر موجب کاهش درصد خندانی میوه شده است. همچنین کاربرد کلات منگنز به صورت محلول پاشی تاثیر معنی‌داری به روی عملکرد کل (وزن تر) داشته‌است. تدین و رستگار (۱۳۸۳)، تیمارهای صفر، یک و دو

^۱ که در تجارت پسته معیاری برای سنجش درشتی و بزرگی پسته است یکی از واحدهای سنجش جرم واحد جهانی انس می‌باشد Ounce

^۲ Zinc, Iron and Manganese

گرم در لیتر سولفات منگنز را بر روی پرتقال محلی جهرم آزمایش کردند و مشاهده کردند بهترین تیمار ۱ گرم در لیتر سولفات منگنز بود که موجب افزایش معنی دار میزان مواد جامد محلول کل میوه، افزایش عملکرد و کیفیت محصول شد. که نتایج حاصل با نتایج این تحقیق مطابقت نداشت. به نظر می‌رسد برای افزایش عملکرد، کاربرد غلظت‌های بیش از ۱/۵ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر مورد نیاز می‌باشد تا به طور معنی‌داری موجب بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه شود.

جدول ۵. تأثیر کاربرد محلول پاشی کلات منگنز بر عملکرد کمی و کیفی پسته

عملکرد کل (گرم / خوشه)	خندانی میوه درصد	رسیدگی میوه	غلظت کلات منگنز (گرم در لیتر)
۱۷/۴۲ ^b	۲۲/۵۰۲ ^b	۲۱/۳۷۰ ^a	.
۳۴/۹۵۲ ^a	۳۶/۹۶۲ ^{ab}	۲۷/۵۹۶ ^a	۰/۷۵
۳۰/۹۵۲ ^{ab}	۲۵/۰۴۶ ^b	۲۹/۱۷۲ ^a	۱/۵

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد کلات آهن، روی و منگنز به صورت محلول پاشی موجب تامین این عناصر ریزمغذی در گیاه می‌شود. محلول پاشی عناصر ریزمغذی تأثیر بیشتری بر افزایش عملکرد پسته دارد، زیرا بعضی از عناصر کم مصرف علی‌رغم موجود بودن در خاک نمی‌توانند جذب گیاه شوند و گیاه علائم کمبود این عناصر را نشان می‌دهد. از جمله این عناصر آهن، روی و منگنز می‌باشند. لذا دستیابی به غلظت‌های بهینه برای محلول پاشی این عناصر موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی پسته می‌شود. کلات آهن نسبت به کلات روی و منگنز دارای نقش مهم‌تری در افزایش درصد رسیدگی و عملکرد کل (وزن تر) میوه بود. همچنین افزایش درصد خندانی میوه تحت تأثیر کلات روی بیش از سایر کلات‌ها می‌باشد. از طرفی دیگر، کلات منگنز نسبت به کلات روی و آهن دارای اثربخشی کمتری روی درصد رسیدگی، خندانی و عملکرد کل میوه بوده‌است. با توجه به نتایج حاصل پیشنهاد می‌گردد، بسته به هدف، مقدار بهینه مورد نیاز گیاه و نقش عناصر، مدیریت تغذیه آن‌ها صورت گیرد.

منابع

- تدین، م.س.، و رستگار، ح. ۱۳۸۳. تأثیر محلول پاشی سولفات روی، منگنز و منیزیم بر عملکرد کمی و کیفی میوه پرتقال 'محلی جهرم' (*Citrus sinensis Swing*)، مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۵ (۴)، ۲۰۱-۲۱۴.
- کامیاب ف، وزیرایی ع، عبادی ع. و پناهی ب. ۱۳۸۶. زمان گل‌دهی، کمیت و کیفیت دانه گرده برخی از ژنوتیپ‌های پسته (*Pistacia vera L.*) در رفسنجان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۱ (۱۱)، ۱۳۹-۱۳۱.
- کرم الدین، م.ر.، دلخواه، ر.، مهدی، م.، و حکم آبادی، ح. ۱۳۹۴. اثر محلول پاشی توام پلی آمینها و روی و بور بر روی خصوصیات کمی و کیفی و میوه نشینی پسته رقم عباسعلی، همایش ملی رهیافت‌های علمی در صنعت طلای سبز- پسته، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان.
- محمدی، ز.، روستا، ح.ر.، تاج آبادی پورا، و حکم آبادی، ح. ۱۳۹۲. اثر نیتروژن، کود آلی، پتاسیم و آهن بر محصول، کیفیت میوه و غلظت عناصر غذایی برگ در پسته رقم فندق پیوند شده بر روی پایه بادامی ریز زرنده. نشریه علوم باغبانی، ۲۷ (۲)، صفحه ۱۲۹-۱۱۷.
- Ak, B.E, Fidan, M. 2009. Determination of macro and micro elements of different pistachio cultivars in "on" and "off" year trees, Abstract Book, ISHS Fruit Section: Nuts and Mediterranean Climate Fruit Section, 5th International Symposium on Pistachios and Almonds, October, 06-10, Sanliurfa-Turkey, 66.
- Alloway, B.J., 2003. Zinc in soil and crop nutrition. International Zinc Association, p. 114.
- Helmek, P. A. and Sparks, D. L. 1996. Lithium, sodium potassium, rubidium and cesium. In: Sparks, D. L. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. Soil Science Society of American Madison Wisconsin, 551-575.



- Hesse, P.R. 1971. A text book of soil chemical analysis. John Murray. London. Higginbotham, R. W., T. C. Paulitz., K. G. Compbell, and K. K. Kidwell. 2004. Evaluation of adapted wheat cultivars for tolerance to Pythium root rot. Plant Disease. 88, 1027- 1032.
- Kamiab, F., and Zamanibahramabadi, E. 2016. The Effect of Foliar Application of Nano chelate Super Plus ZFM on Fruit Set and some Quantitative and Qualitative Traits of Almond Commercial Cultivars. Journal of nuts. 7(1), 9-20.
- Mahmoudi Meimand, M.J., Shamshiri, M.H., Roosta, H.R., and Khan, U.E. 2018. Poultry manure application time on pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Advances in Horticultural Science. 32(2),177-183.
- Muhammad, S., Sanden, B.L., Lampinen, B.D., Saa, S., Siddiqui, M.I., Smart, D.R., Olivos, A., Shackel, K.A., Dejong, T.M., Brown, P.H., 2015. Seasonal changes in nutrient content and concentrations in a mature deciduous tree species: studies in almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb). Eur. J. Agron. 65, 52–68.
- Razavi, S.M.A., Emamzadeh, B., Rafe, A. and Mohammad Amini, A. 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety :part I. Geometrical properties, Journal of Food Engineering, 81,209-217.
- Singh, Y., Thakur, N., and Kumar Meena, N. 2018. Studies on the effect of foliar spray of Zn, Cu and B on growth, yield and fruit quality of sweet orange (*Citrus sinensis* L.) cv. Mosambi. International Journal of Chemical Studies. 6(5), 3260-3264.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Effect of Spray Micronutrients (Iron, Zinc and Manganese) on The Quantitative and Qualitative Pistachio yield (Ahmad Aghaei Cultivar)

Shahbazi manshadi^{*1}, Sh., Kamali Aliabad², K

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

² Assistant Prof., Dry and Desert Areas Management Department, Faculty of Natural Resources and Desertification University of Yazd, Iran

Abstract

As a strategic product, pistachios has a special place among agricultural products. The balanced nutrition is one of the important problems for improving the quality and enhancing the yield of pistachio trees. The purpose of this study was to investigate the effect of different fertilizer levels (Spray) on the product weight and quality of pistachio fruit. Experiment was set up in a completely randomized factorial design in farm conditions with four replications. Treatments included Iron, Zinc and Manganese Chelate in Three Levels (0, 0.75 and 1.5 gr/1000 ml). the results showed with increasing level of zinc and manganese chelates to 1.5 gr/L, Fruit repining Percentage, Respectively increased by 53.75% and 26.75% than of control. Also, dehiscence percentage in 1.5 gr/L of Zinc Chelate treatment increased than of control by 54.34%. In general, Total yield (Fresh weight) increased than of control in 0.75 and 1.5 gr/L treatments of Fertilizers.

Keywords: pistachio, Ahmad Aghaei Cultivar, Quantitative and qualitative properties, Micronutrients, Spray.

* Corresponding author, Email: sh.shahbazi_m@yahoo.com.

محور مقاله: حاصلخیزی خاک تغذیه گیاه و کشت گلخانه ای

ارتباط بین غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک و گیاه در باغات بادام منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری

نرگس زمانی دهکردی^{*۱}^۱ کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک دانشگاه خوراسگان

چکیده

با توجه به سبک بودن بافت خاک در باغات بادام منطقه و بالا بودن متوسط میزان بارندگی، آبشویی عناصر غذایی از منطقه در دسترس ریشه یکی از مشکلات باغات در این استان است. که باعث ایجاد کمبودهایی در گیاه و کاهش رشد و عملکرد گیاه می شود. در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت میان همه عناصر غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است. این تحقیق با هدف تعیین ارتباط بین غلظت عناصر غذایی پر مصرف خاک و گیاه بر اساس تجزیه ۳۰ نمونه‌ی مرکب خاک و ۳۰ نمونه‌ی برگ از باغات بادام منطقه، اجرا و نتایج حاصل در قالب ارقام و نمودار ها ارائه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که نمودار مربوط به ارتباط بین تغییرات غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک و پتاسیم گیاه که با ضریب همبستگی ۰/۳۶۱ در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود، رابطه‌ی معنی داری برای نیتروژن و فسفر مشاهده نشد. این تحقیق در راستای بهینه کردن مصرف کودهای شیمیایی برای دستیابی به کشاورزی پایدار با داشتن حداکثر عملکرد کمی و کیفی، کاهش هزینه های تولید و نگهداری از منابع خاک و آب کشور انجام گردید.

کلمات کلیدی: بادام، خاک، عناصر پر مصرف، تجزیه برگ

مقدمه

استان چهارمحال و بختیاری یکی از مناطق مهم تولید بادام در کشور بوده و از اهمیت خاصی برخوردار است. بادام در اقتصاد باغ داران این استان از جایگاه ویژه ای می باشد. از سوی دیگر کاهش عملکرد، ریزش شدید میوه، کیفیت پائین مغز و آلودگی به انواع آفات و بیماری ها از جمله مواردی است که جایگاه این محصول مهم صادراتی را در این استان و همچنین کشور به مخاطره انداخته است. یکی از راهکارهای حل مشکلات فوق رعایت اصول مصرف بهینه کود در این محصول می باشد. مدیریت صحیح مصرف کودها یکی از عواملی است که می تواند در افزایش کمیت و بهبود کیفیت میوه بادام نقش موثری داشته باشد. نتایج تحقیقات (Amberger و همکاران ۱۹۸۸)، درمورد وضعیت تغذیه تاکستانهای مصر نشان داد که وقتی مصرف کود متعادل نیست، یعنی وقتی از کودهای اصلی بدون در نظر گرفتن کودهای حاوی عناصر کم مصرف استفاده شود، هیچ افزایشی در عملکرد حاصل نمی شود. با استفاده از تجزیه خاک میزان عناصر غذایی قابل جذب در خاک اندازه گیری و تعیین می شود، ولی جذب این عناصر به شرط فراهم بودن شرایط مناسب برای رشد و فعالیت ریشه امکان پذیر است. به همین دلیل استفاده از روش تجزیه خاک برای تشخیص ناهنجاری های تغذیه ای و توصیه های کودی همیشه موفقیت آمیز نبوده و عدم امکان برقراری رابطه ای منطقی بین سطح عناصر غذایی در خاک و بافت های گیاهی باعث جایگزینی تجزیه برگ به جای آزمون خاک شده و یا به عنوان مکمل آن به کار گرفته می شود (Marshchner ۱۹۸۶). اهمیت نسبی هر یک از دو روش تجزیه خاک و گیاه در تشخیص ناهنجاری های تغذیه ای و توصیه های کودی متفاوت بوده و به نوع گونه گیاه، خواص خاک و نوع عنصر غذایی مورد بررسی بستگی دارد. تجزیه برگ روشی مناسب برای ارزیابی وضعیت تعادل تغذیه ای گیاه بوده و همراه با نتایج آزمون خاک در طراحی برنامه های کودی متعادل و ارزیابی بازده عناصر غذایی به وسیله گیاهان می تواند مورد استفاده قرار گیرد. بادام به شوری خاک حساس است و از نظر نیاز به عناصر غذایی جزء گیاهان قانع به شمار می رود. میزان نیتروژن مورد نیاز در سن باردهی بین ۳۰۰-۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار است. نیاز بادام به فسفر کم است و کمبود آن فقط در خاکهای سبک، شنی و سنگلاخی دیده می شود (رادنیا، ۱۳۷۷). تغذیه گیاهی یکی از فاکتورهای مهم و حیاتی در افزایش کمیت و کیفیت محصول بادام می باشد. یکی از راهکارهای حل مشکلات فوق رعایت اصول مصرف بهینه کود در این محصول می باشد (عرشی و شرافتیان ۱۳۸۱). نیتروژن از جمله عناصری است که در مراحل اولیه رشد میوه بادام نقش بسزائی دارد زیرا در این مرحله حجم پوسته بادام در دو ماه اول رشد به

^{*} ایمیل نویسنده مسئول: nargeszamani64@yahoo.com

حداکثر مقدار خود می رسد که این عامل مهمی در تولید میوه در بادام است. (Nyomora و همکاران ۱۹۹۹) گزارش کرده است که جذب عناصری مثل مس، روی، بور و

آهن در شرایط زیاد بود فسفر کاهش می یابد. همچنین در شرایطی که فسفر خاک زیاد باشد، به خصوص در سطوح پائین پتاسیم، کیفیت مغز میوه بادام تنزل می یابد. علائم کمبود پتاسیم در بادام از اواسط تابستان شروع شده و برگها رنگ پریده می شوند. در ضمن اندازه برگ و رشد شاخه ها نیز کاهش می یابد. تحقیقات انجام شده در این خصوص در استان چهارمحال و بختیاری نشان می دهد که میزان پتاسیم قابل استفاده در خاک نیمی از باغات مورد مطالعه کمتر از حد مطلوب (۳۰۰ میلی گرم در کیلو گرم خاک) بوده و با افزایش عمق خاک، درصد باغ های دچار کمبود پتاسیم افزایش یافته است. بافت شنی یکی از نیازهای رشد مناسب برای پایه های درخت بادام است که در باغات منطقه پیامدهایی را در پی دارد، تخلیه عناصر غذایی از دسترس ریشه گیاه مهمترین پیامد است. با توجه به سبک بودن بافت خاک در استان چهارمحال و بختیاری و بالا بودن متوسط میزان بارندگی، آبشویی عناصر غذایی از منطقه در دسترس ریشه یکی از مشکلات باغات در این استان است. بررسی های میدانی و نتایج برخی پژوهش های انجام شده نشان می دهد برای بهبود عملکرد باغات استان باید عناصر غذایی در حد نیاز، در وضعیت تعادل در اختیار گیاه قرار گیرد. بررسی وضعیت غلظت عناصر غذایی موجود در برگ و همچنین تعیین رابطه غلظت عناصر خاک با عناصر موجود در برگ هدف اصلی این تحقیق است. که در نهایت با توجه به نتایج حاصل از رابطه بین غلظت عناصر بتوانیم توصیه کودی مناسبی برای منطقه مورد مطالعه داشته باشیم.

مواد و روش ها

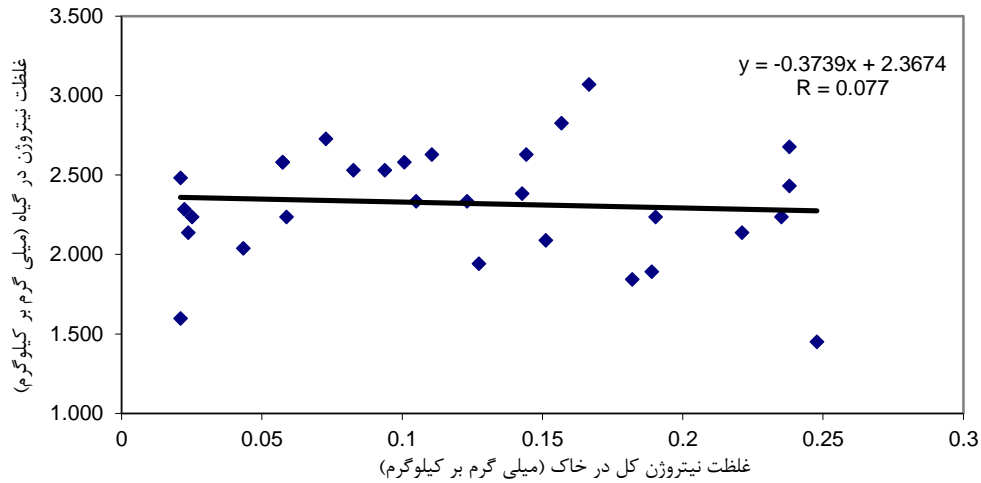
در این تحقیق از تعداد ۳۰ باغ بادام منطقه سامان (از مناطق عمده تولید بادام استان چهارمحال و بختیاری) رقم مامائی نمونه خاک مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری تهیه شد و نمونه های برگ در اواسط دوره رشد (تیرماه) در هر باغ از ۵ درخت که از لحاظ وضعیت نشان دهنده وضعیت عمومی باغات مورد مطالعه بودند (نمونه ها از کمر بند میانی درختان برداشته شدند). با انتقال نمونه های برگ به آزمایشگاه ابتدا نمونه ها با آب مقطر شست و شو داده شدند و سپس در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد آن به مدت ۴۸ ساعت، خشک و توسط آسیاب برقی پودرگردیدند. عناصر غذایی ماکرو (N, P, K) به روش هضم گیاه و تهیه عصاره گیاه (روش اسید سالیسیک) و نمونه خاکها هوا خشک شده، کوبیده و از الک ۲ میلی متری عبور و نیتروژن کل (N) به روش کلدال، پتاسیم قابل جذب (K) با استفاده از فلیم فتومتر و فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. سپس نتایج حاصل از اندازه های انجام شده و عناصر پر مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در باغات به صورت ارقام و نمودارها ارائه گردیده که می توان از نتایج آن به منظور مدیریت تغذیه باغات بادام استفاده نمود. ترسیم نمودارها به کمک نرم افزار Excel و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار Spss نسخه ۱۶ انجام شد. سبک بودن بافت خاک در منطقه مورد مطالعه نشان داد ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک چندان قابل توجه نیست و در نهایت ظرفیت بافری خاک نیز کم میشود، در نتیجه کمبود ذخیره عناصر غذایی و عدم تعادلات تغذیه ای را خواهیم داشت.

نتایج و بحث

در خاک های آهکی از بین عناصر غذایی پر مصرف سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم همراه با گوگرد اهمیت بیشتری دارند (Scout, Arnon ۱۹۳۹).

نیتروژن:

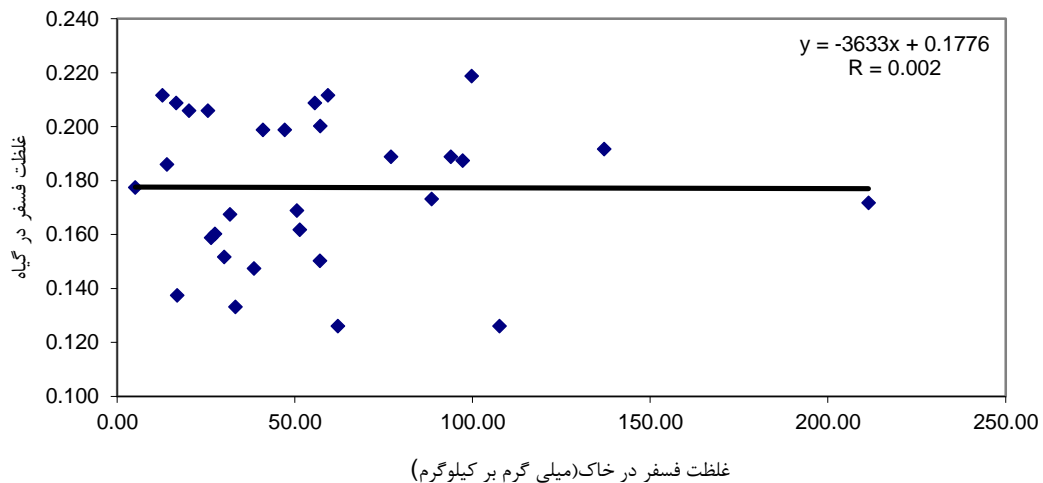
نیتروژن از جمله عناصری است که در مراحل اولیه رشد میوه بادام نقش بسزائی دارد زیرا در این مرحله حجم پوسته بادام در دو ماه اول رشد به حداکثر مقدار خود می رسد که این عامل مهمی در تولید میوه در بادام است. در تحقیق دیگری که توسط (weinbaum ۱۹۸۵) در دانشگاه کالیفرنیا روی بادام انجام شد، مشخص گردید که کاربرد مقادیر متفاوت کود نیتروژنه در پائین باعث افزایش عملکرد و تعداد میوه در درختان بادام می شود. بدیهی است با مصرف این کود در دراز مدت از مقدار اسیدیته این گونه خاکها کاسته شده و حلالیت عناصر غذایی ریز مغذی نظیر آهن، روی، منگنز، مس و بور افزایش می یابد. با توجه به آهکی بودن خاکهای تحت کشت بادام در کشور حتی الامکان سعی شود از کودهای اسیدزا نظیر سولفات آمونیوم و یا حداقل از نترات آمونیوم استفاده شود. بدیهی است با مصرف این کود در دراز مدت از مقدار اسیدیته این گونه خاکها کاسته شده و حلالیت عناصر غذایی ریز مغذی نظیر آهن، روی، منگنز، مس و بور افزایش می یابد. نمودار مربوط به ارتباط بین تغییرات غلظت نیتروژن قابل جذب در خاک و نیتروژن در گیاه رسم شد که نشان میدهد رابطه معنا داری بین غلظت این عنصر در خاک و گیاه وجود ندارد (شکل ۱)



شکل ۱. ارتباط بین تغییرات غلظت نیتروژن قابل جذب در خاک و گیاه

فسفر:

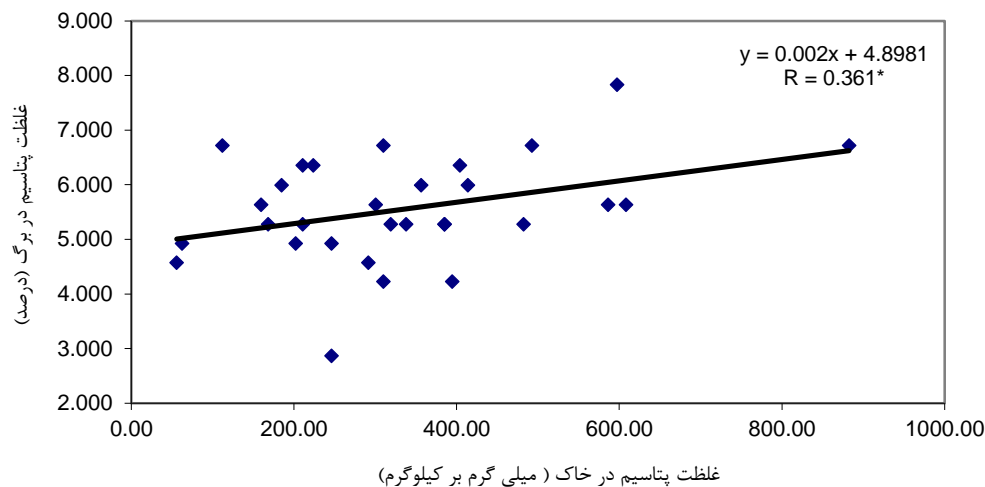
فسفر نیز از عناصر مورد نیاز درختان بادام و تنها درختانی که شدیداً مبتلا به کمبود فسفر باشند، در اندازه برگ و همچنین در طول شاخه کاهش رشد نشان می دهند. نتایج یک سری از تحقیقات انجام شده در کشور نشان می دهد که کمبودی از لحاظ این عنصر بجز در خاکهای فقیر در کشور دیده نمی شود. مع الوصف برای مصرف کودهای حاوی فسفر باید به حد بحرانی این عنصر در خاک و نتایج تجزیه خاک و گیاه توجه شود (عرشی و شرافتیان، ۱۳۸۱). نمودار مربوط به ارتباط بین تغییرات غلظت فسفر قابل جذب در خاک و فسفر در گیاه رسم شد که نشان میدهد رابطه معناداری بین غلظت این عنصر در خاک و گیاه وجود ندارد (شکل ۲)



شکل ۲. ارتباط بین تغییرات غلظت فسفر قابل جذب در خاک و گیاه

پتاسیم:

پتاسیم یکی از عناصری است که تأثیر بسزایی در افزایش کمی و بهبود کیفی محصولات کشاورزی دارد. علائم کمبود پتاسیم در بادام از اواسط تابستان شروع شده و برگها رنگ پریده می شوند. در ضمن اندازه برگ و رشد شاخه ها نیز کاهش می یابد همچنین پتاسیم نقش بسزایی در افزایش مقاومت گیاهان نسبت به سرمازدگی دارد، ضرورت مصرف کودهای حاوی پتاسیم برای افزایش عملکرد و کاهش خسارات سرمازدگی بیش از پیش آشکار می شود (قاسمی و همکاران ۱۳۸۹). چگونگی پراکنش برخی ویژگی های شیمیایی و تغذیه ای خاک در باغات بادام منطقه مورد مطالعه نشان داد که نمودارهای ارتباط بین تغییرات غلظت عناصر غذایی خاک و گیاه در باغات بادام مورد بررسی برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم رسم شد و ضریب همبستگی مورد بررسی قرار گرفت. به جزء نمودار مربوط به ارتباط بین تغییرات غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک و پتاسیم گیاه که با ضریب همبستگی ۰/۳۶۱ در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (شکل ۳)، رابطه‌ی معنی‌داری برای نیتروژن قابل جذب در خاک با گیاه (شکل ۱) و رابطه‌ی معنی‌دار دیگری برای فسفر قابل جذب در خاک با گیاه (شکل ۲) مشاهده نشد.



شکل ۳. ارتباط بین تغییرات غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک و گیاه

با استفاده از جداول مربوط به غلظت بحرانی و حد کمبود عناصر غذایی در خاک، ۳۰٪ از باغ‌های مورد مطالعه کمبود نیتروژن، در ۱۰٪ کمبود پتاسیم، و در ۳۳٪ باغات کمبود فسفر قابل تشخیص بود، آهکی بودن خاک در باغات بادام و بالا بودن pH خاک، کمبود رطوبت در قسمت‌های بالایی خاک در طول فصل رشد درختان، موجب شده که جذب عناصری مثل پتاسیم، فسفر و عناصر کم مصرف که تحرک کمی در خاک دارند از کارایی کمتری برخوردار باشند. باید توجه داشت که قبل از مصرف هر یک از انواع کودهای شیمیایی و آلی، نیاز به انجام آزمون خاک می باشد، زیرا با توجه به مصرف هر ساله کودهای شیمیایی و تغییر و تحولات عناصر در خاک و همچنین تخلیه خاک از برخی عناصر مورد نیاز، تنها نمی توان به نتایج این بررسی اکتفا نمود. مصرف بی رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی خصوصاً کودهای نیتروژنه و فسفره از عواملی هستند که باعث بروز علائم کمبود ریز مغذی‌ها و کاهش عملکرد ناشی از این کمبود شده‌اند (ملکوتی، ۱۳۷۷)

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در ۳۰ درصد باغات، پائین بودن مقادیر نیتروژن کل خاک، در ۱۰ درصد باغات پائین بودن مقادیر پتاسیم قابل جذب، در ۳/۳ درصد باغات پائین بودن مقادیر فسفر قابل جذب خاک قابل مشاهده می باشد، می توان چنین اظهار داشت که در منطقه مورد مطالعه، الویت پژوهش و برنامه ریزی در زمینه عناصر پر مصرف در باغات، به ترتیب با بررسی مشکلات احتمالی حاصل از کمبود های نیتروژن در مرحله اول و پس از آن پتاسیم می باشد. در مرحله نخست برنامه ریزی پژوهشی بایستی به بررسی اثر بخشی مصرف کودهای حاوی این عناصر و تاثیرات حاصل از آن ها در ارتقاء کمیت و کیفیت محصول در کنار تامین مقادیر مکفی عناصر کم



مصرف مورد نیاز توجه گردد. باید توجه داشت که قبل از مصرف هریک از انواع کودهای شیمیایی و آلی، نیاز به انجام آزمون خاک می باشد، زیرا با توجه به مصرف هر ساله کودهای شیمیایی و تغییر و تحولات عناصر در خاک و همچنین تخلیه خاک از برخی عناصر مورد نیاز لازم است که با استفاده از نتایج آزمون خاک، تجزیه گیاه و تلفیق نتایج آن‌ها تا حدودی وضعیت و میزان عناصر غذایی خارج شده از خاک را در باغات بادام مشخص نماید و با به کارگیری روش‌های مناسب کود دهی تا حدی نیازهای تغذیه‌ای درختان بادام را تأمین کنیم.

منابع

رادنیا ح. ۱۳۷۷. پرورش فندق - بادام - گردو. جهاد کشاورزی ارومیه. ۳۴۷ صفحه.
ملکوتی م ج. ۱۳۷۷. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی. مجله زیتون ویژه نامه کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودها، وزارت کشاورزی تهران.
قاسمی ا، ایزدی ح، معصومی فر و. ۱۳۸۹. کشت و پرورش بادام (کاشت، داشت، برداشت). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۳۱۸ صفحه.

Amberger A, Fawazi AFA.1988.Diagnosis and remedial measures of microelements problems in grape grow on calcareous soils in Egypt agronomy of China . 32:41-53.
Arnon DI , Scout PR.1939.The essentiality of certain elements in minute quality for plants with special refrence to copper.plants.14:371
Marshchner H.1986. Mineral Nutrition of Higher plants. Academic press, London, UK. 674 p.
Montanes L, Monge E, Val J, Sanz M.1995.Interpretative possibilities of plant analysis by the DOP index. Acta,Hort. 383 :165-170.
Nyomora AMS, Brown PB, Krueger B. 1999. Effect of rate and time of boron application on almond tissue, B concentration and productivity. Hort. Science, 34 :242-245.
Weinbaum SA. 1985. Role of natural self – pollination on self fruitfulness in almond. Scientia Hort. 27:259-302



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Significant Relationship between the density of nitrogen, phosphorus and potassium of soil and plant in Almond gardens in Saman region, Chaharmahal va Bakhtiari Province

Zamani^{*1}, N

¹ M. Sc. Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Khorasgan, Iran

Abstract

Regarding sand texture of soil and high average rainfall in the almond garden in this area, leaching of the nutrients available at the root is one of the problems of those gardens in this province. Existence of required nutritional elements at root causes shortages in plant and also has the lack of growth for it. In plant nutrition, not only each element must be sufficiently reachable for the plant, but also it's important to create the balance and observe the ratio of all the nutrients and food elements. As in nutritional imbalance, by adding some nutrients, not only the functional increase does not occur but also there are disruptions in plant growth and eventually functional drop is happened. This research is based on the relationship between the density of Macronutrients of soil and plant on the analysis of 30 samples of composite soil and 30 samples of leaf from orchards almond in that regions and the results were presented in the form of figures and graphs. Even though the results of this study showed that the graph of the relationship between the changes of potassium density Absorbent in the soil and potassium of the plant with a correlation coefficient of 0.361 at 5% probability level which was significant, but no significant relationship between nitrogen and phosphorus was observed. This research was done at optimizing the use of chemical fertilizers in order to achieve sustainable agriculture with a maximum of qualitative and quantitative performance and also to reduce the costs of production and maintenance from soil and water resources in the country.

Keywords: Almond, Soil, Macronutrients, Leaf analysis

* Corresponding author, Email: nargeszamani64@yahoo.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

بررسی اثر بیوچار بر تامین آهن در دو رقم سویا

جلال‌الدین خال‌لی زاده^{۱*}، اسماعیل دردی‌پور^۲، مجتبی بارانی‌مطلق^۳، عبدالرضا قرنجیکی^۳
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران
^۲ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
^۳ عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان، ایران

چکیده

در میان عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاهان، آهن محدودیت‌های فراوانی را برای محصولات کشاورزی به خصوص در خاک‌های آهنی ایجاد کرده است. به منظور بررسی اثر بیوچار اشباع شده با آهن در عرضه آهن و رفع کلروز آن در سویا در یک خاک آهنی، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل بیوچارهای اشباع نشده (بیوچار کاه‌گندم (WB) و بیوچار نئوپان (PB) هر کدام ۲/۵ درصد وزنی)، و بیوچارهای اشباع شده (بیوچار اشباع شده کاه‌گندم (Fe-IWB1) ۲/۵ درصد وزنی، بیوچار اشباع شده کاه‌گندم (Fe-IWB2) ۵ درصد وزنی، بیوچار نئوپان اشباع شده (Fe-IPB1) ۲/۵ درصد وزنی و بیوچار اشباع شده نئوپان (Fe-IPB2) ۵ درصد وزنی)، و کود آهن از منبع سکوسترین آهن (S) و خاک شاهد بدون آهن و بیوچار (C) بر روی دو رقم سویا (وبلیامز و سامان) بود. نتایج نشان داد با افزایش میزان مصرف بیوچارهای اشباع شده با آهن غلظت آهن فراهم خاک و غلظت آهن کل گیاه افزایش معنادار یافت ($P \leq 0.05$). بنابراین، بیوچار اشباع شده با آهن قادر به عرضه آهن کافی و رفع کلروز آهن سویا در یک خاک آهنی می‌باشد.

کلمات کلیدی: کاه‌گندم، نئوپان، کلروز آهن، اشباع‌سازی

مقدمه

آهن یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای گیاهان است. متوسط مقدار این عنصر در پوسته زمین حدود ۵ درصد است ولی قابلیت استفاده آن در خاک‌ها کم است و تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله pH مقادیر ماده آلی و آهن خاک و غیره قرار می‌گیرد. آهن به مقدار نسبتاً کم به‌وسیله گیاه جذب می‌شود به طوری که حد بحرانی آهن ۲/۵ تا ۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸). خاک‌های آهنی در مناطق خشک و نیمه خشک بیش از ۶۰۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا را تشکیل می‌دهد (Leytem و همکاران، ۲۰۰۵) و دسترسی عناصر غذایی را برای گیاهان محدود می‌کند. با توجه به کشت متراکم محصولات زراعی در اراضی کشاورزی، کاربرد مواد اصلاحی که عناصر غذایی موجود در خاک را فراهم می‌کنند، ضروری می‌باشد. انتخاب این مواد بستگی به تاثیر نسبی آن‌ها در رشد گیاه، قیمت و زمان مورد نیاز جهت اثر گذاری آن‌ها بر خاک دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳). از جمله مهم‌ترین آن‌ها، مواد آلی هستند که به دلیل دارا بودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش فعالیت زیستی و بهبود شرایط فیزیکی خاک از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. حفظ و مدیریت حاصلخیزی خاک برای توسعه سیستم‌های پایدار تولید غذا امری اساسی است. در دهه اخیر، تولید در کشاورزی متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی به منظور کسب عملکرد بالا بوده که علاوه بر ایجاد مشکلات عمده و آلودگی محیط زیست، این مواد مانع بزرگی در دستیابی به تولید پایدار می‌باشند (پیوست و همکاران، ۱۳۸۷). حفظ باروری خاک‌ها و در عین حال آلوده نکردن آن‌ها یک امر ضروری جهت تولید دراز مدت در کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شود (یحیی‌آبادی و همکاران، ۳۸۷). استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی مشکلات متعددی از قبیل تخریب و کاهش نفوذپذیری خاک، تخریب ساختمان خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی و سمیت عناصر سنگین را در بر دارد. مواد آلی به‌علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و حاصلخیزی خاک دارد، یکی از ارکان مهم باروری

* ایمیل نویسنده مسئول: jalal.addinn@gmail.com



خاک محسوب می‌شود. این در حالی است که بیش از ۶۰ درصد خاک‌های ایران کمتر از یک درصد ماده آلی دارند (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷). از این رو در کشور بایستی به جنبه‌های زیست‌محیطی و بیولوژیکی استفاده از مواد کشاورزی، از جمله بیوجار در تحقیقات کاربردی اهمیت بیشتری داده شود. یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از بیوجار اثر مثبت آن بر حاصلخیزی خاک و افزایش رشد محصولات کشاورزی است. افزایش حاصلخیزی خاک متعاقباً افزایش تولید محصول به دلیل بهبود ویژگی‌های خاک به وسیله بیوجار با بهبود رطوبت و فعالیت میکروبی و بازگردانی مواد غذایی صورت می‌گیرد. Salim (۲۰۱۶)، گزارش داد افزودن بیوجار با ۲٪ و ۵٪ وزنی و زغال زیستی با جلبک باعث کاهش غلظت آهن در ریشه گندم شد ولی باعث افزایش غلظت آهن در برگ گندم شد. Ramzani و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند افزودن زغال زیستی مخلوط شده با آهن باعث افزایش غلظت آهن و روی دانه برنج شد. کمبود آهن در اغلب مناطق کشاورزی دنیا شایع بوده و به دلیل آهکی بودن و بالا بودن مقدار شوری و pH در خاک‌های ایران تشدید می‌شود و البته باید توجه داشت که میزان آهن کل خاک در بیشتر مواقع، بسیار بیشتر از نیاز گیاه بوده، اما به دلیل حلالیت کم ترکیبات آهن‌دار در بسیاری از خاک‌ها جذب آن توسط گیاه به خوبی صورت نمی‌گیرد و منجر به بروز علائم کمبود آهن در گیاه می‌شود. هدف از انجام این پژوهش بررسی کارایی بیوجار در روند فعالیت‌های حیاتی و جذب عنصر آهن توسط گیاه سویا است.

مواد و روش‌ها

خاک مورد استفاده در این آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از شرق استان گلستان که دارای آهک بالا و دچار کمبود آهن بود نمونه برداری گردید. سپس برای انجام مطالعات بعدی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. ابتدا بقایای نئوپان و کاه‌گندم در آن در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید، سپس در کوره الکتریکی در شرایط اکسیژن محدود با شیب دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه قرار داده شد و در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد تبدیل به بیوجار شد، بعد از مدت زمانی که کوره به دمای مورد نظر رسید، ۲ ساعت نیز در این دما باقی ماند، پس از خنک شدن نمونه و رسیدن به دمای محیط، بیوجار از کوره خارج شد. برخی از خصوصیات اندازه‌گیری شده بیوجارهای تولیدی در جدول (۲) آمده است. پ.ه‌اش با روش Sun و همکاران (۲۰۱۴) در سوسپانسیون ۱:۲۰ بیوجار به آب مقطر، هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۱۰ بیوجار به آب مقطر (Yang و همکاران، ۲۰۱۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش اصلاح شده استات آمونیوم نرمال پ.ه‌اش خنثی (Gaskin و همکاران، ۲۰۰۸)، کربن، هیدروژن و نیتروژن با دستگاه (Elemental analyzer CHN)، عملکرد و خاکستر (Song و همکاران، ۲۰۱۲) اندازه‌گیری شد. به منظور اشباع سازی بیوجار، ۵ گرم از بیوجار را در یک لیتر محلول حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آهن (II) که از نمک $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ تهیه شده بود غوطه‌ور شد. مخلوط بیوجار و محلول آهن (II) به مدت ۲۴ ساعت تکانده و سپس صاف شد. به منظور بررسی پاسخ گیاهی به بیوجارهای اشباع شده، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای بیوجارهای اشباع نشده (بیوجار کاه‌گندم (WB) و بیوجار نئوپان (PB) هر کدام ۲/۵ درصد وزنی)، و بیوجارهای اشباع شده (بیوجار اشباع شده کاه‌گندم (Fe-IWB1) ۲/۵ درصد وزنی، بیوجار اشباع شده کاه‌گندم (Fe-IWB2) ۵ درصد وزنی، بیوجار نئوپان اشباع شده (Fe-IPB1) ۲/۵ درصد وزنی و بیوجار اشباع شده نئوپان (Fe-IPB2) ۵ درصد وزنی)، و کود آهن (۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از منبع سکوسترین آهن (S) و خاک شاهد بدون آهن و بیوجار (C) بر روی دو رقم سویا (ویلیامز و سامان) انجام شد. سویا در گلدان‌های حاوی ۵ کیلوگرم خاک کشت و با آب مقطر بر اساس وزنی (تخلیه ۲۵٪ آب قابل استفاده) آبیاری شد. در طول دوره رشد رطوبت گلدانها در حدود ظرفیت گلدانی نگهداری شد. بعد از گذشت ۱۲ هفته از کشت، برداشت گیاه به صورت کف بر انجام شد سپس غلظت آهن فراهم خاک (Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸) و غلظت آهن کل گیاه (Jones and Case, ۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ و تجزیه آماری با نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) و ویژگی‌های بیوجارها در جدول (۲) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک زیاد با ماده آلی کم (کمتر از ۱ درصد) و بافت سیلت لوم بود. مقدار آهن قابل استفاده خاک نیز نشان می‌دهد که خاک مورد استفاده دارای کمبود آهن برای گیاهان حساس به کمبود آهن است. بیوجارهای تولید شده در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارد که نشان می‌دهد برای بهبود حاصلخیزی خاک مناسب می‌باشند.



جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

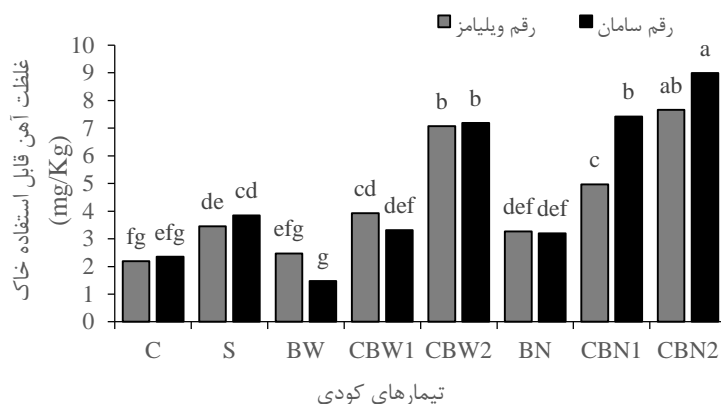
نام منطقه	پهش	شوری	ظرفیت تبادل کاتیونی	آهن قابل استفاده	کربن آلی	آهک	رس	سیلت	بافت
		dS m ⁻¹	Cmol(+)Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	%	%	%	%	
آق امام	۷/۸	۰/۸	۱۵/۵	۳/۴۲	۰/۹۳	۱۷	۲۲/۵	۶۳	سیلت لوم

جدول ۲. برخی ویژگی‌های بیوجار مورد مطالعه

بیوجار	پهش	شوری	ظرفیت تبادل کاتیونی	آهن فراهم	کربن	هیدروژن	نیتروژن	عملکرد	خاکس
		dS m ⁻¹	Cmol(+)Kg ⁻¹	mg Kg ⁻¹	%	%	%	%	تر
کاه گندم	۶/۹	۳/۷	۱۰۸/۵	۲۰/۱	۵۲/۱۵	۴/۲۶	N/A	۵۱/۲	۲۸/۴
نئوپان	۶/۲	۳/۲۵	۶۰/۷	۲۰/۲	۵۵/۷۸	۴/۴۷	N/A	۷۱/۴	۱۲

غلظت آهن فراهم خاک پس از برداشت

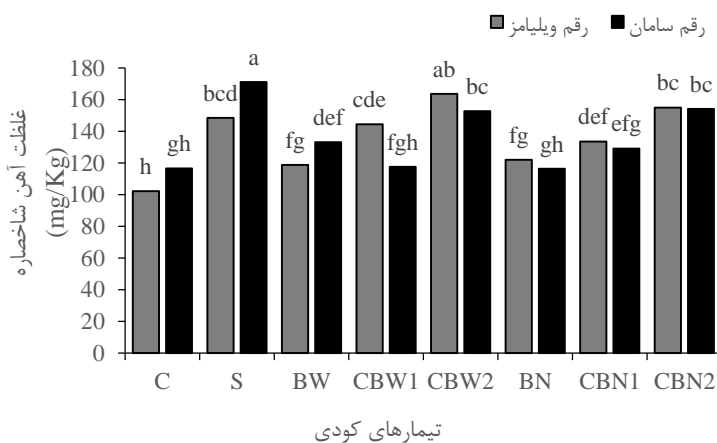
آزمون مقایسات میانگین داده‌ها نشان داد که مقدار آهن فراهم خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهم کنش رقم و کود قرار گرفته است (شکل ۱). به‌طوری که در خاکی که رقم ویلیامز کشت شده بود میزان آهن فراهم در تیمارهای بیوجار کاه‌گندم بیشتر از خاکی است که رقم سامان کشت شده بود. در حالی که در تیمارهای بیوجار نئوپان روندی کاملاً برعکس مشاهده شد به‌نحوی که در خاکی که رقم ویلیامز کشت شده بود میزان آهن فراهم در تیمارهای بیوجار نئوپان کمتر از خاکی است که رقم سامان کشت شده بود. بیشترین مقدار آهن فراهم خاک مربوط به تیمار بیوجار ۵٪ اشباع شده نئوپان بود. شکل ۱ نشان می‌دهد که همه بیوجارها به‌ویژه بیوجارهای اشباع شده با آهن موجب افزایش مقدار آهن فراهم خاک شده‌اند. همچنین غلظت آهن فراهم خاک با افزایش درصد وزنی بیوجارهای اشباع شده نئوپان و کاه‌گندم نیز افزایش یافت. افزایش آهن قابل استفاده در تیمار سکوسترین نسبت به شاهد می‌تواند ناشی از قدرت کلات کنندگی سکوسترین باشد. در تیمارهای بیوجار این افزایش احتمالاً می‌تواند به دو دلیل باشد. با توجه به مقدار بالای ماده آلی در بیوجار (جدول ۲) تجزیه آن در طول رشد گیاه احتمالاً باعث تولید ترکیبات آلی با قدرت کلات کنندگی بالا مثل اسیدهیومیک و اسید فولیک شده باشد ثانیاً در تیمارهای بیوجار که با آهن اشباع سازی شده است آزاد سازی آهن از سطوح آنها باعث افزایش بیشتر آهن قابل استفاده در خاک شده است و احتمالاً به همین دلیل اثر آن بیشتر از تیمار سکوسترین آهن شده باشد. همچنین، بیوجار گندم به‌دلیل قدرت جذب بالاتر آن (جدول ۲) احتمالاً آهن را کمتر از بیوجار نئوپان آزاد کرده است. رضانی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند مصرف مخلوط بیوجار و سولفات آهن در یک خاک آهکی باعث افزایش آهن عصاره‌گیری شده با DTPA شد. مواد آلی از جمله بیوجار با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک موجب تحرک و فراهمی بیشتر آهن و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌شوند (Du Laing و همکاران، ۲۰۰۹؛ Xu و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۱- اثر متقابل رقم و کود بر غلظت آهن فراهم خاک بعد از برداشت گیاه (میانگین‌های با حروف مشابه روی ستون‌ها در سطح LSD 5% معنی دار نیست)

غلظت آهن شاخساره

نتایج آزمون مقایسات میانگین (شکل ۲) نشان داد که پاسخ رقم سامان به تیمارهای کودی بیوچار کاه‌گندم با پاسخ رقم ویلیامز به آن متفاوت بود. به‌طوریکه غلظت آهن شاخساره رقم ویلیامز در سطوح بیوچار کاه‌گندم افزایشی بود ولی مقدار آن در رقم سامان ابتدا کاهش سپس افزایش یافت. همچنین غلظت آهن شاخساره بین دو رقم در تیمارهای کودی مختلف به غیر از تیمارهای سکوسترین آهن و بیوچار ۲/۵٪ کاه‌گندم اشباع شده، تفاوت معنی‌داری بایکدیگر نداشتند. بیوچارهای ۵٪ اشباع شده نئوپان و کاه‌گندم برای هر دو رقم سوپا توانستند مقدار غلظت آهن شاخساره را نسبت به خاک شاهد افزایش دهند. بیوچارهای ۲/۵٪ اشباع شده نئوپان و کاه‌گندم توانستند مقدار غلظت آهن شاخساره را برای رقم ویلیامز نسبت به خاک شاهد افزایش دهند ولی برای رقم سامان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در این تحقیق مشاهده شد که مصرف بیوچار به همراه آهن یا بدون آن و کاربرد سکوسترین آهن به تنهایی غلظت آهن در گیاه را افزایش داد. نتایج با نتایج Ramzani و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشت، آنها گزارش دادند که مصرف مخلوط بیوچار و سولفات آهن غلظت آهن شاخساره و دانه برنج افزایش یافت.



شکل ۲- اثر متقابل رقم و کود بر غلظت آهن کل شاخساره (میانگین‌های با حروف مشابه روی ستون‌ها در سطح LSD 5% معنی دار نیست)



نتیجه گیری

بیوچار با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و با توجه به قدرت بالای آن در جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی، باعث افزایش فراهمی آهن در خاک و تأمین تدریجی آن برای گیاه شد. مصرف بیوچارهای اشباع شده با آهن سبب افزایش میزان غلظت آهن در اندام هوایی سویا در خاک آهکی شدند. به طوری که بیشترین مقدار غلظت آهن شاخساره در هر دو رقم سویا در سطح ۵ درصد بیوچار کاه گندم اشباع شده با آهن مشاهده شد. از طرف دیگر مصرف مقادیر بالای بیوچار از نظر اقتصادی شاید مقرون به صرفه نباشد و اشباع سازی آنها با عناصر غذایی می تواند راه کار مناسبی برای کاهش مقدار مصرف آن باشد. بنابراین، مصرف بیوچار اشباع شده با آهن، می تواند رهیافت امیدبخشی برای رفع کلروز آهن در گیاهان حساس بویژه سویا در خاک های آهکی باشد.

منابع

- پیوست، غ. و الفتی چیرانی، ج. ۱۳۸۷. سبزیکاری با کمپوست. چاپ اول. انتشارات عبدی. رشت. ص ۹۹-۱۱۱
- کریمی زارچی، م. و کلباسی، م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر هوادهی و مخلوط کردن بر فرایند تولید کمپوست و کیفیت کمپوست تولیدی از زباله های شهری. ششمین کنگره علوم خاک ایران.
- ملکوتی، م. ج.، همایی، و. م. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک های مناطق خشک و نمیه خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران، ایران. ۴۸۲ صفحه.
- یحیی آبادی، م. و امتیازی، گ. ۱۳۸۷. تغییرات کمی و کیفی میکروارگانسیم های خاک پس از افزودن مواد زاید شهری و کشاورزی. ششمین کنگره علوم خاک ایران.
- Du Laing, G., Rinklebe, J., Vandecasteele, B., Meers, E. and Tack, F.M. 2009. Trace metal behaviour in estuarine and riverine floodplain soils and sediments: a review. *Science of the total environment*, 407,3972-3985.
- Gaskin, J.W., Steiner, C., Harris, K., Das, K.C. and Bibens, B. 2008. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. *Transactions of the ASABE*, 51, 2061-2069.
- Jones, J.B. Jr., and Case, V.W. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. P 389-427, In: R.L. Westerman (ed.), *Soil testing and plant analysis*. 3rd ed. SSSA, Madison, WI, USA.
- Leytem, A. B., & Mikkelsen, R. L. 2005. The nature of phosphorus in calcareous soils. *Better Crops*, 89, 11-13.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil science society of America journal*, 42,421-428.
- Ramzani, P. M. A., Khalid, M., Naveed, M., Ahmad, R., & Shahid, M. 2016. Iron biofortification of wheat grains through integrated use of organic and chemical fertilizers in pH affected calcareous soil. *Plant Physiology and Biochemistry*, 104, 284-293.
- Salim, B.B.M. 2016. Influence of biochar and seaweed extract applications on growth, yield and mineral composition of wheat (*Triticum aestivum* L.) under sandy soil conditions. *Annals of Agricultural Sciences*, 61,257-265.
- Song, W. and Guo, M. 2012. Quality variations of poultry litter biochar generated at different pyrolysis temperatures. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, 94,138-145.
- Sun, Y., Gao, B., Yao, Y., Fang, J., Zhang, M., Zhou, Y., Chen, H. and Yang, L. 2014. Effects of feedstock type, production method, and pyrolysis temperature on biochar and hydrochar properties. *Chemical Engineering Journal*, 240,574-578.
- Xu, G., Wei, L.L., Sun, J.N., Shao, H.B. and Chang, S.X. 2013. What is more important for enhancing nutrient bioavailability with biochar application into a sandy soil: Direct or indirect mechanism?. *Ecological engineering*, 52,119-124.



شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸



Yang, X., Liu, J., McGrouther, K., Huang, H., Lu, K., Guo, X., He, L., Lin, X., Che, L., Ye, Z. and Wang, H. 2016. Effect of biochar on the extractability of heavy metals (Cd, Cu, Pb, and Zn) and enzyme activity in soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 23,974-984.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of biochar in the supply of iron for two soybean cultivar

Khallizadeh, J.^{1*}, Dordipour², E., Baranimotlagh², M. and Gharanjiki³, A.

¹ M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

³ Scientific Staff Member, Cotton Research Institute, Areeo, Gorgan, Iran

Abstract

Among microelements required for plants, nutrient element of iron has set many limitations for agricultural products especially for cultivations in calcareous soils. A pot experiment was conducted as factorial based on completely randomized design with four replications. Experimental factors included 2.5 weight percent of both unsaturated biochar (wheat straw biochar (WB) and particle board biochar (PB)), and saturated biochars (2.5 weighted percentage of biochar from wheat straw (Fe-IWB1), 5 weighted percentage of saturated biochar from wheat straw (Fe-IWB2), 2.5 weighted percentage of saturated biochar from particle board (Fe-IPB1), and 5 weighted percentage of saturated biochar from particle board (Fe-IPB2)), iron fertilizer from iron sequestrin source (S) and iron-free biochar-free control soil (C) and two soybean cultivars (Williams and Saman cultivars). According to the results obtained, available iron of soil and iron concentration of shoots increased with increasing application of iron-saturated biochar ($P \leq 0.05$). Therefore, iron-saturated biochar can supply enough iron and resolve iron chlorosis of soybean in a calcareous soil.

Keyword: Wheat straw, Particle board, Iron chlorosis, Saturation

* Corresponding author, Email: jalal.addinn@gmail.com



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر سطوح مختلف پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید پنبه

عبدالرضا قرنجیکی^{۱*}، اسماعیل دردی‌پور^۲^۱ استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران^۲ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

چکیده

پتاسیم عنصر غذایی بسیار مهمی در تولید پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) می‌باشد. این عنصر در ارقام جدید زودرس و پرمحصول که حساسیت بیشتری به کمبود پتاسیم دارند، دارای اهمیت ویژه‌ای است. در این تحقیق، پاسخ شش رقم جدید پنبه شامل گلستان، ساجدی، شایان، کاشمر، ارمان و SKG معرفی شده توسط موسسه تحقیقات پنبه کشور، به همراه سه رقم بختگان، سپید و خرداد که قبلاً معرفی شده بودند، نسبت به سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع کلرور پتاسیم، در یک آزمایش مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تأثیر رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار بود. همچنین به غیر از تعداد غوزه، پاسخ سایر صفات نسبت به پتاسیم معنی‌دار، اما اثر متقابل بین رقم و پتاسیم بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود. با اینکه وزن غوزه ارقام ساجدی و گلستان به طور معنی‌داری کمتر از ارقام دیگر بود، اما این دو رقم بیشترین تعداد غوزه در بوته را داشتند. بیشترین عملکرد وش و ماده خشک گیاهی نیز به ترتیب با همین ارقام به دست آمد. با اینکه ارقام ارمان و سپید بیشترین غلظت پتاسیم را داشتند، اما مقدار جذب پتاسیم رقم ساجدی به طور معنی‌داری بیشتر از ارقام دیگر بود. با افزایش پتاسیم، عملکرد و اجزای عملکرد نیز افزایش یافت. این افزایش برای غلظت پتاسیم تا سطح ۱۰۰ و در سایر صفات تا سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود. هرچند عملکرد وش سطوح کودی ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت، اما با توجه به اختلاف نسبی محصول آنها، توصیه کودی مناسب پتاسیم بین ۷۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شد.

کلمات کلیدی: غوزه، وش، ماده خشک، جذب پتاسیم

مقدمه

پتاسیم یک عنصر ضروری برای تمام موجودات زنده می‌باشد. این عنصر هم از نظر کمیت و هم از نظر وظایف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متعددی که در گیاه بر عهده دارد، اهمیت زیادی در رشد و نمو گیاه دارد (Rengel and Damon, 2008). برای رشد و نمو گیاه پنبه نیز پتاسیم یکی از مهم‌ترین عناصر ضروری می‌باشد. نیاز غذایی پنبه به این عنصر برای تولید محصول مناسب، تقریباً برابر با نیتروژن است. عدم اتساع کامل برگ و اختلال در آسیمیلایون گاز کربنیک و متعاقباً کاهش شدت فتوسنتز از پیامدهای منفی کمبود پتاسیم است. این عنصر در ذخیره و انتقال کربوهیدرات‌ها در گیاه نقش مهمی برعهده دارد. همچنین این عنصر بر پتانسیل آب برگ، شدت تنفس، کارایی مصرف آب، پیری زودرس و بسیاری از متابولیسم‌های فیزیولوژیکی دیگر بسیار تأثیرگذار می‌باشد (Pettigrew, 2003). بنابراین، رشد و نمو پنبه و تولید محصول شدیداً تابع فراهمی پتاسیم بوده و کمبود آن در گیاه پنبه منجر به نقصان در کاهش تولید ماده خشک و کاهش محصول خواهد شد (Makhdom و همکاران، ۲۰۰۷). گیاه پنبه دارای رشد نامحدود بوده و بنابراین در طول فصل رشد به پتاسیم زیادی نیاز دارد. برآورد شده است که یک هکتار پنبه روزانه به ۳ تا ۵ کیلوگرم پتاسیم نیاز دارد که این مقدار برابر با ۱۱۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم بر هکتار برای یک دوره کامل رشد می‌باشد. از طرف دیگر، ارقام جدید پرمحصول و زودرس نسبت به ارقام بومی و یا تجاری قدیمی، حساسیت بیشتری به کمبود پتاسیم دارند. این ارقام دارای منبع (Source) کوچک‌تر و مخزن (Sink) بزرگ‌تر برای آسیمیلایون هستند. بنابراین ممکن است گیاه برای تکامل تعداد زیادی غوزه که هم‌زمان و در یک دوره کوتاه تشکیل شده‌اند، با محدودیت پتاسیم مواجه شود (Ashfaq و همکاران، ۲۰۱۵).



عملکرد و بسیاری از اجزای عملکرد پنبه رابطه مستقیمی با وضعیت پتاسیم گیاه دارد. این ارتباط مخصوصاً در خاک‌هایی که پتاسیم قابل استفاده پایینی دارند، مشهودتر بوده؛ به طوری که در این خاک‌ها، افزایش محصول در اثر مصرف کود پتاسیم در آزمایشات زیادی مشاهده شده است (Makhdum و همکاران، ۲۰۰۷). به عنوان مثال، Rasool و همکاران (۲۰۱۰) پاسخ مثبت عملکرد پنبه را نسبت به مصرف پتاسیم تا سطح ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. Zia-ul.hassan و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه پاسخ زراعی ۵ ژنوتیپ پنبه نسبت به سطوح مختلف پتاسیم مشاهده کردند که به طور میانگین، ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم منجر به افزایش معنی‌دار وزن غوزه، تعداد غوزه در هکتار و عملکرد پنبه شده است. Chen و همکاران (۲۰۱۶) پاسخ ۳ رقم پنبه را نسبت به سطوح صفر، ۲۲۵ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع کلرور پتاسیم مطالعه کردند. نتایج نشان داد که هر چند شدت پاسخ ارقام پنبه نسبتاً متفاوت بود، اما در همه آنها، بهترین عملکرد با تیمار کودی ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در چند سال اخیر، ارقام جدیدی برای کشت پنبه در مناطق پنبه‌کاری کشور معرفی شده است. بهبود عملکرد و زودرسی محصول از خصوصیات بارز اکثر این ارقام می‌باشد (عالیشاه، ۱۳۹۴). بنابراین لازم است که همانند هر رقم گیاهی جدید، نیاز کودی آنها مورد مطالعه قرار گیرد. در این تحقیق، پاسخ زراعی شش رقم جدید پنبه به همراه سه رقم تجاری دیگر (بختگان، سپید و خرداد) که با تقدم زمانی قبلاً معرفی شده بودند، نسبت به سطوح مختلف کود پتاسیم جهت برآورد نیاز کودی مناسب بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش که در سال ۱۳۹۴ انجام شد، پاسخ زراعی شش رقم جدید پنبه شامل گلستان، ساجدی، شایان، کاشمر، ارمغان و SKG به همراه سه رقم بختگان، سپید و خرداد که با تقدم زمانی قبلاً معرفی شده بودند، نسبت به سطوح مختلف پتاسیم مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در یک زمین زراعی واقع در روستای گرچی محله شهرستان کردکوی استان گلستان با مختصات جغرافیایی $12^{\circ} 49' 36''$ شمالی و $54^{\circ} 13' 26''$ شرقی با ارتفاع متوسط ۱۱ متر از سطح آزاد دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۶۰۰-۵۵۰ میلی‌متر، رطوبت نسبی ۶۵-۵۰ درصد، متوسط حداکثر حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد اجرا گردید. قبل از کشت، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک، یک نمونه مرکب تهیه شده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری و توصیه کودی براساس نتایج آزمون خاک اعمال گردید (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل). نوع طرح آزمایشی، کرت‌های یک‌بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی بود که در آن ۹ رقم پنبه به کرت‌های اصلی و ۶ سطح کودی پتاسیم شامل صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع کلرورپتاسیم به کرت‌های فرعی اختصاص یافت.

مزرعه قبل از اجرای آزمایش، زیر کشت گندم بود. لذا بلافاصله بعد از برداشت گندم و جمع‌آوری کاه و کلش، زمین آب تخت گردید. سپس، با رسیدن رطوبت مزرعه به شرایط مناسب (گاورو شدن)، نسبت به عملیات آماده‌سازی زمین (شخم و دیسک)، کودپاشی و کرت‌بندی اقدام و کشت به صورت دستی انجام گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در فاصله ۱۷ تا ۲۲ خرداد و کشت پنبه نیز در ۲۲ خرداد انجام شد. همزمان با کشت، تیمارهای پتاسیم به صورت نواری به عمق حدود ۱۵-۱۰ سانتی‌متر و به فاصله ۱۰-۷ سانتی‌متری از خط کشت و به موازات آن به خاک افزوده شد. طول خطوط کشت ۴ متر و فاصله آنها از یکدیگر ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط کشت نیز ۲۰ سانتی‌متر تعبیه شد. هر تیمار در ۴ خط کشت گردید. سایر عملیات مرحله کاشت و مراقبت‌های مرحله داشت شامل کنترل علف‌های هرز، مبارزه با آفات و آبیاری مزرعه (به صورت نشتی جوی و پشته‌ای) بر اساس نظر کارشناسی انجام شد. مزرعه در سه نوبت آبیاری شد (کل آب آبیاری حدود ۴۵۰۰ مترمکعب براساس تشتک تبخیر).

اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه) از دو خط وسط هر تیمار انجام شد. بوته اول و آخر هر خط به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شدند. برای برآورد میانگین تعداد غوزه در بوته، تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و میانگین تعداد غوزه برداشت شده آنها یادداشت گردید. برای تعیین وزن غوزه نیز تعداد ۳۰ غوزه باز شده از هر کرت به طور تصادفی برداشت، توزین و میانگین آنها ثبت شد. برداشت کل محصول هر کرت (دو خط وسط با حذف دو بوته حاشیه) به عنوان عملکرد آن مینا قرار گرفت. در شروع مرحله زایشی مزرعه (غنچه‌دهی)، تعداد دو بوته از هر خط (دو خط وسط هر کرت و جمعاً ۴ بوته) به طور تصادفی انتخاب و به طور کامل کف‌بر شده و به آزمایشگاه انتقال یافت تا وزن خشک و غلظت پتاسیم آنها اندازه‌گیری شود. بدین منظور، ابتدا از بخش‌های مختلف بوته شامل ساقه اصلی، شاخه‌های جانبی و برگ‌ها به تناسب نمونه‌گیری و توزین شدند. همچنین، وزن باقی‌مانده بوته‌ها نیز یادداشت گردید. نمونه‌های جدا شده از بوته‌ها پس از شستشو با آب مقطر، به مدت ۴۸ ساعت با آون و در دمای ۷۰ درجه خشک و دوباره توزین شدند تا درصد رطوبت نمونه‌ها به دست آید. سپس غلظت پتاسیم در این نمونه‌ها به روش اکسیداسیون خشک (کوره الکتریکی) و عصاره‌گیری با اسید کلریدریک ۲ نرمال اندازه‌گیری شدند (Jones and case, 1990). بر اساس درصد رطوبت و غلظت پتاسیم این نمونه‌ها، وزن خشک

و برداشت پتاسیم بوته‌های کفبر شده برآورد گردید. داده‌های به‌دست آمده، با نرم افزار آماری SAS تجزیه واریانس گردید. همچنین، مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.



شکل ۱. رقم پنبه سپید در مرحله غوزه‌دهی گیاه

نتایج و بحث

خاک محل اجرای آزمایش، غیرشور با اسیدیته کمی قلیایی بوده و از نظر ماده آلی نیز در حد نسبتاً خوب بود (جدول ۱). همچنین، همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، این خاک فقط از نظر عنصر پتاسیم دچار کمبود بوده و محدودیتی در سایر عناصر غذایی ضروری وجود ندارد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت	سیلت (درصد)	رس (درصد)	شن (درصد)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)
لوم سیلتی	۶۶	۲۲	۱۲	۱/۴۶	۱۶/۵	۷/۹۰	۱/۲۶

جدول ۲- غلظت قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) عناصر غذایی خاک محل اجرای آزمایش

فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
۱۶/۲	۱۲۷	۱۸/۱	۱/۱۶	۷/۸۱	۴/۶۵

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر رقم بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. همچنین به‌غیر از تعداد غوزه در بوته، پاسخ سایر صفات نسبت به سطوح مختلف پتاسیم معنی‌دار شد، اما اثر متقابل بین رقم پنبه و سطوح مختلف پتاسیم بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد **به‌رغم** اینکه ارقام ساجدی، ارمغان، گلستان و سپید کمترین وزن غوزه را داشتند، اما بیشترین تعداد غوزه نیز مربوط به همین ارقام بود. در مقابل، ارقام بختگان و کاشمر که دارای سنگین‌ترین غوزه‌ها بودند، از نظر تعداد غوزه در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفتند؛ به‌طوری که پایین‌ترین عملکرد وش نیز با همین دو رقم به‌دست آمد. بیشترین عملکرد وش و ماده خشک را نیز رقم ساجدی تولید نمود. مقدار عملکرد وش هر رقم پنبه تابعی از تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه آن است (Mauney, 1986). در این تحقیق، فقط عملکرد وش ارقام ساجدی، گلستان و ارمغان بیشتر از ۱/۷ کیلوگرم در کرت بود و سایر ارقام عملکرد کمتری از آن تولید کردند. این درحالی است که این سه رقم کمترین وزن غوزه را داشتند. بنابراین افزایش عملکرد آنها عمدتاً ناشی از افزایش تعداد غوزه آنهاست. وجود همبستگی منفی وزن غوزه با عملکرد وش ارقام ($p < 0.01$)، ($r = -0.166$) و همبستگی مثبت و قابل توجه تعداد غوزه با این صفت ($r = 0.185$ ، $p < 0.01$)، به‌خوبی این روابط را نشان می‌دهد. نتایج مشابهی با این یافته‌ها در آزمایش Shiva Kumar و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است.

با اینکه غلظت پتاسیم ارمغان و سپید بیشتر از سایر ارقام بود، اما رقم پنبه‌ای که بیشترین عملکرد را داشت (ساجدی)، مقدار جذب پتاسیم توسط آن نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از ارقام دیگر بود که چنین نتیجه‌ای نشان‌دهنده نقش مهم پتاسیم در تولید محصول و ماده خشک می‌باشد. کمترین مقدار

جذب پتاسیم نیز در ارقام SKG و خرداد مشاهده شد. عملکرد و بسیاری از اجزای عملکرد پنبه رابطه مستقیمی با وضعیت پتاسیم در داخل گیاه دارد (Makhdam و همکاران، ۲۰۰۷). Yang و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی ماده خشک و جذب پتاسیم در ۸ ژنوتیپ پنبه مشاهده کردند که رابطه مستقیمی بین آنها وجود دارد به طوری که هر سه ژنوتیپی که دارای بیشترین جذب پتاسیم بودند، بیشترین ماده خشک را هم تولید کرده‌اند. نتایج مشابهی نیز توسط Zhang و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است.

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار کود پتاسیم، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به طوری که تیمار شاهد پتاسیم (سطح صفر) در همه صفات مورد مطالعه، از نظر کمی دارای پایین‌ترین مقدار بود و سطوح پتاسیم ۱۰۰ تا ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیز در این صفات بیشترین کمیت را داشتند. با این حال، تاثیر افزایش پتاسیم در غالب صفات تا سطح کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود و به غیر از غلظت پتاسیم گیاه، عملکرد و سایر اجزای عملکرد سطوح کودی ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند که نشان‌دهنده عدم تاثیر معنی‌دار افزایش کود پتاسیم در مقادیر بالاتر از ۷۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

کمبود پتاسیم در گیاه منجر به اختلال در اعمال فیزیولوژیکی و متابولیکی در آن می‌شود (Pettigrew, 2003) که پیامد آن کاهش محصول پنبه است (Lokhande and Reddy, 2015). در این آزمایش نیز کمبود پتاسیم قابل جذب خاک (جدول ۲)، منجر به کاهش عملکرد و ماده خشک گردید. با اینکه با افزایش سطح پتاسیم (K_2O)، عملکرد و ماده خشک گیاه افزایش یافت، اما تاثیر آن تا سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود. میزان کاهش عملکرد و ش، در سطح صفر پتاسیم نسبت به سطح ۷۵ کیلوگرم، ۵ درصد بود در حالی که این کاهش برای ماده خشک حدود ۸/۵ درصد به‌دست آمد. چون محصول و ش گیاه بخشی از ماده خشک است، بنابراین طبیعی است که ماده خشک بیشتر از عملکرد گیاه تحت تاثیر قرار گیرد.

۳- نتایج مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف پنبه (اثر اصلی رقم)

ارقام پنبه	وزن غوزه (گرم)	تعداد غوزه در بوته	عملکرد وش (گرم بر کرت)	عملکرد ماده خشک (گرم بر بوته)	غلظت پتاسیم در گیاه (درصد)	جذب پتاسیم توسط گیاه (گرم بر بوته)
بخنگان	۵/۷۹ a	۹/۱۱ c	۱۵۹۴ e	۳۲/۱ d	۲/۲۶ ab	۰/۷۲۶ c
ارمغان	۴/۸۹ c	۱۱/۷۲ a	۱۷۰۳ bc	۳۴/۳ bc	۲/۲۷ a	۰/۷۸۴ b
SKG	۵/۲۶ b	۱۰/۲۹ b	۱۶۶۹ cde	۲۹/۵ e	۲/۱۹ cd	۰/۶۴۷ d
لطیف	۵/۲۸ b	۱۰/۶۴ b	۱۶۷۶ cde	۳۴/۳ bc	۲/۰۷ e	۰/۷۱۲ c
ساجدی	۴/۹۹ c	۱۲/۳۶ a	۱۸۳۶ a	۳۸/۱ a	۲/۲۱ bc	۰/۸۴۵ a
کاشمر	۵/۷۹ a	۹/۲۲ c	۱۵۹۲ e	۳۲/۵ cd	۲/۱۴ d	۰/۶۹۹ c
گلستان	۴/۹۰ c	۱۲/۲۲ a	۱۷۷۴ ab	۳۵/۷ b	۲/۰۷ e	۰/۷۴۰ bc
خرداد	۵/۲۶ b	۱۰/۲۹ b	۱۶۰۶ de	۳۲/۰ d	۱/۹۹ f	۰/۶۳۷ d
سپید	۴/۹۴ c	۱۱/۶۴ a	۱۶۸۷ bcd	۳۴/۵ b	۲/۲۷ a	۰/۷۸۳ b

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند.

۴- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف پنبه (اثر اصلی پتاسیم)

سطوح پتاسیم (کیلوگرم در هکتار K_2O)	وزن غوزه (گرم)	عملکرد وش (گرم بر کرت)	عملکرد ماده خشک (گرم بر بوته)	غلظت پتاسیم در گیاه (درصد)	جذب پتاسیم توسط گیاه (گرم بر بوته)
صفر	۵/۰۶ c	۱۶۱۰ c	۳۱/۶ b	۲/۰۰ e	۰/۶۳۱ c
۲۵	۵/۱۰ bc	۱۶۶۲ bc	۳۲/۰ b	۲/۰۵ d	۰/۶۶۰ bc
۵۰	۵/۲۳ ab	۱۶۴۳ bc	۳۲/۸ b	۲/۱۲ c	۰/۶۹۶ b
۷۵	۵/۲۸ a	۱۶۹۴ ab	۳۴/۵ a	۲/۲۴ b	۰/۷۷۴ a
۱۰۰	۵/۳۶ a	۱۷۳۳ a	۳۵/۴ a	۲/۲۹ a	۰/۸۱۰ a
۱۲۵	۵/۳۶ a	۱۷۵۰ a	۳۵/۷ a	۲/۲۷ ab	۰/۸۱۱ a

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند.



نتیجه گیری

براساس نتایج این آزمایش، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مورد مطالعه در این تحقیق تفاوت معنی داری داشتند. از بین ارقام جدید پنبه، رقم ساجدی دارای بیشترین عملکرد بوده و برای توسعه کشت در منطقه اجرای این تحقیق (روستای گرجی محله شهرستان کردکوی استان گلستان) توصیه می شود. همچنین رقم گلستان که بعد از ساجدی دارای بیشترین عملکرد بوده و تفاوت معنی داری با عملکرد رقم ساجدی نداشت، مناسب کشت در این مناطق می باشد. ارقام پنبه در این پژوهش، نسبت به کود پتاسیم پاسخ مثبت نشان دادند. این پاسخ با اینکه تا سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار K_2O معنی دار بود، اما عملکرد و ش سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O نسبت به آن بالاتر بود. بنابراین سطح کودی مناسب برای ارقام مورد مطالعه در محل اجرای این آزمایش (روستای گرجی محله)، بین ۷۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O توصیه شده و با توجه به نقش و اهمیت پتاسیم در رشد و نمو گیاه و بسیاری از اعمال متابولیکی و فیزیولوژیکی آن، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O توصیه می شود. بین ارقام پنبه و سطوح مختلف کود پتاسیم نیز اثر متقابل معنی داری مشاهده نشد.

منابع

- عالی شاه، ع. ۱۳۹۴. شناخت ارقام زراعی پنبه ایران. انتشارات واژگان سیرنگ، گرگان. ۴۰ ص.
- Ashfaq, A., Hussain, N. and Athar, M. 2015. Role of potassium fertilizers in plant growth, crop yield and quality fiber production of cotton - an overview. *Journal of Biology*, 5, 27-35.
- Chen, Y., Li, Y., Hu, D., Zhang, X., Wen, Y. and Chen, D. 2016. Spatial distribution of potassium uptake across the cotton plant affects fiber length. *Field Crops Research*, 192, 126-133.
- Jones, J. B. and Case, V. W. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. In: *Soil testing and plant analysis*, Westerman, R. L., Eds., SSSA, Madison, WI, USA, 389-427.
- Lokhande, S. and Reddy, K. R. 2015. Reproductive performance and fiber quality responses of cotton to potassium nutrition. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 911-924.
- Makhadm, M. I., Pervez, H. and Ashraf, M. 2007. Dry matter accumulation and partitioning in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by potassium fertilization. *Biology and Fertility of Soils*, 43, 295-301.
- Mauney, J. R. 1986. Vegetative growth and development of fruiting. In: *Cotton physiology*, Mauney, J. R. and Stewart, J. M., Eds., The Cotton Foundation, Memphis, TN, USA, 11-28.
- Mulins, G. L. and Burmester, C. H. 2010. Relation of growth and development to mineral nutrition. In: *Physiology of cotton*, Stewart, J. M., Oosterhuis, D. M., Heitholt, J. J. and Mauney, J. R., Eds., Springer publications, NY, USA, 97-105.
- Pettigrew, W. T. 2003. Relationships between insufficient potassium and crop maturity in cotton. *Agronomy Journal*, 95, 1323-1329.
- Rasool, G., Chattha, T. H. and Ali, M. A. 2010. Response of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to various levels and times of potash application in semi-arid region of Punjab. *Journal of agricultural Research*, 48, 81-85.
- Rengel, Z. and Damon, P. M. 2008. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiologia Plantarum*, 133, 624-636.
- Shiva Kumar, K., Nidagundi, J. M. and Hosamani, A. C. 2017. Correlation analysis for agro-morphological features in upland cotton under rainfed conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 2593-2596.
- Yang, F., Wang, G., Zhang, Z., Eneji, A. E., Duan, L., Li, Z. and Tian, X. 2011. Genotypic variations in potassium uptake and utilization in cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 83-97.
- Zhang, Z., Tian, X., Duan, L., Wang, B., He, Z. and Li, Z. 2007. Differential responses of conventional and Bt-transgenic cotton to potassium deficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 30, 659-670.
- Zia-ul-Hassan, Kubar, K. A., Rajpar, I., Shah, A. N., Tunio, S. D., Shah, J. A. and Maitlo, A. A. 2014. Evaluating potassium-use-efficient of five cotton genotypes of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 46, 1237-1242.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effect of different levels of potassium on yield and yield components of new cotton cultivars

Gharanjiki¹, A., Dordipour², E.

¹ Assistant Prof., Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

Potassium (K) is the most important nutrient for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production. This nutrient has extremely important in early and high-yielding new cultivars, which are more susceptible to K deficiency. A field experiment was conducted to evaluate the response of six new cotton cultivars including Golestan, Sajedi, Shayan, Kashmar, Armaghan and SKG; introduced by Cotton Research Institute of Iran, along with three previously introduced cultivars *viz.* Bakhtegan, Sepid and Khordad to levels 0, 25, 50, 75, 100 and 125 Kg K ha⁻¹ as KCl. Results showed the effect of cultivar was significant on yield and yield components of cotton. Moreover, the response of studied cotton traits was significant to K, except the number of boll per plant, whereas no significantly interaction effect was not observed between cultivar and K. Although the boll weight of Sajedi and Golestan cultivars were significantly lower than other cultivars, the two cultivars had the highest boll number per plant. The highest seed cotton yield and dry matter were obtained with the same cultivars, respectively. Although Armaghan and Sepid had the highest K concentration, but K uptake of Sajedi was significantly more than other cultivars. Increasing potassium level enhanced yield and yield components of cotton. The increasing was significant up to 100 kg K ha⁻¹ for K concentration and up to 75 kg K ha⁻¹ for other traits. Although seed cotton yield had not significantly different at 75 and 100 kg K ha⁻¹, but due to the relative differences in their yields, it was evaluated 75-100 kg K ha⁻¹ for favorable fertilizer recommendation.

Keywords: Boll, Seed cotton, Dry matter, Potassium uptake

* Corresponding author, Email: agharanjiki@yahoo.com

محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه

اثرات تراکم پیاز مادری و میزان کودهای نیتروژن دار بر عملکرد بذر پیاز سفید ساری

علی چراتی*

^۱ استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

چکیده

الگوی مناسب کاشت سوخ های پیاز مادری و میزان مصرف کود نیتروژن دار از منابع دسترس جهت تولید بذر مرغوب داخلی پیاز سفید ساری به عنوان رقم محلی مازندران از جمله پرسش ها و دغدغه های کشاورزان منطقه می باشد. لذا به منظور بررسی اثرات تراکم پیاز مادری و میزان کودهای نیتروژن دار بر روی برخی صفات مرتبط با عملکرد بذر پیاز سفید ساری، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار و در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی مازندران اجرا شد. فاکتور تراکم پیاز در سه سطح فاصله سوخ ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متر بر روی ردیف و سه سطح نیتروژن خالص به میزان ۳۰، ۴۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از دو منبع اوره و سولفات آمونیوم انجام شد. نتایج نشان داد که می توان با کشت سوخ های با قطر ۵ سانتی متر و با فاصله بوته بر روی ردیف ۳۰ سانتی متر و با فواصل خطوط ۵۰ سانتی متر و با مصرف کود سولفات آمونیوم به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) بیشترین بذر پیاز سفید ساری به میزان ۴۳۲/۷ کیلوگرم در هکتار تولید کرد.

کلمات کلیدی: پیاز خوراکی، تولید بذر، سوخ، کود شیمیایی، مازندران

مقدمه

پیاز سفید ساری از توده های بومی پیاز در ایران است که در استان مازندران مورد کشت و کار قرار دارد و با بازارپسندی بسیار خوب و عمر انباری عالی و با طعم و مزه تند، مناسب منطقه بوده و بر اساس تحقیقات نسبت به بسیاری از ارقام تجارتي موجود در کشور از نظر کمی و کیفی برتری نشان داده است. بنابراین تولید بذر پیاز از رقم های مرغوب محلی در داخل کشور به منظور خودکفایی در این زمینه دارای اهمیت ویژه ای است. پیاز سفید ساری با رنگ پوست و گوشت سفید و با اندازه پیاز از ریز تا متوسط (قطر ۸-۴ سانتی متر) با طول دوره رشد ۱۸۰ روز، از جمله پیازهای روز متوسط با خاصیت انباری بالا و طعم تند می باشد (خراط صادقی، ۱۳۷۹).

پیاز با عملکرد ۴۰ تن در هکتار می تواند معادل ۱۱۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴۵ کیلوگرم P2O5 و ۱۱۵ کیلوگرم K2O از خاک برداشت کند. (بای بوردی و ملکوتی، ۱۳۸۷). Maier و همکاران (۱۹۹۰) گزارش نمودند که با افزایش نیتروژن عملکرد محصول پیاز با کاربرد حداکثر ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بصورت خطی افزایش می یابد. از این سطح کودی به بعد با افزایش ازت عملکرد تغییرات محسوسی نمی یابد. در زمینه تولید بذر پیاز، حداقل فاصله ردیف برای سهولت عملیات زراعی ۵۰ سانتی متر بوده و تا یک متر هم متغیر است. بسته به اندازه پیاز مادری، رقم و شرایط محل کاشت، پیازها را از نزدیک بهم تا حداکثر ۳۰ سانتی متر در روی ردیف قرار می دهند. با توجه به رقابتی که بین گیاهان در تراکم های مختلف کاشت برای جذب نور و مواد غذایی ایجاد می شود، فاصله خطوط کاشت می تواند در تولید بذر پیاز اثرات قابل توجهی داشته باشند. تراکم معمولاً بین ۲۰۰ تا ۵۰ هزار بوته در هکتار، فاصله ردیف ها ۶۰-۲۵ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف ۳۰-۲۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود. تحقیقات نشان داده اند که در تولید بذر پیاز کاهش فاصله بین ردیف ها و همچنین بر روی ردیف ها، موجب افزایش عملکرد بذر می شود (Robinowitch and Brewster, 1990). خدادادی (۱۹۹۰) به منظور دستیابی به بهترین تاریخ کاشت، تراکم بوته و اندازه پیاز مادری و بررسی اثرات آنها در تولید بذر و برخی صفات مرتبط با عملکرد بذر پیاز ری تحقیقی انجام داد و بالاترین عملکرد مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته ۲۰ سانتی متر با اندازه قطر پیاز مادری ۳ سانتی متر بوده است. Cuocolo and Barbieri (۱۹۹۸) طی آزمایش در ایتالیا اثرات ۵ تراکم کاشت (۴، ۶، ۸، ۱۰ و

۱۲ پیاز مادری در مترمربع) و 6 سطح نیتروژن (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) را بر عملکرد بذر پیاز رقم آمپوستا بررسی و گزارش کردند که بیشترین عملکرد بذر (۱۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تراکم بالاتر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. طی آزمایشی که در سودان (Sahar و همکاران، ۲۰۱۵) انجام شد، اثرات سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و فواصل سوخ های پیاز (۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی متر) بر عملکرد بذر پیاز قرمز نشان داد که بیشترین تولید بذر پیاز با استفاده از ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و فاصله سوخ 20 سانتی متر، ۴۵۱/۴ کیلوگرم بذر حاصل شد. محققین در مطالعات خود در سودان (Abu-Sarra، ۲۰۰۷) با استفاده از سوخ های مادری پیاز به قطر ۴۵ تا 55 میلیمتر و 36 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر و با فاصله سوخ پیاز 15 سانتی متر بیشترین بذر پیاز به میزان ۴۵۱ کیلوگرم در هکتار بدست آوردند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل واقع در ۱۰ کیلومتری قائمشهر با مشخصات جغرافیایی ۳۹، ۵۲ طول جغرافیایی و ۴۲، ۳۴ عرض جغرافیایی اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم معتدل با ارتفاع 93 متر از سطح دریا و متوسط بارندگی 800 میلی متر است. خاک قطعه مورد آزمایش تا عمق 30 سانتی متری شامل ۲۶ درصد شن، 38 درصد سیلت و ۳۶ درصد رس بود. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۰/۷۷ دسی زیمنس بر متر، اسیدیته خاک ۷/۵ و میزان کربن آلی خاک ۱/۵ درصد، فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب ۱۲ و ۱۸۰ قسمت در میلیون اندازه گیری شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم و دیسک در شهریور همان سال انجام گرفته و کود مورد نظر قبل از کاشت شامل سولفات پتاسیم به مقدار 150 کیلوگرم در هکتار و ۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار در زمین پخش و سپس اقدام به دیسک زدن گردید. جهت بررسی اثر تراکم بوته توام با تغذیه مناسب، سوخ های پیاز سفید ساری به قطر متوسط 5 سانتی متر انتخاب گردید. کاشت سوخ پیاز در سه سطح با تراکم های (۱۰×۵۰، ۲۰×۵۰ و ۳۰×۵۰ سانتی متر)، نیتروژن خالص در سه سطح به میزان ۳۰، ۴۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از دو منبع اوره و سولفات آمونیوم (با احتساب میزان کودهای پیشنهادی شامل ۶۵، ۸۷ و ۱۰۸ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم در هکتار) به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کود سولفات آمونیوم بصورت کامل قبل از کاشت و کود اوره بصورت تقسیمی که ۱/۲ قبل از کاشت و ۱/۲ در اسفند ماه استفاده شد. کاشت، نیمه دوم دی ماه انجام شد. هر تیمار شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر بفواصل ردیف ۵۰ سانتی متر و فواصل سوخ های پیاز روی ردیف بین ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متر متغیر بود. در طول دوره داشت عملیات مبارزه با علف های هرز در مواقع لزوم انجام گرفت. به دلیل شرایط جوی و نزولات آسمانی آزمایش در شرایط دیم کشت شد و نیازی به آبیاری نبوده است. جهت تعیین عملکرد بذر و شمارش تعداد چتر، نمونه گیری از دو ردیف میانی هر کرت انجام گرفت. هم چنین جهت تعیین اجزا عملکرد از تعداد ده بوته تصادفی نمونه گیری شد و صفاتی از قبیل، ارتفاع ساقه گلدهنده، تعداد ساقه های گل دهنده و قطر گل آذین (چتر) اندازه گیری شد. وزن بذر در گل آذین و وزن هزار دانه محاسبه گردید. برداشت گل آذین زمانی انجام شد که تقریباً 50 درصد کپسول های موجود در چتر رسیده بود. نتایج با استفاده از برنامه آماری Mstatc مورد تجزیه واریانس ساده قرار گرفت و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5% استفاده شد.



شکل ۱. نمایی کلی از پلات های آزمایشی در مزرعه

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها به ترتیب در جدول های ۱ و ۲ نشان داده شد. نتایج نشان داد بیشترین وزن هزار دانه پیاز به میزان ۴/۴۶ گرم در تیمار A3B3C1 و کمترین آن به میزان ۲/۱۸ گرم به تیمار A1B1C1 اختصاص داشت که با یکدیگر تفاوت معنی داری نشان دادند. اگر چه فاکتور نوع کود به تنهایی اجزا عملکرد را تحت تاثیر قرار نداد اما نقش آن در اثرات متقابل با سایر عامل ها تاثیر گذار بود. در تحقیقات انجام شده توسط سایر محققین، بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب مربوط به فاصله های بوته ۱۵ و ۳۵ سانتی متر بوده است (امین پور و مرتضوی بک، ۱۳۸۳). میزان سه صفت وزن بذر در بوته، وزن بذر در گل آذین و عملکرد بذر در هکتار در اثرات متقابل سه گانه تیمار A3B2C2 بیشترین مقدار و در کلاس A قرار گرفتند. کمترین میزان تولید بذر به میزان ۱۱۶/۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار A1B3C2 بود که این موضوع نشان دهنده اهمیت فواصل مناسب بین بوته ها در بهره برداری از نور خورشید و تهویه برای رسیدن به حداکثر تولید می باشد. در تیمار A3B2C2 با کمترین تراکم به میزان ۶۶۶۰۰ بوته پیاز در هکتار و مصرف کود سولفات آمونیم به مقدار ۴۰ کیلوگرم نیترژن خالص بیشترین بذر پیاز به مقدار ۴۳۲/۷ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس عملکرد بذر و سایر اجزا عملکرد پیاز در مازندران

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن بذر در گل آذین	وزن بذر در بوته	عملکرد بذر در هکتار	وزن هزار دانه		
۰/۱۰ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	۲۴۱۳/۰ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۱۵ ^{**}	۳۴/۰۴ ^{**}	۲۳۵۷۰/۷ ^{**}	۹/۲۱ ^{**}	۲	فاصله ردیف (A)
۰/۰۷	۰/۴۷	۲۶۸۱/۶	۰/۰۲	۴	اشتباه
۰/۰۱ ^{ns}	۲/۱۲ [*]	۳۷۴۱/۱ ^{**}	۱/۸۱ ^{**}	۲	میزان کود (B)
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۱۸۴۰۴/۸ [*]	۰/۰۸ [*]	۴	AB
۰/۱۰ ^{**}	۱/۶۵ ^{ns}	۸۵۷۱/۳ ^{ns}	۴/۱۳ ^{**}	۱	نوع کود (C)
۰/۰۱ ^{ns}	۱/۷۴ ^{ns}	۱۱۷۵۹/۶ ^{ns}	۰/۲۱ ^{**}	۲	AC
۰/۰۰ ^{ns}	۱/۶۱ ^{ns}	۱۲۷۱۳/۵ [*]	۰/۳۲ ^{**}	۲	BC
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۱۱۹۸۵/۲ [*]	۰/۶۴۴ ^{**}	۴	ABC
۰/۰۱	۰/۷۰	۵۰۰۵/۴	۰/۰۲	۳۰	اشتباه
۱۷/۸۴	۲۵/۳۶	۲۳/۴۵	۵/۲۰		CV (%)

ns و * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح 5% و 1 درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد بذر و سایر اجزا عملکرد پیاز در مازندران

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	وزن بذر در هکتار (کیلوگرم)	وزن بذر در بوته (گرم)	وزن بذر در گل آذین (گرم)
A1B1C1	۲/۱۸ G	۳۱۷/۴ ABC	۲/۰۸ EF	۰/۵۱ A
A1B1C2	۲/۴۹ DEF	۳۶۰/۳ AB	۲/۶۳ EF	۰/۵۷ A
A1B2C1	۲/۵۱ DEF	۳۷۳/۴ AB	۲/۵۸ EF	۰/۵۵ A
A1B2C2	۲/۷۸ D	۳۷۸/۸ AB	۲/۳۹ EF	۰/۴۹ A
A1B3C1	۲/۴۹ DEF	۲۶۱/۹ BC	۲/۶۱ EF	۰/۵۳ A
A1B3C2	۳/۰۹ C	۱۱۶/۳ D	۱/۱۶ F	۰/۵۸ A
A2B1C1	۲/۳۵ FG	۱۹۷/۰ CD	۱/۹۶ EF	۰/۴۹ A
A2B1C2	۲/۴۴ EFG	۲۴۴/۱ BCD	۳/۱۰ CDE	۰/۴۸ A
A2B2C1	۲/۵۰ DEF	۲۹۳/۶ BC	۲/۹۳ DE	۰/۵۵ A
A2B2C2	۲/۳۳ C	۳۲۲/۹ ABC	۳/۲۲ BCDE	۰/۶۹ A
A2B3C1	۲/۷۱ DE	۲۰۹/۲ CD	۲/۴۲ EF	۰/۶۱ A
A2B3C2	۳/۱۸ C	۳۲۷/۸ ABC	۳/۲۷ BCDE	۰/۷۰ A
A3B1C1	۲/۷۵ D	۲۸۳/۵ BC	۴/۴۱ BCD	۰/۶۴ A
A3B1C2	۴/۱۸ B	۳۶۳/۶ AB	۴/۷۹ B	۰/۷۳ A
A3B2C1	۳/۲۹ C	۳۰۲/۶ ABC	۴/۵۳ BC	۰/۶۸ A
A3B2C2	۴/۲۶ A	۴۳۲/۷ A	۶/۵۳ A	۰/۸۰ A
A3B3C1	۴/۲۶ A	۳۶۴/۲۴ AB	۴/۶۵ BC	۰/۶۹ A
A3B3C2	۴/۱۷ B	۲۸۲/۷ BC	۴/۲۳ BCD	۰/۸۰ A
LSD	۰/۲۶	۱۱۸	۱/۴	۰/۶۰

مطابق آزمون دانکن میانگین‌ها با حروف مشترک تفاوت معنی‌دار آماری ندارند

A: فاصله سوخ پیاز (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متر بر روی ردیف) B: میزان نیتروژن خالص (۳۰، ۴۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) C: نوع کود (اوره و سولفات آمونیوم)

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد با کشت سوخ پیاز به قطر ۵ سانتی متر و با فاصله ۳۰ سانتی متر روی ردیف و ۵۰ سانتی متر بین ردیف و با مصرف کود سولفات آمونیوم به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (معادل با ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص)، بیشترین بذر پیاز سفید ساری به مقدار ۴۳۲/۷ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید.

منابع

امین پور، ر. و ا. جعفری. ۱۳۸۷. اصول و مبانی تولید بذر پیاز. سازمان کشاورزی استان اصفهان. ۶۰ صفحه
 بای بوردی، ا. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۷. تاثیر ازت، آهن، روی، و منگنز بر کمیت و کیفیت پیاز قرمز در آذربایجان. علوم کشاورزی مدرس، شماره دوم، دوره اول. صفحه ۲۵-۱۳



خدادادی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرات پیاز مادری، تراکم بوته و تاریخ کاشت بر صفات کمی و کیفی بذر. پیاز رقم قرمز ری. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان، ص ۲۲۳.

خراط صادقی، ش. ۱۳۷۹. گزارش نهایی، بررسی اثرات تراکم بوته و تاریخ کاشت پیاز سفید ساری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران 23 صفحه.

Abu- Sarra, A.F. 2007. Effects of mother bulb size and nitrogen nutrition on production of red onion seeds at Rahad Scheme. *Acta Horticultureae*.143:99-105.

Cuocolo, L., and Barbieri, G. 1988. The effect of nitrogen fertilization and plant density on seed yield of onion (*Allium cepa* L.). *Rivista Di Agronomia*. Italy. 22:195-202.

Maier, N.A., Duhlenburg, A.P. and T.K. Twigalen. 1990. Effect of nitrogen on the yield and quality of irrigated onion (*Allium cepa* L.). *Australian J. Experimental Agriculture*. 30: 403-409.

Robinowitch, H.D. and Brewster, J. L. 1990. Onions and allied crops. CRC. Press. Vol. 1, 202pp.

Sahar, I.E., Abas Abdelazim, M., Osman, M.E., Abdalla, H. 2015. Effect of nitrogen fertilization and bulb spacing on saggai red onion seed production in Berber area, River Nile State, Sudan. *Sudanese Journal of Agricultural Sciences*. 2:35-43



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Effects of mother bulb density and rate of nitrogen fertilizer on seed yield of Sari white onion

Cherati, Ali *¹

¹Associated Professor of Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

Abstract

The proper pattern of mature onion bulb sowing and nitrogen fertilizer application for producing good seed of Sari onion as a local cultivar of Mazandaran is one of the questions and concerns of farmers in the region. To evaluate the effects of mother bulb density and rate of nitrogen fertilizer on seed yield of Sari white onion a split factorial experiment was conducted in randomized complete blocks design with three replications at Gharakheil research station. Onion bulb density with three levels: 10, 20 and 30 cm on the row and pure nitrogen with three levels: 30, 40 and 50 kg/ha of urea and ammonium sulfate fertilizer was investigated. The results showed that bulb onions with diameter of 5 cm on row spacing and 50 cm in distance rows, and using 200 kg per hectare ammonium sulfate fertilizer, equivalent to 40 kg of pure nitrogen, produced the highest seed of white Sari onion with 432.7 kg/ha.

Keywords: Bulb, Seed production, Chemical fertilizer, Mazandaran, Onion

* Corresponding author, Email: acherati@yahoo.com

Topics	محورها
Water Erosion, Flood , Soil and Water Conservation	فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب
Dust, Environmental Problems and Controlling Methods	گرد و غبار، مسائل زیست‌محیطی و مهار آن
Soil Physics and Plant Growth	فیزیک خاک و رشد گیاه
Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation	تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک
Soil and Climate Change	خاک و تغییر اقلیم
Soil Chemistry	شیمی خاک
Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation	حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای
Soil Biology and Biofertilizers	بیولوژی خاک و کودهای زیستی
Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation	آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی
Soil Genesis and Classification	پیدایش و رده‌بندی خاک
Pedometry and Soil Evaluation	پدومتری و ارزیابی خاک‌ها
Novel Technologies in Soil Science	فناوری‌های نوین در علوم خاک
Soil Quality and Sustainable Soil Management	کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک
Challenges Facing Soil Science Graduates and Users	مسائل اشتغال فارغ‌التحصیلان و بهره‌برداران خاک
Soil, Culture, Art and Clarifying its Importance	خاک، فرهنگ، هنر و ترویج جایگاه آن
Specific Topics	محورهای ویژه
Soil Erosion and Sedimentation in Zanjan's Marl Formations	فرسایش خاک و رسوب در سازندهای مارنی زنجان
Soil and Water Pollution and Crop Health	آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی
The Soltanieh Rangeland and its Remediation	چمنزار سلطانیه و راهکارهای احیاء آن
Waste Management to Reduce Environmental Risks	مدیریت پسماند برای کاهش خطرات زیست‌محیطی



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

عکس‌العمل عملکرد و اجزای عملکرد پنبه به مصرف خاکی کود پتاسیم در غرب استان گلستان

عبدالرضا قرنجیکی^{۱*}، سیده مریم صلاح‌الدین^۲^۱ استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران^۲ دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

چکیده

پتاسیم یک عنصر ضروری اصلی برای گیاه است. به‌علت پیچیدگی زیاد شیمی پتاسیم خاک، پاسخ گیاه به کود پتاسیم در خاک‌های مختلف یکسان نیست، بدین معنی که ممکن است حتی در خاک‌های دچار کمبود پتاسیم، گیاه پاسخی به کود پتاسیم نشان ندهد. در این تحقیق که در فاصله بین سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ به مدت ۶ سال زراعی انجام شد، پاسخ پنبه رقم ساحل به سطوح مختلف کود پتاسیم مورد آزمایش قرار گرفت. سطوح کودی در دو سال زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O بود، اما در بقیه سال‌ها (۱۳۸۸، ۱۳۸۹، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۵)، فقط تیمارهای کودی صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد با اینکه در بعضی سال‌ها مصرف کود پتاسیم منجر به افزایش نسبی عملکرد و بعضی از اجزای عملکرد شد، اما هیچ یک از صفات مورد مطالعه، پاسخ معنی‌داری نسبت به سطوح مختلف کود پتاسیم نشان ندادند. همچنین، علیرغم اینکه سالیانه (حتی در سال‌هایی که آزمایش کودی انجام نشد) حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O به خاک اضافه گردید، اما افزایش قابل توجهی در پتاسیم قابل استفاده خاک مشاهده نگردید. بنابراین لازم است روش‌های دیگر تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه آزمایش شود.

کلمات کلیدی: پنبه رقم ساحل، توصیه کودی، کمبود پتاسیم

مقدمه

تمام گیاهان برای رشد و نمو مطلوب به مقادیر کافی از پتاسیم نیاز دارند. با اینکه این عنصر غذایی از اجزای تشکیل دهنده بافت‌های گیاهی نیست، اما فراوان‌ترین کاتیون معدنی در سلول‌های گیاهی بوده و با اینکه از اجزای تشکیل دهنده ساختار گیاه نیست، اما در فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی متعددی نقش دارد. فعال‌سازی آنزیم‌ها، تنظیم اسمزی سیتوپلاسم، سنتز کربوهیدرات‌ها، انتقال آمینواسیدها در گیاه، متابولیسم پروتئین و فرآیندهای فتوسنتزی، بعضی از وظایف پتاسیم در گیاه است (Oosterhuis و همکاران، ۲۰۱۳).

پتاسیم عنصر غذایی بسیار مهمی در تولید پنبه بوده و تاثیر مستقیمی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارد. به دلیل تراکم ریشه‌ای پایین گیاه پنبه، ظرفیت جذب پتاسیم آن از خاک در مقایسه با اکثر گیاهان زراعی، مخصوصاً گیاهانی که به صورت ردیفی کشت می‌شوند، کمتر است بنابراین، کمبود پتاسیم در پنبه در مقایسه با گیاهان زراعی دیگر شیوع بیشتری داشته و با شدت بیشتری نیز رخ می‌دهد و کمبود خفیف تا شدید آن در بیشتر اراضی زیر کشت پنبه در دنیا وجود دارد (Kerby and Adams, 1985).

تحقیقات نشان داده است که شیمی پتاسیم در خاک و پاسخ گیاه به کودهای پتاسیم موضوع ساده و دارای جواب قابل انتظاری نیست. برای مثال، Cassman و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که پاسخ گیاه به کود پتاسیم حتی در خاک‌هایی که براساس نتایج آزمون خاک، محدودیتی در عرضه پتاسیم قابل جذب ندارند، دیده می‌شود. در خاک‌های شدیداً تخلیه شده از پتاسیم، مخصوصاً اگر آنها ظرفیت و قدرت تثبیت پتاسیم زیادی داشته باشند، احتمال پاسخ گیاه به کودهای پتاسیم در این خاک‌ها بسیار ضعیف است و باید از روش‌های دیگری برای تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه استفاده نمود. در زراعت پنبه نیز با اینکه در خاک‌های دچار کمبود پتاسیم انتظار می‌رود که افزایش کود پتاسیم منجر به افزایش عملکرد شود، اما نتایج در خاک‌های مختلف، متفاوت است (Howard و همکاران ۱۹۹۸). نتایج تحقیقات مختلف درباره حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده خاک در مناطق مختلف پنبه‌کاری دنیا یکسان نیست. به‌عنوان مثال، براساس راهنمای توصیه کودی اراضی پنبه‌کاری ایالت آریزونا آمریکا، اگر پتاسیم قابل استخراج خاک با اسات آمونیوم یک نرمال، بیشتر از ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، به احتمال زیاد، خاک قادر به تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه بوده و نیازی به مصرف

کود پتاسیم نیست (Silvertooth and Galadima, 2002)، اما نتایج یک آزمایش چهار ساله در ایالت آرکانزاس نشان داده است که این سطح بحرانی پتاسیم، برای همه خاک‌های آمریکا قابل تعمیم نیست (Coker and Oosterhuis, 2003). استان گلستان یکی از مناطق مهم پنبه‌کاری کشور می‌باشد. در اکثر اراضی نیمه غربی استان، پتاسیم قابل استفاده خاک از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. حتی خاک‌های واقع در غرب شهرستان کردکوی دچار کمبود شدید پتاسیم هستند (روشنی و قرنجیکی، ۱۳۹۳). لذا در این تحقیق مزرعه‌ای، پاسخ گیاه پنبه به پتاسیم در سال‌های مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سه دوره زمانی شامل ۱۳۸۹-۱۳۸۶، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات پنبه کارکنده واقع در ۳۵ کیلومتری غرب شهرستان گرگان (۷ کیلومتری غرب شهرستان کردکوی) با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی با ارتفاع متوسط ۱۱ متر از سطح آزاد دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۶۰۰-۵۵۰ میلی‌متر، رطوبت نسبی ۶۵-۵۰ درصد، متوسط حداکثر حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد اجرا گردید. در هر سال قبل از کشت، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری قطعه آزمایشی، نمونه مرکب خاک تهیه شده و جهت آزمون خاک به آزمایشگاه ارسال و نیاز کودی (به‌غیر از کود پتاسیم) براساس نتایج آزمون خاک صورت گرفت. در هر سال، آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف کاشت به فواصل ۸۰ سانتی‌متر، طول ۶ متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. رقم پنبه مورد استفاده برای کشت، رقم تجاری ساحل بود. در دو سال زراعی ۸۶ و ۸۷، تیمارهای کود پتاسیم شامل سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع کلرور پتاسیم بود، اما چون در این دوسال، پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نسبت به سطوح مختلف پتاسیم معنی‌دار نبود، بنابراین در سال‌های زراعی ۱۳۸۸، ۱۳۸۹، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۵، سطوح کودی ۵۰ و ۱۰۰ حذف و فقط تیمارهای کودی شاهد (صفر) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O مورد استفاده قرار گرفت. تمام کود پتاسیم در همه تیمارها به‌صورت پخشی و قبل از کشت به خاک اضافه گردید. بالاترین سطح کود پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) مطابق با توصیه کودی منطقه بود، اما عرف زارعین منطقه حداکثر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O می‌باشد. این در حالی است که اکثر کشاورزان منطقه نه تنها در زراعت پنبه، بلکه در تمام محصولات زراعی به‌غیر از زراعت سیب زمینی، هیچ نوع کود پتاسیمی استفاده نمی‌کنند. قبل از کشت پنبه از علفکشی پیش روی ترفلان (تری‌فلورالین) برای کنترل علف‌های هرز استفاده گردید. بذور پنبه نیز قبل از کشت با سم قارچ‌کش کاربوکسین تیرام ضد عفونی شدند. سایر عملیات زراعی از قبیل تنک کردن بوته‌ها، وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات بر حسب نظر کارشناسی اعمال گردید. محصول پنبه (وش) در دو چین برداشت شد. خط اول و آخر هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و اندازه‌گیری‌ها از چهار ردیف باقی‌مانده و با حذف بوته اول و آخر آنها (اثر حاشیه‌ای) انجام گردید. محصول پنبه در دو چین برداشت گردید. همزمان با چین اول، تعداد ۲۰ غوزه به‌طور تصادفی برداشت و میانگین وزن آنها ثبت شد. همچنین قبل از چین اول، تعداد ۵ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و میانگین ارتفاع بوته و تعداد غوزه در بوته آنها یادداشت گردید. زودرسی محصول بر اساس عملکرد چین اول به عملکرد کل محاسبه گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.



شکل ۱. نمایی از یک کرت آزمایشی در دوره رشد رویشی

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در سال‌های مختلف آزمایش در جدول (۱) ارائه گردیده است. بر این اساس، خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت مناسب برای کشت پنبه، بوده و فقد شوری است. همچنین، ماده آلی در حد متوسط تا نسبتاً کم و اسیدیته آن نیز کمی قلیایی بود. در تمام سال‌های تحقیق، خاک مزرعه در دامنه کمبود پتاسیم قرار داشت.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

سال آزمایش	بافت خاک	شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پ.هاش	کربن آلی (در صد)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۱۳۸۶	لوم سیلتی	۱۲	۷۲	۱۶	۱/۳۵	۷/۹	۰/۹۸	۷/۴	۱۲۱
۱۳۸۷	لوم سیلتی	۱۰	۷۲	۱۸	۱/۲۴	۷/۹	۱/۱۶	۱۰/۰	۹۸
۱۳۸۸	لوم سیلتی	۱۰	۷۶	۱۴	۰/۸۵	۸/۰	۱/۰۱	۷/۹	۱۲۸
۱۳۸۹	لوم سیلتی	۸	۷۶	۱۶	۱/۰۲	۷/۹	۱/۰۸	۸/۴	۱۱۴
۱۳۹۲	لوم سیلتی	۱۲	۷۴	۱۴	۱/۷۶	۸/۱	۱/۱۵	۷/۰	۱۳۱
۱۳۹۵	لوم سیلتی	۸	۷۸	۱۴	۱/۴۵	۷/۹	۱/۲۰	۸/۲	۱۲۰

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در هیچ یک از سال‌های اجرای آزمایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین، اثر بلوک نیز بر این صفات در تمام سال‌های آزمایش فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بود.

در جداول ۲ تا ۷، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در سطوح مختلف پتاسیم و در سال‌های مختلف آزمایش آورده شده است. همانطور که در این جداول مشاهده می‌شود، با اینکه پنبه در تمام سال‌ها نسبت به کود پتاسیم پاسخ معنی‌داری نشان نداد، اما بیشتر صفات مورد مطالعه پنبه مخصوصاً عملکرد کل، به‌طور نسبی تحت تاثیر افزایش کود پتاسیم قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، در سال‌های ۸۶، ۸۸ و ۹۲، با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم، عملکرد کل پنبه حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد (بدون کود پتاسیم) افزایش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد که در سطوح کودی بیشتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، احتمال پاسخ گیاه نسبت به کود پتاسیم وجود دارد، هرچند که مقادیر خیلی زیاد کودهای شیمیایی هم از نظر مخاطرات محیط‌زیستی و هم از نظر بازده اقتصادی، چندان قابل توجیه نیست.

در این تحقیق، با اینکه پتاسیم قابل جذب خاک بسیار پایین بوده و انتظار می‌رفت که پنبه به کود پتاسیم پاسخ مثبت نشان دهد، اما چنین نتیجه‌ای حاصل نشد. عدم پاسخ پنبه به کود پتاسیم در این تحقیق ممکن است که مربوط به تثبیت پتاسیم توسط کانی‌های خاک باشد، زیرا با اینکه در محل انجام این تحقیق، حداقل در یک دهه گذشته (حتی در سال‌هایی که آزمایش کودی پتاسیم انجام نشده است)، سالیانه حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات یا کلرور پتاسیم به خاک اضافه شده است، اما پتاسیم قابل استفاده خاک افزایش چندان نداشته است (جدول ۱). صلاحی فراهی و سعادت پورمقدم (۱۳۹۱) نیز آزمایش مشابهی را در محل انجام این تحقیق (ایستگاه تحقیقات پنبه کارکنده) در کرت‌های دائم و به‌مدت ۶ سال (از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۲) انجام دادند و گزارش کردند که اختلاف عملکرد و اجزای عملکرد بین سطوح صفر و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین در پایان ۶ سال، تغییرات پتاسیم قابل استفاده خاک چندان قابل توجه نبوده است.

تثبیت پتاسیم به‌وسیله کانی‌های خاک پدیده‌ای است که قابل دسترسی و جذب پتاسیم خاک به‌وسیله ریشه‌های گیاه را کاهش می‌دهد. این فرآیند یکی از دلایل اصلی و مهم عدم پاسخ گیاه به پتاسیم در خاک‌های دچار کمبود این عنصر می‌باشد. در خاک‌هایی که مقادیر قابل توجهی کانی‌های تثبیت‌کننده پتاسیم وجود دارد، هرچه پتاسیم بیشتری به خاک اضافه شود، تثبیت پتاسیم نیز به وسیله آنها افزایش می‌یابد (Mustcher, 1995). در نتیجه، بخش کمتری از پتاسیم اضافه شده به خاک، در طول فصل رشد در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Scotto and Smith, 1987). به‌عبارت دیگر، هنگامی که کود پتاسیمی به خاک افزوده می‌شود، بخشی از این پتاسیم توسط کانی‌های خاک تثبیت و غیرقابل تبادل می‌شود. از طرف دیگر، مشاهده شده است که در خاک‌هایی که تخلیه پتاسیم نشان می‌دهند، تأمین پتاسیم برای گیاه در آنها تنها از طریق اضافه نمودن به خاک ممکن است تأثیر قابل زیادی در افزایش محصول نداشته باشد (Howard و همکاران، ۱۹۹۸). به‌عبارت دیگر در چنین خاک‌هایی، پتاسیم اضافه شده می‌تواند در مکان‌های تخلیه شده جایگزین شده و به شکل تثبیت شده درآیند. این پتاسیم تثبیت شده معمولاً قابل استفاده گیاه نیست (Sposito, 2008).



کانی‌های میکا، ایلایت و اسمکتیت‌ها محل‌هایی با انرژی زیاد برای تثبیت پتاسیم دارند. اما چون در کانی‌های مونتموریلونیت و کائولینیت محل‌های پراثری جذب پتاسیم کم است، تثبیت پتاسیم آنها پایین می‌باشد (Mustcher, 1995). مطالعات کانی‌شناسی محل انجام این آزمایش نشان داده است که اسمکتیت و ایلایت، کانی‌های غالب بوده و در بعضی خاک‌ها، مجموع آنها حتی به بیش از ۷۵ درصد نیز می‌رسد (لیاقت، ۱۳۸۹). بنابراین به دلیل تثبیت پتاسیم اضافه شده به این خاک‌ها به وسیله رس‌های سیلیکات لایه‌ای اسمکتیت و ایلایت، احتمال تثبیت پتاسیم و عدم پاسخ گیاه به کود پتاسیم محتمل است. جعفرنژادی (۱۳۹۲) و Khader و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابه با این یافته را گزارش کرده‌اند. بنابراین در خاک‌هایی که کمبود پتاسیم نشان می‌دهند، ممکن است که مصرف خاکی کود پتاسیم به علت تثبیت آن در خاک، تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد محصول نداشته باشد و برای تامین پتاسیم مورد نیاز گیاه باید از روش‌های دیگری استفاده شود (Mozaffari و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در سال ۱۳۸۶

سطوح کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (گرم)	عملکرد چین اول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد کل (کیلوگرم بر هکتار)	زودرسی (درصد)
صفر	۱۱/۴	۵/۶۵	۱۹۴۱	۲۶۲۳	۷۴
۵۰	۱۴/۲	۵/۷۴	۱۹۴۸	۲۹۴۶	۶۶
۱۰۰	۱۴/۲	۵/۸۸	۱۸۸۲	۲۸۳۷	۶۶
۱۵۰	۱۳/۸	۶/۰۸	۲۱۰۸	۲۹۹۸	۷۰

- اعداد هر ستون تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
- سطوح کود پتاسیم (تیمارها) بر اساس کیلوگرم در هکتار K_2O می‌باشد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در سال ۱۳۸۷

سطوح کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (گرم)	عملکرد چین اول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد کل (کیلوگرم بر هکتار)	زودرسی (درصد)
صفر	۱۳/۲	۶/۱۰	۲۰۵۸	۲۸۸۵	۷۱
۵۰	۱۵/۶	۵/۸۳	۱۷۷۵	۲۵۸۶	۶۹
۱۰۰	۱۲/۸	۶/۲۴	۲۱۶۹	۳۰۶۹	۷۱
۱۵۰	۱۴/۴	۵/۵۳	۱۹۶۰	۲۷۴۳	۷۲

- اعداد هر ستون تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
- سطوح کود پتاسیم (تیمارها) بر اساس کیلوگرم در هکتار K_2O می‌باشد.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در سال ۱۳۸۸

سال زراعی	سطوح کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غوزه در بوته	وزن غوزه (گرم)	عملکرد چین اول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد کل (کیلوگرم بر هکتار)	زودرسی (درصد)
۱۳۸۸	صفر	۱۶/۷	۵/۷۵	۲۲۴۲	۳۶۷۸	۶۱
	۱۵۰	۱۵/۲	۵/۹۵	۱۹۳۶	۳۳۰۰	۵۹
۱۳۸۹	صفر	۱۵/۰	۵/۹۶	۲۲۳۶	۳۳۴۶	۶۷
	۱۵۰	۱۳/۹	۶/۲۱	۲۳۰۴	۳۲۸۰	۷۰
۱۳۹۲	صفر	۱۳/۱	۷/۱	۲۳۴۶	۲۶۶۹	۸۸
	۱۵۰	۱۶/۲	۶/۹	۲۴۶۵	۳۰۶۹	۸۰
۱۳۹۵	صفر	۱۴/۴	۶/۶	۲۰۴۸	۲۷۹۵	۷۳
	۱۵۰	۱۵/۹	۶/۲	۲۲۳۰	۲۹۱۱	۷۷

- در هر سال، تفاوت آماری معنی‌داری بین دو سطح کود در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت.
- سطوح کود پتاسیم (تیمارها) بر اساس کیلوگرم در هکتار K_2O می‌باشد.



نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که علیرغم پایین بودن پتاسیم قابل استفاده خاک در محل اجرای این آزمایش، مصرف کود پتاسیم تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O ، تاثیری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نداشت. به نظر می رسد که ظرفیت تثبیت پتاسیم در این خاکها به حدی است که حتی مصرف سالیانه و متعارف کود پتاسیم نیز تاثیر چندانی در افزایش پتاسیم قابل استفاده خاک ندارد. هرچند ممکن است با سطوح کودی بالاتر بتوان عملکرد گیاه را افزایش داد، اما از نظر ملاحظات محیط زیستی و بازده اقتصادی کود، شاید مصرف زیاد کودهای پتاسیمی قابل توجه نباشد. بنابراین در این خاکها، استفاده از روشهای دیگری برای مدیریت مصرف پتاسیم مثل محلول پاشی یا استفاده از موادی که تثبیت پتاسیم را کاهش دهد، می تواند مورد مطالعه قرار بگیرد. کشت ارقامی که کارایی بالایی در استفاده پتاسیم دارند، راهکار دیگری در این زمینه می باشد.

منابع

- جعفرزادی، ع. ۱۳۹۲. بررسی واکنش عملکرد نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) به منابع مختلف کودهای پتاسیمی. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۵ (۱۹)، ۶۱-۷۱.
- روشنی، ق. و قرنجیکی، ع. ۱۳۹۳. تهیه نقشه های رقومی حاصلخیزی خاک برای مراکز خدمات کشاورزی استان گلستان با استفاده از روش کریجینگ. مجله مهندسی زراعی، ۳۷ (۲)، ۸۷-۹۹.
- صلاحی فراهی، م. و سعادت پورمقدم، م. ۱۳۹۱. بررسی امکان غنی سازی پتاسیم در خاکهای منطقه کردکوی - استان گلستان و تأثیر آن بر پنبه در کرت های دائم. مجموعه مقالات دومین همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان روغنی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، اول آبان ماه.
- لیاقت، م. ۱۳۸۹. مطالعه میکروسکوپی تخلخل خاک و کانی شناسی رس ها و ارتباط آن با درجه فراهمی پتاسیم در خاکهای با رس های متفاوت در استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۲۱ ص.
- Cassman, K. G., Roberts, B. A., Kerby, T. A., Bryant, D. C. and Higashi, S. L. 1989. Soil potassium balance and cumulative cotton response to annual potassium additions on a vemiculitic soil. *Soil Science Society of American Journal*, 53, 805-812.
- Coker, D. L. and Oosterhuis, D. M. 2003. A four-year study of cotton yield response to potassium nutrition with or without irrigation. In: *Arkansas soil fertility studies, research series 502*, Slaton, N. A., Eds., University of Arkansas, USA, 25-27.
- Howard, D. D., Gwathmey, C. O., Roberts, R. K. and Lessman, G. M. 1998. Potassium fertilization of cotton produced on a low K soil with contrasting tillage system. *Journal of Production Agriculture*, 11, 74-79.
- Kerby, T. A. and Adams F. 1985. Potassium nutrition of cotton. In: *Potassium in agriculture*, Munson, R. D., Eds., ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, 843-860
- Khader, M. S., Negm, A. R., Khalil, F. A. and Antoun, L. W. 2004. Effect of potassium chloride in comparison with potassium sulfate on sugar cane production and some soil chemical properties under Egyptian conditions, IPI regional workshop on potassium and fertigation development in West Asia and North Africa, Rabat, Morocco, 24-28 November.
- Mozaffari, M., Henslee, M. A., Slaton, N. ., Evans, E., McConnell, J. S. and Kennedy, C. 2002. Cotton Response to Potassium and Phosphorus Fertilization in a Silt Loam. In: *Arkansas soil fertility studies, research series 502*, Slaton, N. A., Eds., University of Arkansas, US, 50-53.
- Mustscher, H. 1995. Measurement and assessment of soil potassium (completely revised version). *International Potash Institute Research Topics No.4.*, IPI publications, Horgen, Switzerland, 102 p.
- Oosterhuis, D. M., Loka, D. and Raper, T. 2013. Potassium and stress alleviation: Physiological functions and management. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176, 331-343.
- Scott, A. D. and Smith, S. J. 1987. Sources, amounts and forms of alkali elements in soils. *Advanced in Soil Science*, 6, 101-147.
- Silvertooth, J. C. and Galadima, A. 2002. Evaluation of potassium fertility in a common agricultural soil of Arizona. *Arizona cotton report*, no. AZ1283, Series P-130, University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences, US, 6 P.
- Sposito, G. 2008. *The chemistry of soils*. 2nd editin. Oxford univesrsity press. New York, USA, 344 P.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Response of yield and yield components of cotton to soil Application of potassium fertilizer in west of Golestan province

Gharanjiki¹, A. Salaheddin², S. M.

¹ Assistant Prof., Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

² PhD. Student, Soil Science Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

Potassium (K) is a major essential element for plant. Soil K chemistry is extremely complex. Because of high complexity of soil K chemistry, plant response to K fertilizer is not the similar in different soils. It means that the plant may not respond to K fertilizer, even in K-deficient soils. During 2007-2016, an experiment was conducted for six cropping year to study the response of cotton *cv.* Sahel to different levels of K fertilizer. In years 2007 and 2008, fertilizer levels were zero, 50, 100 and 150 kg K₂O ha⁻¹, but fertilizer treatments were only 0 and 150 kg K₂O ha⁻¹ in other years (2009, 2010, 2013 and 2016). The results showed that the effect of K treatments on yield and yield components of cotton was not significant, although at some years, increasing K fertilizer slightly enhanced some cotton traits like seed cotton. Despite the adding annually K₂O nearly 100 kg ha⁻¹ to soil (even in the years without fertilizer testing), there was not observed significantly increasing on available K in the soil. Therefore, it needs to be assayed the other methods of supplying required K of plant.

Keywords: Cotton *vs.* Sahel, Fertilizer recommendation, Potassium deficiency

* Corresponding author, Email: agharanjiki@yahoo.com