



دانشگاه ولی عصر



مجموعه مقالات چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۶ تا ۱۸ شهریور ۱۳۹۴ - دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

کنگره خاک ایران چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

14th Iranian
Soil Science Congress
2015
the International
Year of Soil



محورهای کنگره

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



مقاله نامه

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

جلد چهارم: فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

برگزار کننده:

دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۱۶ تا ۱۸ شهریور ۱۳۹۴

نام کتاب: مقاله نامه چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران- جلد چهارم: فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

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

فهرست مقالات جلد چهارم

- سخن دبیر..... ۱۲
- اسامی کمیته‌ی علمی..... ۱۳
- مقایسه کارایی انواع مدلها در تشریح مناطق مختلف منحنی رطوبتی خاک ۷۰۶۳۵..... ۱۴
- بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر شاخص‌های کیفیت شیمیایی خاک ۷۰۶۸۹..... ۱۹
- تعیین تراکم درز و شکاف خاک به وسیله نرم‌افزار ۷۰۹۱۸ GSA Image Analyser..... ۲۳
- تغییر اقلیم و نقش مدیریت پایدار خاک در مقابله با آن ۷۰۹۸۵..... ۲۷
- ارزیابی برخی ویژگی‌های کیفیت آب آبیاری برای پسته در منطقه رفسنجان ۷۲۴۰۹..... ۳۲
- تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به کمک روشهای شبکه عصبی مصنوعی، ادغام شبکه عصبی مصنوعی - الگوریتم ژنتیک و رگرسیون ۷۲۸۱۰..... ۳۸
- بررسی پارامترهای رسوب‌شناختی رسوبات شنی جنوب نیشابور ۷۳۰۶۴..... ۴۲
- کاربرد همزمان پساب و باکتری باسیلوس و نقش آن بر هدایت هیدرولیکی خاک ۷۳۷۰۴..... ۴۶
- بررسی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و رواناب سطحی در منطقه نیمه‌خشک ۷۴۰۲۴..... ۵۰
- اثر گونه‌های گیاهی قبیچ و درمنه‌دشتی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های رویشگاه آنها ۷۵۴۱۱..... ۵۵
- توزیع مکانی و زمانی نرخ فرونشست ذرات معلق اتمسفری در استان خراسان رضوی ۷۶۸۹۴..... ۵۹
- تأثیر بیوجار و کمپوست باگاس نیشکر بر کربن آلی و حدود خمیرایی خاک ۷۷۱۲۱..... ۶۴
- تلفات خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ۷۷۱۹۷..... ۶۸
- تأثیر کاربرد کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک ۷۷۲۳۰..... ۷۲
- شناسایی مناسب‌ترین شاخص‌های منابع رسوب محوطه دانشگاه شهرکرد به روش رگرسیون خطی گام به گام ۷۷۳۱۰..... ۷۵
- تأثیر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک بر روی حدود پایداری خاک‌های شالیزاری استان گیلان ۷۷۵۹۱..... ۷۹
- کاربرد مدل پویایی سیستم در شبیه‌سازی فرسایش خاک ۷۸۴۶۶..... ۸۳

- ۸۹.....۷۹۷۶۴..... بررسی اثرات تعداد نمونه و روش درونیابی بر صحت ارزیابی تغییرات مکانی پتاسیم در خاک
- ۹۵.....۸۱۱۶۳..... اثر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب و عملکرد سه رقم آفتابگردان در اصفهان
- ۹۹.....۸۲۸۷۸..... بررسی تأثیر انواع زیرشکن با فواصل مختلف بر روی کاهش فشردگی خاک در عملیات بازرویی مزارع نیشکر
- ۱۰۴.....۸۳۹۵۴..... تأثیر طول کرت بر رواناب سطحی در زمین شیب‌دار در منطقه نیمه خشک
- ۱۰۸.....۸۴۱۷۲..... تأثیر اندازه و عمق جایگذاری بقایای گیاهی بر معدنی شدن کربن آلی
- ۱۱۴.....۸۴۱۷۷..... ارزیابی راندمان کاربرد آب در مزرعه با آبیاری سطحی در مزارع استان آذربایجان غربی
- ۱۲۱.....۸۴۳۳۶..... کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی عملکرد یونجه
- ۱۲۶.....۸۵۸۱۸..... اثر کود دامی و ورمی کمپوست حاصل از آن بر ضرایب برخی معادلات نفوذ آب به خاک
- ۱۳۱.....۸۶۳۱۶..... انتخاب ترکیب اولیه ردیاب‌ها به روش آزمون مقایسه میانگین‌ها جهت تفکیک منابع رسوبات محوطه دانشگاه شهرکرد
- ۱۳۴.....۸۷۸۲۵..... تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک در تنگه دالاب استان ایلام
- ۱۳۹.....۸۹۲۵۰..... بررسی تغییرات مکانی ضرایب برخی معادلات نفوذ آب به خاک
- ۱۴۴.....۸۹۵۶۴..... بررسی تأثیر دو گونه گیاه مرتعی بر پایداری و ثبات خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: خراسان جنوبی)
- ۱۴۹.....۸۹۵۷۵..... بررسی اثر روش‌های تسطیح لیزری و معمولی بر خواص فیزیکی و مکانیکی خاک و کارایی مصرف آب در گندم
- ۱۵۳.....۸۹۸۱۱..... بررسی تأثیرات ویژگی‌های خاکی بر نوع و پوشش گیاهی در بخشی از مراتع باجگیران خراسان شمالی
- ۱۵۸.....۹۰۰۶۹..... مقایسه روش‌های رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی در برآورد پتانسیل تولید منطقه خواجه برای تیپ بهره‌وری جو
- ۱۶۲.....۹۰۱۰۶..... بررسی تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در سه رقم گوجه فرنگی بر خصوصیات کیفی خاک
- ۱۶۷.....۹۰۷۸۸..... بررسی نوع کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک
- ۱۷۱.....۹۰۹۴۷..... بررسی اثر جاذب‌های مختلف بر بعضی ویژگی‌های ذرت
- ۱۷۵.....۹۱۷۳۹..... بررسی تأثیر پالیگورسکیت و بنتونیت‌در مخلوط با شن بر حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری
- ۱۸۱.....۹۲۲۲۳..... پیش‌بینی حداکثر دمای سطح خاک به روش شبکه عصبی مصنوعی در اراضی دشت سیستان

- اندازه گیری کربن خاک با استفاده از point spectroscopy و hyperspectral imaging ۹۲۶۲۹ ۱۸۶
- تاثیر اسید های آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر آب گریزی خاک در یک خاک آهکی ۹۲۶۸۴ ۱۸۹
- بررسی کارایی مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی مقدار پروتئین اندام هوایی دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تنش کادمیوم ۹۴۱۳۵ ۱۹۳
- اثر ورمی کمپوست و پومیس بر درصد پایداری خاکدانه ها در سه خاک لوم شنی، لومرسی و لومسیلتی ۹۴۷۰۱ ۱۹۸
- تعیین حد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد رونا س در شرایط مزرعه ای ۹۵۸۳۳ ۲۰۳
- انبوهش زدائی مکانی نقشه ی سنتی خاک با استفاده از رگرسیون لجستیک چند کلاسه و درختان طبقه بندی (مطالعه موردی: زیرحوضه آبخیز مرک در استان کرمانشاه) ۹۶۲۰۷ ۲۰۸
- تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد بذر و اسانس گیاه رازبانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) ۹۶۳۳۷ ۲۱۳
- بهینه سازی روش های آبیاری رایج درختان پسته در راستای افزایش بهره وری مصرف آب ۹۶۷۴۵ ۲۱۷
- مقایسه آلودگی آب سطحی و زیرسطحی در یک خاک لوم شنی ۹۶۹۷۶ ۲۲۱
- بررسی پاشمان ذرات اولیه خاک تحت تأثیر شیب با استفاده از باران های شبیه سازی شده ۹۹۳۸۰ ۲۲۵
- تأثیر جهت و موقعیت روی شیب بر برخی از ویژگی های خاک در منطقه نیمه خشک ۹۹۵۸۹ ۲۲۹
- بررسی پتانسیل روانگرایی خاک: مطالعه موردی ساختگاه پروژه آشیانه باند و پد بالگرد پایگاه امداد هوایی هلال احمر استان کردستان ۹۹۹۹۴ ۲۳۳
- اثر آلودگی سرب روی خصوصیات فیزیکی خاک های زئولیتی و بنتونیتی ۱۰۴۰۳ ۲۳۸
- معرفی مالچ جدید و سازگار با محیط زیست PistachioPAM برای تثبیت ماسه های روان ۱۴۷۷۴ ۲۴۴
- تشکیل خاکدانه های بزرگتر از ۴ میلی متر در پاسخ به افزودن ماده آلی و قارچ تریکودرما ۱۷۳۱۴ ۲۵۰
- بررسی تأثیر غلظت های مختلف پتاسیم بر روی مقادیر مقاومت فروروی خاک و پایداری خاکدانه ها ۱۷۳۶۸ ۲۵۴
- بررسی تولید رواناب در خاک های با بافت مختلف با استفاده از شبیه ساز باران ۱۸۹۳۳ ۲۵۹
- نقش جنگل زدایی و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک های جنگل های ارسباران (منطقه گرمنا ب) ۲۱۵۲۵ ۲۶۳
- پیامد آبیاری با پساب تصفیه شده بر آب گریزی و جذب پذیری خاک فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه اصفهان ۲۱۷۱۶ ۲۶۸
- تاثیر نوع کاربری زمین بر برخی از ویژگی های کیفی خاک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز لردگان) ۲۲۲۰۹ ۲۷۳

- ضعف مدل آریا-پاریس در تخمین منحنی رطوبتی در خاک‌هایی با توزیع دو نمایی اندازه ذرات ۲۴۰۷۹.....۲۷۸
- بررسی تغییر پذیری مکانی و توزیع آماری خصوصیات هیدرولیکی خاک ۲۴۴۲۶.....۲۸۳
- اثر منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم در سطوح مختلف فشردگی خاک ۲۵۸۲۸.....۲۸۸
- راهکارهای کنترل گردوغبار دریاچه ارومیه با استفاده از مطالعات تطبیقی دریاچه آونز در آمریکا ۲۶۲۲۷.....۲۹۳
- تأثیر ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک در واحدهای ژئومورفولوژی بادی گوناگون در بخشی از دشت رفسنجان بر پایداری خاک‌دانه‌ها ۲۹۰۶۰.....۳۰۲
- عملکرد واجزای عملکرد گندم دیم با استفاده از پلیمر سوپر جاذب ۲۰۰A ۲۹۷۶۸.....۳۰۷
- ارزیابی روند بیابان زایی با توجه به معیار آب بر اساس مدل IMDPA (مطالعه موردی جنوب سمنان) ۲۹۸۵۳.....۳۱۲
- بررسی اثر توزیع اندازه ذرات بر پارامترهای منحنی انقباض و ضریب انبساط خطی خاک در مقیاس حوضه آب‌خیز (مطالعه موردی: منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری) ۳۲۵۴۷.....۳۱۵
- ارزیابی دامنه ابعاد فراکتالی و دقت مدل‌های گوناگون توزیع اندازه ذرات و خاکدانه‌های ریز و درشت ۳۲۵۹۸.....۳۲۰
- تعیین فرسایش‌پذیری خاک در منطقه تسوج با استفاده از نمودار شمال غرب ایران ۳۳۰۴۶.....۳۲۵
- بررسی پلیمر سوپر جاذب ۲۰۰ A بر جذب آب با هدایت الکتریکی مختلف ۳۳۴۳۲.....۳۲۸
- ارزیابی مدیریت های آبیاری باغات پسته منطقه اردکان ۳۴۰۵۰.....۳۳۲
- تأثیر کاربری‌های مختلف بر کیفیت خاک در منطقه خشک منظره‌ی شهرضا، اصفهان ۳۴۰۸۳.....۳۳۵
- تکنیک‌های نوین ارتقاء مقیاس سنجش از دور در بازیابی رطوبت خاک ۳۴۵۳۴.....۳۳۹
- بررسی پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از مدل‌های فرکتالی ۳۴۶۲۳.....۳۴۴
- بررسی قابلیت تولید جریان سطحی بین شیارها طی بارندگی در خاک‌های با بافت مختلف ۳۴۸۴۹.....۳۴۷
- تأثیر کیفیت آب آبیاری بر پایایی یک خاک لومرسی ۳۵۵۳۷.....۳۵۲
- تأثیر استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده شهری بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی در دو بافت مختلف ۳۶۳۴۱ ۳۵۶.....۳۵۶
- کارایی فازی ممدانی در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از بعد فرکتال ۳۶۶۵۶.....۳۶۱
- مطالعه رابطه بین نفوذ آب باران و مقدار رطوبت اولیه در خاک‌های بافت مختلف ۳۷۵۳۸.....۳۶۶

- مقایسه مدل سازی ارتفاع درختچه بادام کوهی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چند متغیره ۳۸۱۷۴.....۳۷۰
- پیش بینی جریان رودخانه با استفاده از روش K - نزدیک ترین همسایگی ۳۸۲۵۴.....۳۷۵
- ارزیابی اثر بقایای گیاه فسکیوی بلند در حضور و عدم حضور اندوفیت بر پایداری ساختمان خاک های با بافت متفاوت به روش HEMC ۳۹۶۵۱.....۳۸۱
- تاثیر خاکپوش پومیس بر میزان رطوبت خاک ۳۹۸۵۹.....۳۸۶
- مقایسه و ارزیابی دو مدل برآورد کننده منحنی رطوبتی از داده های توزیع اندازه ذرات خاک ۳۹۹۷۷.....۳۸۹
- اثر شوری و بقایای پسته بر پایداری خاکدانه ها در خاک های آهکی با بافت مختلف ۳۹۹۸۲.....۳۹۳
- بررسی تغییرات کیفیت خاک سطحی در مدیریت های زراعی گوناگون در منطقه فارس استان چهارمحال و بختیاری ۴۰۲۰۳...۳۹۸
- تحلیل حساسیت نفوذ آب به خاک نسبت به پارامترهای هیدرولیکی با استفاده از نرم افزار ۴۰۹۳۸ HYDRUS-۲D/۳D.....۴۰۳
- تعیین کارایی مصرف آب وهیدرومدول آبیاری با استفاده از لایسیمترهای زهکش دار ۴۱۲۰۳.....۴۰۸
- برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک با استفاده از داده های نفوذسنج استوانه های-مضاعف به روش حل معکوس ۴۲۰۷۹.....۴۱۳
- اثر تغییر کاربری زمین و چرای دام بر مقاومت برشی و پایداری ساختمان خاک در منطقه توپسرکان ۴۲۴۳۴.....۴۱۸
- تأثیر نوع و مقدار رس بر مقاومت برشی اشباع مخلوط های شن-رس ۴۲۵۹۹.....۴۲۳
- کمی سازی ساختمان خاک با استفاده از مدل فرکتالی تعداد- اندازه مندلات ۴۲۷۵۶.....۴۲۹
- ارزیابی برخی توابع انتقالی موجود در برآورد منحنی رطوبتی در خاک های غنی از ماده آلی ۴۳۲۸۰.....۴۳۲
- بررسی کیفیت فضای سبز پارک های ساحلی شهر اهواز با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ۴۳۷۸۴.....۴۳۷
- اثر بقایای پسته و شوری بر آبریزی خاک در سه خاک آهکی با بافت متفاوت ۴۵۴۹۵.....۴۴۱
- بررسی تغییرپذیری زمانی فرایندهای فرسایش بارانی در خاک مارنی کشاورزی ۴۵۶۷۸.....۴۴۶
- تاثیر ضایعات میوه رسیده انجیر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک ۴۶۲۹۶.....۴۵۰
- بررسی وضعیت فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز قره قوم ۴۶۸۴۹.....۴۵۴
- انتقال باکتری رودکوکوس اریتروپلیس (*Rhodococcus erythropolis*) در ستون های شن تحت جریان پیوسته غیراشباع-اشباع ۴۷۳۸۲.....۴۵۹

- مطالعه ظرفیت رطوبتی زراعی و پژمردگی دائم در سری های غالب خاک استان خوزستان ۴۷۵۸۷..... ۴۶۴
- اصلاح مدل های توزیع اندازه ذرات در رسوبات بندهای رسوب گیر ۴۹۰۴۶..... ۴۶۸
- بررسی عامل های مؤثر در نرخ جدایش ذرات خاک در جویچه های کشت حاصل از زراعت دیم (مطالعه موردی: منطقه دشمن زیاری استان فارس) ۴۹۳۶۳..... ۴۷۳
- معکوس سازی داده های دستگاه القاگر الکترومغناطیس جهت برآورد شوری خاک ۴۹۴۲۱..... ۴۷۸
- اولویت بندی زیرحوضه ها به منظور اجرای پروژه های آبخیزداری با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آسیاب جفته بافت) ۵۰۴۰۷..... ۴۸۳
- بررسی تاثیر خصوصیات خاک بر تغییرات ویژگی های گرمایی و دما خاک ۵۰۴۶۴..... ۴۸۸
- اثرات جنگل تراشی و شیب بر حدود آتربگ در برخی از جنگل های غرب گیلان ۵۱۵۹۷..... ۴۹۳
- تأثیر مدیریت شخم بر هدررفت آب و خاک در دیم زارها ۵۱۷۱۴..... ۴۹۸
- تأثیر کاربرهای مختلف اراضی بر ساختمان خاک ۵۱۹۹۹..... ۵۰۲
- ارزیابی مدل VSM در برآورد عملکرد برنج با استفاده از تصاویر ماهواره ای ۵۳۲۷۳..... ۵۰۶
- بررسی اثر جهت و موقعیت شیب بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه طرق ۵۳۵۸۹..... ۵۰۹
- تخمین پایداری ساختمان خاک با استفاده از مدل های فرکتالی و کلاسیک ۵۳۹۴۴..... ۵۱۴
- رابطه شاخص های پایداری خاکدانه ها با مدل های فرکتالی ۵۴۱۲۴..... ۵۱۹
- مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی شرق شهرستان اهواز) ۵۴۵۱۰..... ۵۲۲
- مقایسه تاثیردانه بندی ذرات در کاربری های مختلف با توجه به پارامتر آماری جورشدگی بر فرسایش بادی (مطالعه موردی: دامغان) ۵۴۶۷۷..... ۵۲۶
- اثر اصلاح کننده های آلی و معدنی بر غلظت برخی عناصر محلول در یک خاک آهکی در دوره های زمانی مختلف پس از کاربرد ۵۵۱۷۶..... ۵۳۰
- رابطه سرعت آستانه فرسایش بادی با ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری خاک سطحی در واحدهای ژئومرفولوژی بادی گوناگون ۵۶۱۱۱..... ۵۳۵
- کارایی مدل های فرکتالی در ارزیابی پایداری خاکدانه ها ۵۷۵۸۶..... ۵۴۰
- برآورد فرسایش خاک حوضه آبخیز گرازچای خلخال با استفاده از مدل مورگان- مورگان فینی در محیط GIS ۵۸۷۲۲..... ۵۴۳

- ۵۴۹..... بررسی اثرشخم جهت برداشت ریشه شیرین بیان بر فرسایش پذیری خاک ۶۰۱۸۳.....
- ۵۵۴..... مقایسه مدل های کاپیلاری مختلف برای پیشبینی هدایت هیدرولیکی با استفاده از منحنی رطوبتی خاک ۶۰۴۵۹.....
- ۵۵۹... تأثیر انواع خاک ورزی و گیاه پوششی بر مقاومت فروروی خاک در رطوبت های مختلف یک خاک سیلتی لوم در همدان ۶۰۷۲۳.....
- ۵۶۴..... بررسی تأثیر گونه های گیاهی قیچ و درمنه دشتی بر مقدار کاتیون های محلول در خاک رویشگاه آنها ۶۱۷۲۹.....
- ۵۶۸..... افزایش نفوذپذیری در خاک های گچی و تأثیر آن بر تغییر سیستم های آبیاری به منظور مدیریت بهینه منابع آب ۶۱۷۷۷.....
- ۵۷۲..... هدرفت آب و خاک تحت تأثیر جهت شخم در دیم زار گندم ۶۲۲۶۹.....
- ۵۷۷..... برآورد عملکرد برنج با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان گیلان ۶۲۷۳۰.....
- ۵۸۱..... مقایسه برآورد ماده آلی ذره ای (POM) خاک در حوزه آبخیز منج با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، رگرسیون و روش مربع فاصله معکوس (IDW) ۶۳۱۹۸.....
- ۵۸۴..... تأثیر کمپوست روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۶۴۲۲۴.....
- ۵۸۸..... مدل سازی بار رسوب کل رودخانه ها با استفاده از برنامه نویسی ژنتیک ۶۵۳۹۴.....
- ۵۹۳..... واکنش صفات مرتبط با وضعیت آب برگ ژنوتیپ های گندم به تنش خشکی در شرایط مصرف و عدم مصرف روی ۶۶۵۸۷.....
- ۵۹۸..... مقایسه روش های مختلف برآورد ویژگی های هیدرولیکی خاک ۷۰۱۷۲.....
- ۶۰۳..... نفوذپذیری خاک تحت تأثیر کاربری زمین در حوزه آبخیز تهم چای در منطقه نیمه خشک ۷۰۴۴۳.....
- ۶۰۸..... استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک عرصه جهان آباد تربت جام ۴۸۹۷۲.....
- ۶۱۴..... بررسی وضعیت پایداری خاک کاربری های مختلف اراضی در بخشی از جنوب شرق قزوین ۵۳۰۵۲.....
- ۶۱۹..... بررسی تأثیر پوسته های زیستی بر وضعیت پایداری خاک مراتع قره قیر استان گلستان ۵۸۵۷۱.....
- ۶۲۳..... استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک عرصه جهان آباد تربت جام ۴۸۹۷۲.....
- ۶۲۹..... پیش بینی تغییرات مکانی شوری خاک با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و دستگاه الکترومغناطیس EM۳۸ در منطقه میله شبار اردکان ۶۵۰۷۴.....
- ۶۳۵..... مقایسه روش های کلاسیک با مدل های فرکتالی در ارزیابی ساختمان خاک ۶۸۹۰۸.....
- ۶۴۱..... استفاده از پارامترهای تراکم محصور برای تخمین دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت ۱۹۹۶۴.....

ارزیابی مدل ۱D-Hydrus جهت شبیه‌سازی انتقال سدیم در خاک‌حین آبرسانی ۴۶۰۵۹..... ۶۴۶

ارزیابی مدل ۱D-Hydrus برای شبیه‌سازی نفوذ در خاک‌های مطبق ۶۶۸۹۴..... ۶۵۱

برآورد میزان فرسایش با استفاده از مدل EPM در حوزه آبخیز وطننا..... ۶۵۶

سپاس بی‌کران خداوندی را سزاست که نعمت خویش را بر خلائق تمام کرد و همگی ما را مفتخر به خدمت خلق خود ساخت و نیز توفیق برگزاری چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران را در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان نصیبمان ساخت.

خاک در تولید غذا، پوشاک، چوب، مواد اولیه صنعت و انرژی، ذخیره و تصفیه آب، فعالیت‌های عمرانی و شهرسازی، دفن پسماندها و پساب‌ها، ذخیره کربن اتمسفر و کاهش گازهای گلخانه‌ای، حمایت و حفاظت از تنوع زیستی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد و خدمات گسترده‌ای را در سلامت انسان و زیست‌بوم و حفاظت محیط زیست ارائه می‌نماید. به‌علت اهمیت و نقش سرنوشت‌ساز منابع خاک و جلوگیری از هدررفت و نابودی آن، سازمان ملل متحد سال ۲۰۱۵ میلادی را به‌عنوان "سال جهانی خاک" نام‌گذاری نموده است. هم‌چنین، هر سال روز پنجم دسامبر (۱۵ آذر) به‌عنوان "روز جهانی خاک" معرفی گردیده است. در چنین شرایطی، افراد آگاه و صاحبان دانش باید وظایف خطیر خود را انجام داده و با تلاش بی‌وقفه، آگاه‌سازی مسئولین و اқشار مختلف را همت خود قرار دهند و دین خود را به جامعه ادا نمایند تا ضمن کاهش مشکلات مربوط به خاک‌های کشور، مردم بیش از این در معرض خطرات پیش رو قرار نگیرند.

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

- ۱- تعیین متولی جدی و تشکیلات اجرایی مناسب برای حفاظت و مدیریت کیفیت منابع خاک کشور
- ۲- تصویب و اجرای قانون جامع خاک کشور که متضمن جلوگیری از تبدیل و تخریب اراضی و جنگل‌ها و مراتع باشد
- ۳- عنایت به پژوهش‌های کاربردی و مشکلات ملی در این حیطه و نقش فناوری‌های نوین و شرکت‌های دانش‌بنیان در رابطه با مسائل مرتبط با علوم خاک

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

در چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران، بر اساس روال گذشته، داورى مقالات به گروهی از صاحب‌نظران، استادان دانشگاه‌ها و پژوهشگران مؤسسات تحقیقاتی واگذار شد و در نهایت کمیته علمی کنگره از مجموع ۱۲۰۹ مقاله که به دبیرخانه کنگره واصل شده بود، ۶۴ مقاله را به‌صورت شفاهی و ۶۴۸ مقاله را به‌صورت پوستر پذیرش نمود که متن کامل مقالات پذیرفته‌شده در این مجلد در اختیار پژوهشگران و خوانندگان محترم قرار گرفته است.

امیدوارم شرکت‌کنندگان در این گردهمایی بزرگ با آخرین یافته‌های علمی کشور در زمینه علوم خاک آشنا شده و به بحث و تبادل نظر با سایر پژوهشگران بپردازند. در پایان، ضمن آرزوی موفقیت برای این کنگره که حاصل زحمات دو سال اخیر خانواده بزرگ علوم خاک کشور می‌باشد، بر خود وظیفه می‌دانم مراتب سپاسگزاری خود را نسبت به تمامی عزیزان دست‌اندرکار برای برگزاری کنگره لبراز دارم. از استادان گران‌قدر و دانشجویان و پژوهشگران جوان به سبب ارسال مقالات، از تمامی اعضای انجمن علوم خاک ایران به سبب حمایت واقعی ایشان از رشد علوم خاک کشور، از دانشگاه ولی عصر (عج) به پاس میزبانی این کنگره و زحمات فراوانشان در برگزاری آن تقدیر و تشکر می‌نمایم.

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

وحید مظفری

دبیر چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

اسامی کمیته علمی

بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک:

- عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
- عضو هیأت علمی دانشگاه تبریز
- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

- ۱- امیر لکزیان
- ۲- ناصر علی اصغرزاده
- ۳- علی رضا فلاح نصرت آباد
- ۴- عبدالرضا اخگر
- ۵- پیمان عباسزاده دهجی

پیدایش و رده بندی خاک:

- عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز
- عضو هیأت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی اصفهان
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

- ۱- احمد لندی
- ۲- فرهاد خرمالی
- ۳- حمید قیومی محمدی
- ۴- عیسی اسفندیارپور
- ۵- اردوان کمالی

حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه:

- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات پنبه کشور
- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور
- عضو هیأت علمی دانشگاه تهران
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

- ۱- قربانعلی روشنی
- ۲- محمد مهدی طهرانی
- ۳- بابک متشعرزاده
- ۴- وحید مظفری
- ۵- احمد تاج آبادیپور

شیمی و آلودگی خاک:

- عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان
- عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

- ۱- حسین شریعتمداری
- ۲- امیر فتوت
- ۳- کریم شهبازی
- ۴- محمد حشمتی رفسنجانی
- ۵- محسن حمیدپور

فرسایش، حفاظت و مدیریت خاک:

- عضو هیأت علمی دانشگاه تهران
- عضو هیأت علمی دانشگاه یزد
- عضو هیأت علمی دانشگاه گیلان
- عضو هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان
- عضو هیأت علمی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

- ۱- منوچهر گرجی
- ۲- حمیدرضا عظیمزاده
- ۳- حسین اسدی
- ۴- مجید محمودآبادی
- ۵- علیاصغر بسالتپور



مقایسه کارایی انواع مدلها در تشریح مناطق مختلف منحنی رطوبتی خاک

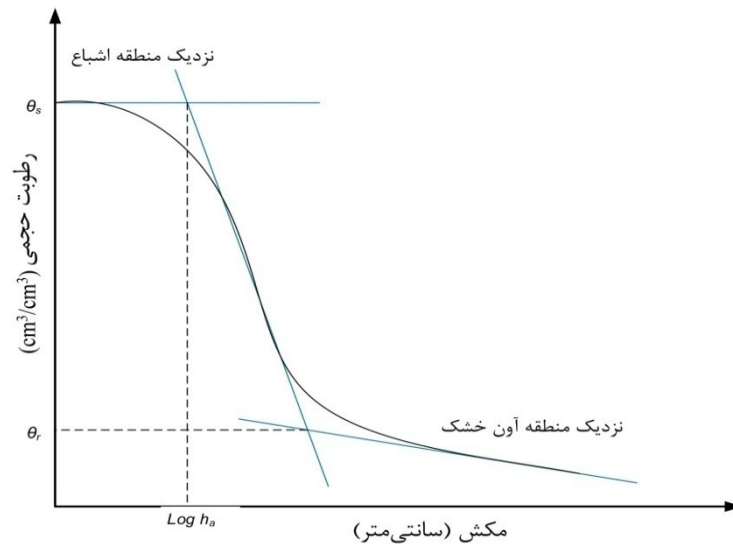
لیلا اسماعیل نژاد^۱، حسن رمضان پور^۲، جواد سیدمحمدی^۳ و محمود شعبانپور^۲
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۳- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تبریز

چکیده

منحنی رطوبتی، ویژگی کلیدی خاک است که در اکثر زمینها از جمله آبیاری، هیدرولوژی، مهندسی ژئوتکنیک، انتقال املاح و آلایندهها کاربرد دارد. بنابراین تعیین مدلهایی که بتوانند توصیف دقیقی از وضعیت رطوبتی خاک را ارائه دهند، ضروری است. از آنجا که همه خاکها میتوانند طیف وسیعی از رطوبت بین اشباع تا اون خشک را داشته باشند مدلهای موجود باید بتوانند توصیف دقیقی از کل محدوده منحنی رطوبتی ارائه کنند. در این تحقیق، مدلهای مختلف منحنی رطوبتی که معمولاً مورد استفاده قرار میگیرند بر اساس تعداد پارامترهای شکلشان به سه دسته سه، چهار و پنج پارامتری تقسیم شدند. ارزیابی عملکرد آنها بر اساس آماره‌های ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد باقیمانده (RSE) جهت انتخاب بهترین مدل در کل محدوده رطوبتی خاک، منطقه اون خشک و اشباع صورت گرفت. نتایج حاصله میتواند به عنوان یک راهنما جهت انتخاب مدل مناسب در برازش منحنی رطوبتی بخصوص در مواردی باشد که محدودیتهایی در اندازه‌گیری رطوبت خاک برخی نقاط پتانسیلی خاک وجود دارد. واژه‌های کلیدی: مدل‌های منحنی رطوبتی خاک، منطقه اشباع، منطقه اون خشک.

مقدمه

ویژگیهای رطوبتی خاک، مدیریت حفاظت منابع آب، خاک و محیط زیست را تحت تاثیر قرار میهند. مقدار آب خاک بوسیله دو نیروی جذب سطحی و موئینگی نگهداری میشوند. جذب سطحی مسئول نگهداری آب بر روی سطح ذرات خاک است در حالیکه نیروی موئینگی رطوبت را در منافذ بین ذرات خاک یا در بین خاکدانهها نگهداری میکند (Marshall et al., ۱۹۹۶). رابطه بین برآیند این نیروها و مقدار رطوبت خاک، ویژگیهای ذخیره رطوبتی خاک نام دارد که در شکل ۱ برای یک نوع خاک نمایش داده شده است. (Omuto and Gumbe, ۲۰۰۹). مدل‌های زیادی برای تشریح منحنی رطوبتی خاک توسعه یافته‌اند. بسیاری از این مدلها فقط در قسمتی معین از منحنی رطوبتی خاک به عنوان مثال بخش خشک یا مرطوب، بافتی خاص، افق‌های معینی از خاک یا در مناطقی خاص از جهان عملکرد موفقی داشته‌اند (Khlosi et al., ۲۰۰۸). اغلب مدل‌های مورد استفاده دارای پارامترهای شکل هستند که به عنوان پارامترهای هیدرولیکی شناخته میشوند. کاربرد مدل‌های ذخیره رطوبتی نیاز به شناخت این پارامترها دارد و معمولاً از برازش توابع مختلف منحنی رطوبتی بر داده‌های اندازه‌گیری شده بدست می‌آیند (van Genuchten et al., ۱۹۹۱). مدل‌های زیادی در منابع وجود داشته و بسیاری نیز در حال توسعه هستند. بنابراین انتخاب مدل مناسب امری سخت و گیج کننده است. تاکنون در هیچ تحقیق جامعی انتخاب مدل مناسب به خصوص بین منطقه اون خشک و اشباع توصیه نشده است. نکته حائز اهمیت این است که مشکلات تشخیص ویژگیهای رطوبتی هنگامیکه خاک به شرایط رطوبتی اون خشک میرسد، افزایش می‌یابد و این حالتی است که اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک اتفاق می‌افتد. هدف از این مطالعه مقایسه مدل‌های منحنی رطوبتی خاک بین اشباع و اون خشک است تا کارایی آنها جهت استفاده در یک محدوده خاص رطوبتی خاک ارزیابی شود.



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک

مواد و روشها

تعداد ۱۴۰ نمونه از خاکهای استان گیلان که محدوده وسیعی از بافتهای مختلف را در بر میگیرد انتخاب و مقدار رطوبت حجمی در مکشهای مختلف اندازهگیری شد. سپس کارایی ۱۰ مدل مختلف که بر اساس تعداد پارامترهای برازش شکل گروهبندی و در جدول ۱ ارائه شده است، در تعیین منحنی رطوبتی بررسی شد. کارایی مدلها در کل محدوده منحنی رطوبتی و همچنین در نزدیکی اشباع و منطقه آون خشک مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- مدلهای منحنی رطوبتی مقایسه شده در مطالعه

پارامترهای شکل	مدل	نام
$\theta_s, \alpha, \lambda$	$\theta(h) = \theta_s(\alpha h)^\lambda$	کمپل (۱۹۷۴)
$\theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)[1 + (\alpha h)e^{-\alpha h}]$	تانی (۱۹۸۲)
$\theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = (\theta_r + \theta_s)e^{-\alpha h}$	نمایی
$n, \theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)[1 + (\alpha h)^n]^{-1}$	گاردنر (۱۹۵۸)
$n, \theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)[(1 + 0.5\alpha h)e^{0.5\alpha h}]^{n+2}$	روسو
$\lambda, \theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)(\alpha h)^{-\lambda}$	بروکز و کوری (۱۹۶۴)
$h_m, \theta_r, \sigma, \theta_s$	$\theta(h) = \theta_r + 1/2(\theta_s - \theta_r)\text{erfc}\left[\frac{\ln(h/h_m)}{\sigma\sqrt{2}}\right]$	کاسوگی (۱۹۹۹)
$n, m, \theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\{\ln[2.7183 + \alpha h^n]\}^m}$	فردلاند و زینگ (۱۹۹۴)
$\theta_r, \theta_{s1}, \theta_{s2}, \alpha_1, \alpha_2$	$\theta(h) = \theta_r + \theta_{s1}e^{-\alpha_1 h} + \theta_{s2}e^{-\alpha_2 h}$	دو نمایی اوموتو (۲۰۰۹)
$n, m, \theta_s, \alpha, \theta_r$	$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)[1 + (\alpha h)^n]^{-m}$	ونگنوختن (۱۹۸۰)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همه مدلها بر دادههای اندازهگیری شده برازش داده شدند. بهترین مدل بر اساس کمترین RSE و بیشترین R^2 تعیین شد:

$$R^2 = 1 - [(\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2) / (\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2)] \quad (1)$$

$$RSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - 2) \quad (2)$$

در روابط ۱ و ۲، y_i مقدار اندازهگیری شده، \bar{y}_i میانگین مقدار اندازهگیری شده و \hat{y}_i مقدار پیشبینی شده میباشد.

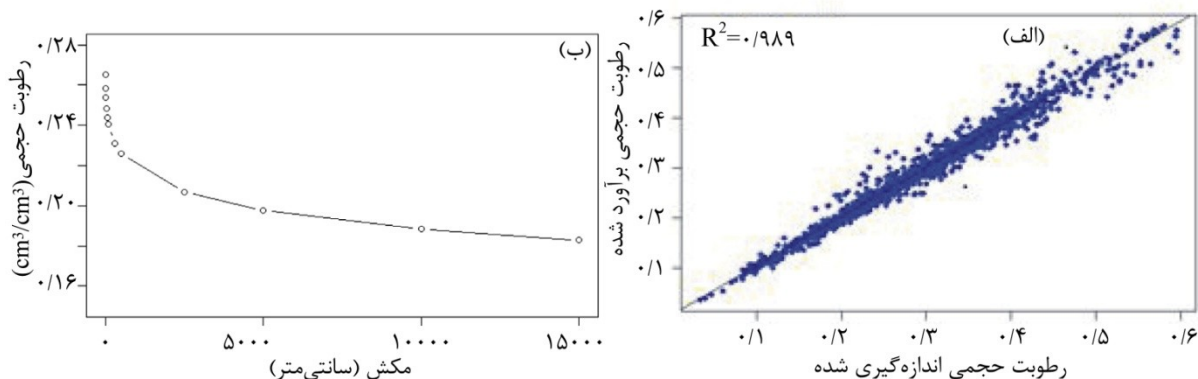
نتایج و بحث

الف- بین منطقه اشباع و آون خشک: جدول ۲ نشان میدهد که مدل دو نمایی اوموتو (۲۰۰۹) بهترین کارایی آماری را در بین مدل‌های ۵ پارامتری نشان میدهد. مدل گاردنر (۱۹۵۸) بهترین عملکرد آماری در بین مدل‌های ۴ پارامتری و مدل نمایی نیز در بین سه پارامتریها داشته‌اند. بررسی عملکرد منحنیهای رطوبتی در تمام محدوده منحنی رطوبتی نشان داد که مدل گاردنر (۱۹۵۸) و مدل دو نمایی بیشترین R^2 را داشته‌اند (شکل ۲). بطور کلی مدل‌های پنج پارامتری منحنی رطوبتی را در کل محدوده آن بهتر از مدل‌های دیگر پیشبینی کرده‌اند. هرچه تعداد پارامترهای شکل بیشتر باشد مدل تمایل بیشتری برای اتصال هرچه نزدیکتر به نقاط عطف و پایانی منحنی رطوبتی داشته و از این طریق به مدل اجازه میدهند که خیلی نزدیک به دادههای اندازهگیری شده عبور کرده و برازش بهتری یابد (Too et al., ۲۰۱۴).

جدول ۲- مقایسه کارایی مدل‌های مختلف در تشریح منحنی رطوبتی خاک

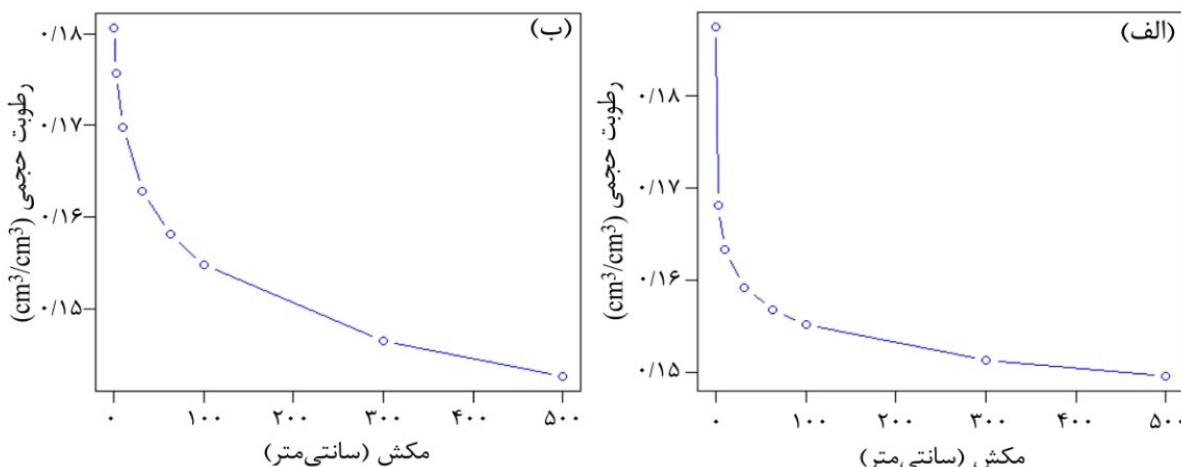
مدل	کل محدوده رطوبتی		نزدیک اشباع		نزدیک آون خشک	
	RSE	R^2	RSE	R^2	RSE	R^2
کمپل تانی نمایی	۰۸۱۳۴/۰	۵۲۴/۰	۰۰۷۶۶۵/۰	۸۷۹/۰	۰۰۳۷۰۳/۰	۹۷۸/۰
	۰۷۸۷۳/۰	۵۶۶/۰	۰۰۴۹۸۳/۰	۹۵۱/۰	۰۰۴۷۴۹/۰	۹۶۴/۰
	۰۷۷۹۲/۰	۵۷۸/۰	۰۰۳۷۸۳/۰	۹۷۲/۰	۰۰۳۷۹۳/۰	۹۷۷/۰
گاردنر روسو بروکز و کوری کاسوگی	۰۱۶۵۶۴/۰	۹۸۹/۰	۰۰۲۵۶۸/۰	۹۹۱/۰	۰۰۹۷۴۳/۰	۹۹۰/۰
	۰۷۷۹۶/۰	۵۷۷/۰	۰۰۴۳۵۱/۰	۹۷۰/۰	۰۰۴۴۵/۰	۹۷۷/۰
	۰۷۹۹۱/۰	۵۴۸/۰	۰۰۸۰۶۶/۰	۸۹۴/۰	۰۰۳۸۱۳/۰	۹۸۳/۰
۰۷۹۸۸/۰	۵۴۸/۰	۰۰۲۲۶۶/۰	۹۹۲/۰	۰۰۳۷۹۵/۰	۰۰۹۸۳/۰	
فردلانگ و زینگ ونگنوختن دو نمایی اوموتو	۰۷۷۰۳/۰	۵۹۲/۰	۰۰۲۶۴۶/۰	۹۹۱/۰	۰۰۳۵۲۳/۰	۹۹۰/۰
	۰۷۷۰۵/۰	۵۹۱/۰	۰۰۲۵۶۸/۰	۹۹۲/۰	۰۰۴۷۸۹/۰	۹۸۲/۰
	۰۱۷۱۷۴/۰	۹۸۸/۰	۰۰۲۴۶۳/۰	۹۹۰/۰	۰۰۲۴۴۷/۰	۹۹۳/۰

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



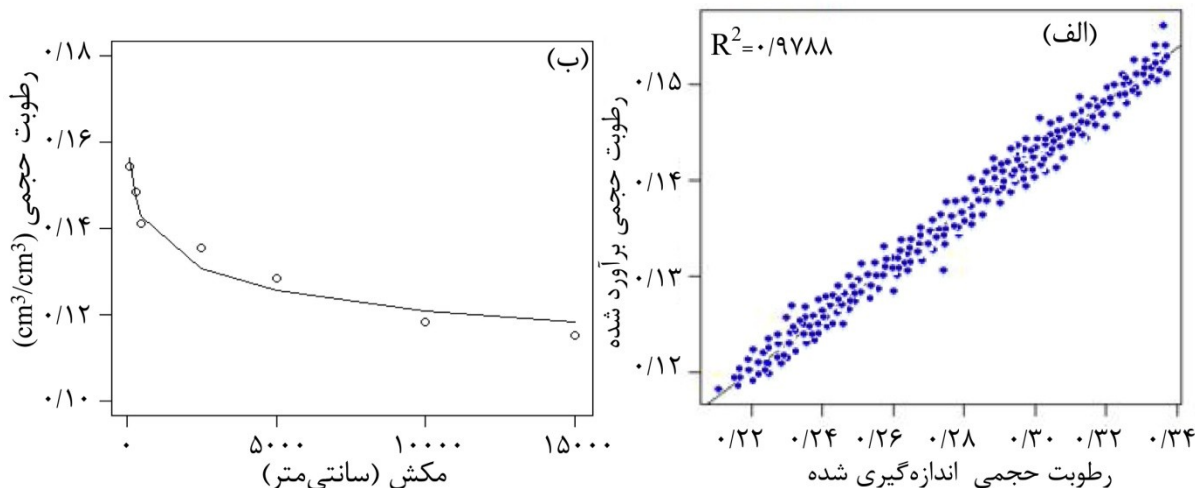
شکل ۲- بررسی عملکرد مدل گاردنر در خاکهای مورد مطالعه (الف) و منحنی رطوبتی خاک بر اساس مدل گاردنر (۱۹۵۸) (ب)

ب- نزدیک اشباع: همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است در بین مدل‌های پنج پارامتری، مدل ونگنوختن (۱۹۸۰) دارای بیشترین ضریب تبیین و کمترین باقیمانده خطای استاندارد است. در حالیکه مدل کاسوگی (۱۹۹۹) و مدل نمایی بهترین عملکرد را به ترتیب در بین مدل‌های چهار و سه پارامتری به خود اختصاص داده‌اند. در محدوده نزدیک به اشباع، مدل ونگنوختن منحنی رطوبتی را بهتر از بقیه مدل‌ها پیشبینی کرده است. در قسمت ب شکل ۳، منحنی رطوبتی خاک بر اساس معادله ونگنوختن بیان شده است. این معادله نقطه ورود هوا به خاک را مد نظر قرار نمی‌دهد اما دارای یک نقطه عطف است که این مدل را قادر می‌سازد تا نسبت به مدل‌های دیگر (برای مثال مدل بروکز و کوری در شکل ۳ قسمت الف)) عملکرد بهتری در برازش بر داده‌های اندازه‌گیری شده در منطقه نزدیک به اشباع از خود نشان دهد.



شکل ۳- منحنی رطوبتی بر اساس مدل بروکز و کوری (الف) و ونگنوختن (ب)

ج- منطقه آون خشک منحنی رطوبتی: تحلیل آماری انجام شده (جدول ۲) نشانگر عملکرد بهتر مدل کمپل (۱۹۷۴) در تشریح بخش خشک منحنی رطوبتی در بین مدل‌های سه پارامتری است که در شکل ۴ قسمت‌های الف و ب نمایش داده شده‌اند. فردلاندر و زینگ (۱۹۹۴)، معتقدند که حذف پارامتر رطوبت باقیمانده از مدل می‌تواند کارایی تخمین آن را بخصوص در منطقه خشک منحنی رطوبتی بهبود بخشد که این مطلب می‌تواند دلیلی بر عملکرد بهتر مدل کمپل در بین سه پارامتریها باشد. مدل‌های گاردنر و دو نمایی نیز در گروه خود بهترین عملکرد را داشتند. در کل، مدل دو نمایی بهترین کارایی تخمین را در منطقه خشک منحنی رطوبتی ارائه کرده است.



شکل ۴- بررسی عملکرد مدل کمپل در خاکهای مورد مطالعه (الف) و منحنی رطوبتی خاک بر اساس مدل کمپل (۱۹۵۸) (ب)

بطور کلی مدل دو نمایی ثبات عمل بیشتری را در بین هر سه گروه بخصوص در نواحی خشک و نزدیک اشباع از خود نشان داده و برازش بهتری بر دادههای این دو ناحیه داشته است. این نتایج بیانگر توانایی برازش این مدل بر کل محدوده رطوبتی خاک بوده، همچنین ناپیوستگیهای عددی که در سایر مدلها دیده میشود را ندارد. کارایی خوب این مدل را میتوان در دو نمایی بودن آن دانست زیرا دو قسمتی بوده و دو تابع توزیع اندازه حفرات را برای منافذ خاک بصورت جداگانه در نظر میگیرد (یکی برای فضای حفرات ساختمانی و دیگری برای فضای حفرات بافتی)، برخلاف اکثر مدلهای منحنی رطوبتی خاک که فضای حفرات ساختمانی را نادیده گرفته و همین امر منجر به توصیف نامناسب و غلط از ویژگیهای رطوبتی خاک در شرایط مزرعه میشود (Too et al., ۲۰۱۴). این نکته در مطالعات آینده باید رعایت شود که در بسط مدل برای تخمین منحنی رطوبتی، هر دو فضای منافذ بافتی و ساختمانی مورد توجه قرار گیرند.

منابع

- Brooks R.H. and Corey A.T. ۱۹۶۴. Hydraulic Properties of Porous Media. Hydrology Paper, Vol. ۳, Colorado State University, Fort Collins.
- Dexter A.R., Czyz E.A., Richard G. and Reszkowska A. ۲۰۰۸. A User-Friendly Water Retention That Takes Account of the Textural and Structural Pore Spaces in Soil. Geoderma, ۱۴۳:۲۴۳-۲۵۳.
- Fredlung D.G. and Xing A. ۱۹۹۴. Equations for the Soil Water Characteristic Curve. Canadian Geotechnical Journal, ۳۱:۵۲۱-۵۳۲.
- Khlosi M., Wim M.C., Ahmed D., Martinus T. and Donald G. ۲۰۰۸. Performance Evaluation of Models That Describe the Soil Water Retention Curve between Saturation and Oven Dryness. Vadose Zone Journal, ۷:۸۷-۹۶.
- Leong E.C. and Rahardjo H. ۱۹۹۷. Review of Water Characteristic Curve Functions. Geotechnical and Geo-Environmental Engineering, ۱۲۳:۱۱۰۶-۱۱۱۷.
- Marshall T.J., Holmes J.W. and Rose W.C. ۱۹۹۶. Soil Physics. Cambridge University Press, London.
- Omuto C.T. ۲۰۰۷. HydroMe: Estimation of Soil Hydraulic Parameters from Experimental Data. R Comprehensive R Archive Network, USA.
- Omuto C.T. ۲۰۰۹. Biexponential Model for Water Retention Characteristics. Geoderma, ۱۴۹:۲۳۵-۲۴۲.
- Omuto C.T. and Gumbe L.O. ۲۰۰۹. Estimating Water Infiltration and Retention Characteristics Using a Computer Program in R. Computers and Geosciences, ۳۵:۵۷۹-۵۸۵.



- Too V.K., Omuto C.T., Biamah E.K., and Obiero J.P. ۲۰۱۴. Review of Soil Water Retention Characteristic (SWRC) Models between Saturation and Oven Dryness. *Open Journal of Modern Hydrology*, ۴: ۱۷۳-۱۸۲.
- van Genuchten M.T. ۱۹۸۰. A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. *Soil Science Society of America Journal*, ۴۴: ۸۹۲-۸۹۸.
- van Genuchten M.T., Leij F.J. and Yates S.R. ۱۹۹۱. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils. EPA Report, ۶۰۰/۲-۹۱/۰۶۵, USA Salinity Laboratory, USDA.
- Vanapalli S.K., Sillers W.S. and Fredlund M.D. ۱۹۹۸. The Meaning and Relevance of Residual State to Unsaturated Soils. ۵۱st Canadian Geotechnical Conference, Edmonton, ۴-۷ October ۱۹۹۸, ۱-۸.
- Vogel T., van Genuchten M.T. and Cislerova M. ۲۰۰۱. Effect of the Shape of the Soil Hydraulic Functions near Saturation on Variably Saturated Flow Predictions. *Advances in Water Resources*, ۲۴: ۱۳۳-۱۴۴.

Abstract

Soil water retention characteristic curve is the key soil property used in many applications in the fields of irrigation, hydrology, geotechnical engineering, water movement and solute transport. So, determination of models that can precisely show soil retention situation is important. All soils can be partially saturated with water and also near oven dryness. Therefore, constitutive models for soils should ideally represent the soil behavior over entire range. This paper reviewed commonly used SWRC models. In order to stem potential for biasness, the models were grouped in to three categories depending on the number of fitting parameters, namely, three, four and five-parameter categories. The evaluation used determination coefficient and residual standard error (RSE) to choose the best overall performing model and in each category. Its results serve as a guide for selecting the models to be preferred for fitting SWRC in case there are limitations to the number of suction potential levels in the measured data.



بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر شاخص‌های کیفیت شیمیایی خاک

فاطمه رضانی‌نژاد^۱، حسین شکفته^۲، حسین شیرانی^۳ و عیسی اسفندیارپور^۳
۱-دانشجوی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۳-دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

جهت حفظ حاصلخیزی و افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار، آگاهی از تاثیر کاربری اراضی بر خصوصیات مختلف خاک ضروری می‌باشد. به همین منظور مطالعه‌ای در منطقه رابر واقع در استان کرمان با هدف بررسی تاثیر کاربری‌های متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی خاک انجام شد. در این بررسی چهار نوع کاربری مرتع، جنگل، زراعت و باغ انتخاب شد. از چهار کاربری مجموعاً ۱۰۴ نمونه از خاک سطحی (۰-۱۵ سانتی‌متر) برداشت شد. ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، کربنات کلسیم، واکنش خاک و هدایت الکتریکی به عنوان خصوصیات شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آهک و واکنش خاک به ترتیب بیشترین و کم‌ترین ضریب تغییرات را در منطقه مورد مطالعه از خود نشان داده است. بنابراین در بین کاربری‌های مختلف از نظر ویژگی‌های شیمیایی، تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

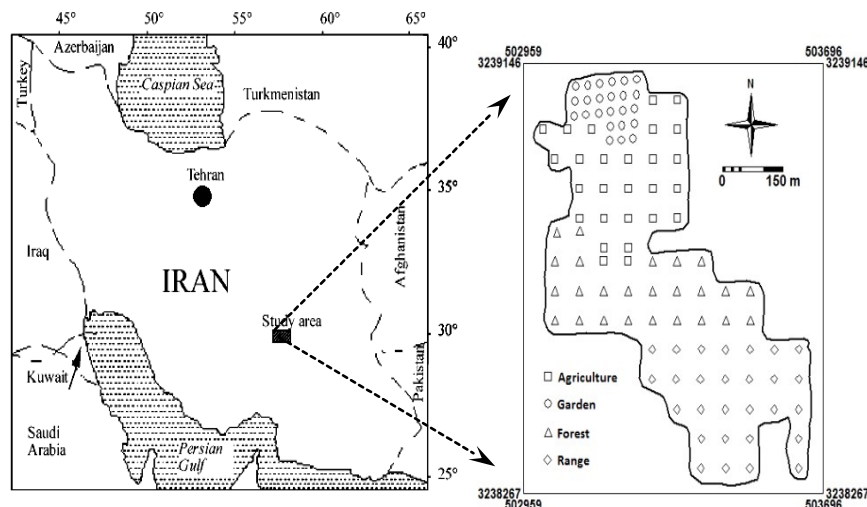
واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری، مرتع، ماده آلی

مقدمه

خاک یکی از عوامل اساسی تشکیل‌دهنده هر اکوسیستمی است که به‌عنوان یک منبع حیاتی، نقش مهمی در انجام وظایف اقتصادی، اجتماعی و محیطی ایفا می‌کند (Jing et al., 2011). خصوصیات خاک ترکیبی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هستند که به شرایط و تغییرات مختلف واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند به طوری که هر نوع اختلال در چرخش عناصر غذایی خاک ممکن است در دراز مدت منجر به کاهش باروری خاک و در نتیجه تخریب آن شود. تخریب خاک سبب کاهش در میزان تولید بالقوه و بالفعل خاک و یا کاهش در بهره‌دهی خاک می‌شود که در اثر عوامل طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی به وجود می‌آید (Lal, 1999). مطالعه کیفیت خاک در شناسایی اثر مدیریت‌های متفاوت در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی از جمله تخریب مراتع، جنگل‌ها و احیا اراضی از اهمیت زیادی برخوردار است. این بررسی‌ها در صورتی که منعکس‌کننده تاثیر مدیریت بر کیفیت خاک در کوتاه مدت باشند، راه حل مفیدی جهت شناخت مدیریت‌های پایدار در هر منطقه به‌منظور جلوگیری از تخریب خاک، ایجاد و تثبیت تولید پایدار و حفظ محیط زیست می‌باشند (Brejda et al., 2000). توانایی دایم خاک در انجام وظایف خود به‌عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت کاربری‌های متفاوت، به طوری که علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشد، و نیز تامین‌کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد کیفیت خاک نامیده می‌شود (Doran and Parkin, 1994). کیفیت خاک را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد، بلکه با اندازه‌گیری چندین شاخص برآورد می‌شود. نوع شاخص‌های مورد استفاده به مقیاس و اهداف پژوهش بستگی دارد. انتخاب خصوصیات که بتواند بیانگر کیفیت خاک باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. پژوهشگران میزان سلامتی اراضی را بر اساس مقدار ماده آلی تعریف کردند (Romig et al., 1996). کربن به صورت مواد آلی در خاک‌ها ذخیره می‌شود اما این ذخایر توسط کاربری اراضی تحت تاثیر قرار می‌گیرد، عملیات زراعی و کشت و کار معدنی شدن مواد آلی را افزایش می‌دهد که باعث از دست رفتن کربن خاک می‌شود و این کاهش در طول ۱۵-۱۰ سال کشت و کار معنی‌دار است (Young et al., 2005). ولی‌پور و همکاران (۱۳۸۶) نقش مخرب فعالیت‌های کشاورزی بر شور شدن خاک‌ها را با مقایسه شوری خاک‌ها در طی چندین سال بررسی کردند. با بررسی پارامترهای اسیدیته، شوری، درصد ماده آلی، درصد آهک و درصد تخلخل تحت چند نوع کاربری اراضی نتایج نشان داد که غیر از پارامتر درصد شن سایر پارامترها تفاوت معنی‌داری را نسبت به تغییر کاربری زمین نشان می‌دهند (Kizilkaya and Dengiz, 2010). در این تحقیق سعی شده است تاثیر کاربری‌های متفاوت بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی کیفیت خاک در چهار کاربری جنگل، مرتع، زراعت و باغ مورد بررسی و مقایسه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده‌ی طول شرقی ۵۷ درجه و ۱ دقیقه و ۴۶ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۲ دقیقه و ۲۰ ثانیه و عرض شمالی ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه و ۵۶ ثانیه در شهرستان رابر در جنوب استان کرمان واقع شده است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۲۳۴۳ متر و میانگین بارندگی سالیانه آن ۲۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه آن ۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد. بر اساس پهنه بندی اقلیمی استان کرمان، شهرستان رابر دارای آب و هوای ابری، نیمه خشک، معتدل تا سرد است. (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت عمومی منطقه مطالعاتی و محل های نمونه برداری

در این منطقه چهار نوع کاربری جنگل، باغ، زراعت و مرتع مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور انجام آزمایش های کیفیت خاک تعداد ۱۰۴ نمونه به صورت شبکه ای منظم از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی متری خاک از چهار منطقه مورد مطالعه جمع آوری گردید. نمونه های خاک پس از هوا خشک نمودن از الک ۲ میلی متری عبور داده شده تا برای تعیین ویژگی های شیمیایی خاک ها استفاده شود. ماده آلی خاک با روش والکی و بلاک، درصد آهک با روش حجم سنجی، اسیدیته (pH) با دستگاه pH متر، هدایت الکتریکی با دستگاه هدایت سنج، ظرفیت تبادل کاتیونی با روش جانشین کاتیون ها با استات سدیم اندازه گیری شدند. داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس بررسی اثر کاربری های مختلف بر خصوصیات شیمیایی خاک در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی از ویژگی های شیمیایی خاک در کاربری های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	EC (دسی زیمنس بر متر)	pH	CEC (میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم)	ماده آلی (درصد)	آهک (درصد)
کاربری اراضی	۳	۲۵/۲**	۸۶۲/۰**	۱۲۶۷**	۳/۸۹**	۵۳/۰**
خطا	۱۰۰	۰/۳۴/۰	۰/۲۲/۰	۳/۱۰	۷۱۴/۰	۶/۴۳
ضریب تغییرات	-	۵/۲۶	۹۲/۱	۹/۱۶	۴/۳۸	۵/۵۴

** نشان دهنده اثر معنی دار تیمار در سطح آماری ۱ درصد

ماده آلی

بر اساس مقایسه میانگین موجود در جدول ۲ بیشترین مقدار ماده آلی مربوط به کاربری باغ می باشد و کمترین مقدار ماده آلی مربوط به کاربری مرتع می باشد. بالا بودن ماده آلی در کاربری باغ به این دلیل می باشد که پوشش غالب باغ درختان گردو می باشد که این باعث بالا بودن ماده آلی می شود. بر اساس تحقیقات رضایی نژاد و همکاران (۱۳۹۰) تغییر کاربری اراضی از مرتع به کشاورزی در دشت سیرجان، باعث افزایش ماده آلی خاک شده است. هم چنین بر اساس تحقیقات خادمی و همکاران (۱۳۸۵) در شهرستان سمیرم با آب وهوای نیمه خشک، مدیریت های یونجه و گندم ماده آلی بیشتری نسبت به مدیریت دیم رها شده و مرتع داشته اند. آنها عنوان کردند که غالباً کشت و کار مداوم در اقلیم های خشک و نیمه خشک، به علت بالا بردن میزان تولید بیولوژیکی، مقدار کربن آلی خاک را نسبت به اراضی غیر کشاورزی افزایش می دهد که با نتایج تحقیق حاضر نیز همسو می باشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های مقادیر شاخص‌های کیفیت شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن

کاربری	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	CEC (میلی‌اکی والان بر ۱۰۰ گرم)	ماده آلی (درصد)	آهک (درصد)
باغ	۱۴/۱ ^a	۴۷/۷ ^c	۱/۲۹ ^a	۰۷/۵ ^a	۴۱/۷ ^b
جنگل	۵۳۰/۰ ^c	۸۷/۷ ^a	۳/۱۳ ^c	۲۲/۱ ^c	۸/۱۳ ^a
زراعی	۷۰۵/۰ ^b	۷۸/۷ ^b	۳/۱۹ ^b	۷۸/۱ ^b	۲۴/۹ ^b
مرتع	۴۷۱/۰ ^c	۸۶/۷ ^a	۷/۱۴ ^c	۰۲/۱ ^c	۳/۱۷ ^a

وجود حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار است.

جدول ۳- آمار توصیفی خصوصیات خاک در کاربری‌های مختلف مورد مطالعه

کاربری عوامل خاکی	جنگل	زراعت		باغ		مرتع
		ضریب تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	میانگین	
رس	۱۸۸/۰	۸۴/۹	۱۷۷/۰	۱/۱۲	۱۷۹/۰	۱/۱۸
شن	۱۱۵/۰	۴/۶۰	۱۱۰/۰	۱/۵۶	۱۵۱/۰	۴/۴۹
سیلت	۱۹۴/۰	۷۴/۲۹	۱۴۳/۰	۷/۳۱	۱۶۰/۰	۵/۳۲
ماده آلی	۴۰۱/۰	۲۲/۱	۵۴۲/۰	۷۸/۱	۲۴۴/۰	۰۹/۵

ظرفیت تبادل کاتیونی

ظرفیت تبادل کاتیونی از پارامترهای بسیار مهم در بانک اطلاعاتی خاک به حساب می‌آید. مقدار این پارامتر بسته به میزان مواد آلی، مقدار و نوع رس و نیز شرایط خاک متغیر است. بر اساس مقایسه میانگین جدول ۲ بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی مربوط به باغ و کمترین مقدار مربوط به جنگل می‌باشد. البته کاربری مرتع با جنگل تفاوت معنی داری با هم ندارند. مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی از مقادیر ماده آلی خاک تبعیت می‌نماید (Jaiyeoba, ۲۰۰۳). در پژوهشی کاهش مواد آلی خاک و نیز کاهش ذرات رس در خاک دلیل کاهش معنی دار ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری زراعی دانسته شد (Ajami, ۲۰۰۷). به دلیل وابستگی ظرفیت تبادل کاتیونی به میزان مواد آلی، علت این امر می‌تواند به دلیل مقادیر بالاتر ماده آلی در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری‌ها باشد و دلیل کم‌تر بودن آن در کاربری باغ احتمالاً به دلیل درصد کم‌تر رس در این کاربری نسبت به بقیه کاربری‌ها می‌باشد.

آهک

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آهک مربوط به کاربری مرتع و کمترین مقدار آهک مربوط به کاربری باغ می‌باشد. البته مرتع با جنگل و زراعت با باغ با هم تفاوت معنی داری ندارند. که دلیل کاهش این پارامتر در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری‌ها احتمالاً به دلیل آبیاری بیشتر در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری‌ها می‌باشد.

هدایت الکتریکی

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مقدار هدایت الکتریکی در کاربری باغ بیشترین مقدار و در مرتع کمترین مقدار را داشت. مقدار هدایت الکتریکی در کاربری جنگل بیشتر از مرتع می‌باشد ولی این دو کاربری با هم تفاوت معنی دار ندارند. هدایت الکتریکی خاک نماینده میزان املاح هادی محلول خاک می‌باشد. که افزایش مقدار هدایت الکتریکی در باغ احتمالاً وابسته به فعالیت‌های مدیریتی از جمله کوددهی است و دلیل دیگر بالا بودن شوری در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری‌ها مقدار بیشتر ماده آلی در این کاربری نسبت به بقیه کاربری‌ها می‌تواند باشد.

واکنش خاک

اسیدیته خاک بر عواملی مانند قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، تحرک عناصر سنگین و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک موثر می‌باشد. روند تغییرات pH در کاربری‌های مختلف مطابق با تغییرات درصد شن در کاربری‌ها می‌باشد. یعنی در باغ کمترین درصد شن و pH و در کاربری جنگل بیشترین درصد شن و pH وجود داشت. دلیل pH بیشتر در کاربری جنگل به دلیل بیشتر بودن شن است که ناشی از پایین بودن ظرفیت بافاری شن می‌باشد. و در باغ مقدار شن کم‌تر است و در نتیجه pH کم‌تر است. همچنین در باغ مقدار ماده آلی زیاد است و باتوجه به اینکه در اثر تجزیه ماده آلی اسیدهای آلی و اسیدکربنیک تولید می‌شوند این اسیدها می‌توانند منجر به کاهش pH شوند.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش در راستای بررسی تغییرات برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف اراضی نشان داد که خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف با هم تفاوت دارند و این تفاوت در سطح احتمال یک درصد معنی دار است که کمترین ضریب تغییرات مربوط به واکنش خاک و بیشترین مربوط به آهک می‌باشد.

منابع

- خادمی، ح. محمدی، ج. و نائل، م. ۱۳۸۵. مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه ۱۱۱-۱۲۴.
- رضایی‌نژاد، ر. ابطحی، ع. زین الدینی، ع. زارع، س. و شاهنظری کرباسرای، س. ۱۳۹۰. تأثیر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.
- ولی‌پور، م. کریمیان اقبال، م. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۶. بررسی تغییر کاربری اراضی منطقه شمس آباد استان قم و تأثیر آن بر شوری خاک. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تهران، کرج.
- Ajami M., ۲۰۰۷. Soil quality attributes micropedology and clay mineralogy as affected by land use change and geomorphic position on some loess-derived soils in eastern Golestan Province, Agh-Su wastershed. M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. ۱۹۱p. (In Persian).
- Brejda J.J., Karlen D.L., Smith J.L. and Allan D.L. ۲۰۰۰. Identification of regional soil quality factors and indications in northern Mississippi loess hills and Palouse Prairie. Soil Science Society of America. ۶۴: ۲۱۲۵-۲۱۳۵.
- Doran J.W. and Parkin T.B. ۱۹۹۴. Defining and assessing soil quality. In: Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F. and Stewart B.A. (Eds), defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America. Special Publication, No. ۳۵.
- Jing W., Yue F., Hui C., Chong Y. and Yuan F. ۲۰۱۱. Effect of land use and soil management practices on soil fertility quality in north China cities' urban Fring. African Journal of Agricultural Research, ۶(۹): ۲۰۵۹-۲۰۶۵.
- Jaiyeoba I.A., ۲۰۰۳. Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid savannah Soil and Tillage Research. ۷۰: ۹۱-۹۸.
- Kizilkaya R. and Dengiz O. ۲۰۱۰. Variation of land use and land cover effects on some soil physico-chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdirbyste Agric. ۹۷(۲): ۱۵-۲۴.
- Lal R., ۱۹۹۹. Soil quality and food security: The global perspective. In: Lal R., (Ed.), Soil quality and soil erosion. Soil and Water Conservation Society and CRC Press, Boca Raton.
- Romig D.E., Garlynd M.J. and Harris R.F. ۱۹۹۶. Farmer-based assessment of soil quality: a soil health scorecard, In: Doran J.W., Jones A.J., (eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Special Publication, No. ۴۹.
- Young R., Wilson R. and Mcleod M. ۲۰۰۵. Carbon storage in the soils and vegetation of contrasting land uses in northern New South Wales, Australia. Australian Journal of Soil Research. ۴۳: ۲۱-۳۱.

Abstract

Acquiring knowledge about land use effect on soil properties is essential for maintenance and increase of soil fertility and productivity in sustainable agriculture. So a soil Chemical quality assessment was performed in Rabor area in Kerman province. In this study four land uses including: rangeland, forest, agriculture and garden were selected. From Four land uses totally ۱۰۴ samples were collected from soil surface (۰-۱۵cm). Cation exchange capacity (CEC), organic matter, calcium carbonate, pH and electrical conductivity (EC) were studied as soil chemical properties. The results showed that calcium carbonate and pH had the highest and the lowest coefficient of variation in the study area respectively. Also, soil chemical properties showed significant difference among various land uses.



تعیین تراکم درز و شکاف خاک به وسیله نرم افزار GSA Image Analyser

زهرا رضانی^۱، علی‌رضا واعظی^۲، فاطمه بابایی^۳
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

خصوصیات درز و شکاف بر نفوذپذیری خاک به آب و هوا نقشی اساسی دارد. از این رو تعیین شدت وقوع آن در سطح خاک ضروری می‌باشد. خصوصیات مختلف درز و شکاف از جمله تراکم، عمق و پیوستگی بر رفتار هیدرولوژی خاک اثر می‌گذارند. روش‌های متعددی برای ارزیابی تراکم درز و شکاف به کار گرفته شده است. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش اندازه‌گیری دستی، تجزیه تصویر و توموگرافی اشاره کرد. در این پژوهش از روش تجزیه تصویر به وسیله نرم‌افزار GSA Image Analyser برای بررسی تراکم درز و شکاف در سه خاک مختلف (رسی، لوم‌رسی و لومی) استفاده شد. بر اساس نتایج، کمترین مقادیر تراکم درز و شکاف در خاک لوم‌رسی (۴۰/۱ متر بر متر مربع) و بیشترین آن در خاک رسی (۲۲/۳ متر بر متر مربع) مشاهده شد. علت این موضوع مقادیر بیش‌تر ضریب انبساط‌پذیری خطی در خاک رسی ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: انبساط‌پذیری خطی، بافت خاک، درز و شکاف سطح، نفوذپذیری خاک

مقدمه

خاک‌های آماس‌پذیر در رویارویی با نوسانات فصلی رطوبت، به صورت تناوبی منبسط و منقبض می‌شوند (Tripathy, ۲۰۰۲). به هنگام خشک شدن این خاک‌ها رطوبت خاک کاهش یافته، اما هوایی جایگزین آن نمی‌شود، در نتیجه با انقباض خاک در آن درز و شکاف ایجاد می‌شود (ساعد، ۱۳۹۳).

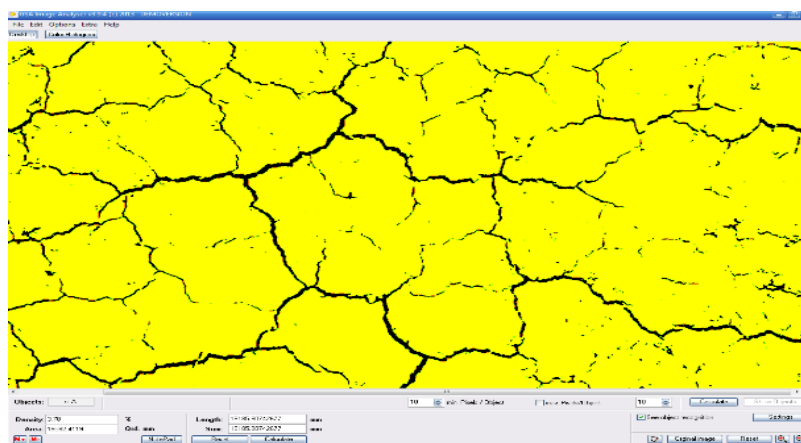
وجود درز و شکاف در سطح خاک به سبب جریان ترجیحی موجب افزایش سرعت انتقال آب و مواد غذایی به سطوح زیرین خاک می‌شود (Takele and Lascano, ۲۰۱۲). درز و شکاف تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر تهویه خاک نیز دارد (Hillel, ۱۹۹۸). از جمله ویژگی‌های درز و شکاف که بر خواص هیدرولوژی خاک مؤثر است می‌توان به طول و عرض، عمق و پیوستگی درز و شکاف اشاره کرد (Peron et al., ۲۰۱۲). روش‌های متعددی برای ارزیابی ویژگی‌های درز و شکاف به کار گرفته شده است. از جمله این روش‌ها روش اندازه‌گیری مستقیم می‌باشد. به عنوان مثال در پژوهشی کیشنی و همکاران (۲۰۱۰) به اندازه‌گیری عرض، طول درز و شکاف در منطقه‌ای از تگزاس در مساحتی به ابعاد ۱۰۰ مترمربع پرداختند. آنان برای این منظور از صفحه‌ای شیشه‌ای مشبکی با ابعاد هر واحد ۱/۰ متر استفاده کردند. همچنین داسوگ و همکاران (۲۰۰۰) به منظور اندازه‌گیری درز و شکاف‌ها از روش شبکه‌بندی سطح به وسیله خطوط شفاف استفاده کردند. از جمله محدودیت‌های این روش عدم دسترسی به عمق و حجم شکاف ایجاد شده در سطح خاک است، همچنین این روش فوق‌العاده وقت‌گیر می‌باشد. روش دیگر، اندازه‌گیری عمقی به وسیله یک میله رابط و سطح دیجیتال است. انتهای میله در تماس با سطح قرار دارد و با بالا و پایین رفتن میله در اثر حضور درز و شکاف و سنجش فاصله آن از سطح دیجیتال عمق درز و شکاف اندازه‌گیری می‌شود. در این روش علاوه بر طول و عرض درز و شکاف‌ها به عمق و حجم آن‌ها پی‌برده می‌شود (Takele and Lascano, ۲۰۱۲). روش دیگر روش‌های مبتنی بر تجزیه تصویر می‌باشد. در مطالعه‌ای پنگ و همکاران (۲۰۰۶) به اندازه‌گیری درز و شکاف خاک از طریق تجزیه تصاویری دیجیتال پرداختند و موفق به اندازه‌گیری درز و شکاف‌های به کوچکی ۱/۰ میلی‌متر شدند. در این روش، اندازه‌گیری بدون هیچ گونه دستکاری در ساختار طبیعی خاک در طی زمان می‌تواند به صورت مکرراً صورت بگیرد و زمان‌گیر نمی‌باشد. از جمله اشکالات این روش عدم دسترسی به اطلاعات عمقی و حجمی درز و شکاف است. علاوه بر این‌ها حضور پوشش گیاهی در سطح خاک موجب عدم دسترسی به سطح خاک بوده و همچنین استفاده از این روش برای مناطق وسیع امکان‌پذیر نمی‌باشد (Takele and Lascano, ۲۰۱۲). روش دیگر روش توموگرافی مقاومت الکتریکی می‌باشد. امیدو و دونبار (۲۰۰۷) برای اندازه‌گیری گیلگا و درز و شکاف در مقادیر متفاوت رطوبتی در خاک‌های ورته سول تگزاس استفاده کردند. این روش برای ارزیابی تغییرات زمانی رطوبت خاک استفاده می‌شود و به طور غیر مستقیم تعیین‌کننده عمق و حجم درز و شکاف‌های در خاک است. این روش نیاز به کالیبراسیون دارد (Amidu and Dunbar, ۲۰۰۷).

با توجه به تاثیر بسزایی که درز و شکاف بر خصوصیات هیدرولوژیکی خاک دارد، کمی‌سازی خصوصیات درز و شکاف از طریق روش‌های نام‌برده امری ضروری به نظر می‌رسد. در بین تمامی روش‌ها، روشی که نیاز به صرف هزینه و وقت نسبتاً کم‌تر دارد، روش مبتنی بر تجزیه تصویر است. در بین نرم‌افزارهای مورد استفاده در این زمینه نرم‌افزار GSA Image Analyser با فضای گرافیکی ساده

دارای سهولت استفاده برای کابرن می‌باشد. بنابراین هدف از این مقاله معرفی روشی کارآمد جهت اندازه‌گیری تراکم درز و شکاف در سطح خاک است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سه نوع بافت خاک (رسی و لومی و لوم رس شنی) و در چهار تکرار مجموعاً در ۱۲ واحد آزمایشی انجام گرفت. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر از محدوده‌ی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۲ برداشت شد. توزیع اندازه ذرات خاک (درصد شن، سیلت و رس) در نمونه خاک گذرانده از الک ۲ میلی‌متر با استفاده از روش هیدرومتر تعیین شد. شاخص ضریب انبساط خطی از طریق نسبت اختلاف طول فتیله تهیه‌شده از خاک در حالت تر و خشک به طول فتیله در حالت خشک به دست آمد. نمونه‌های اولیه خاک پس از غربال شدن با استفاده از الک ۱۲ میلی‌متر، به داخل جعبه‌های فلزی به ابعاد ۱۰۰ سانتی‌متر × ۵۰ سانتی‌متر و عمق ۱۵ سانتی‌متر منتقل شدند. یک لایه فیلتر ماسه‌ای در کف جعبه‌ها ریخته و سپس خاک مورد نظر تا ۱۰ سانتی‌متری به جعبه‌ها اضافه شد. سطح خاک‌های درون جعبه تسطیح گردید. برای اعمال باران، یک دستگاه شبیه‌ساز باران طراحی شد. صفحه بارش این دستگاه از چهار عدد نازل از نوع Teejet با قطر دهانه‌ی ۴ میلی‌متر تشکیل شده بود که روی صفحه‌ی فلزی به ابعاد ۱ متر در ۵/۱ متر نصب شده بودند. صفحه‌ی بارش بر روی چارچوبی فلزی به ارتفاع ۸/۲ متر قرار گرفت. شدت باران تولیدی دستگاه در محدوده ۶۵ تا ۷۰ میلی‌متر بر ساعت قرار داشت. هر یک از خاک‌ها تحت تأثیر یک رخداد بارندگی ثابت تحت شیب متوسط ۱۰ درصد قرار گرفتند. به منظور اندازه‌گیری درز و شکاف‌ها، ابتدا تصاویر با وضوح ۱۵۳۶ × ۲۰۴۸ پیکسل، از سطح خاک درون فلوم‌ها پس از خشک شدن خاک به وسیله دوربین تهیه شد. پس از حذف قسمت‌های اضافی تصاویر و پرداخت تصویر توسط نرم‌افزار Photoshop نسخه CS۶ تصاویر وارد نرم‌افزار GSA Image Analyser نسخه ۴-۹-۳ شد. این نرم‌افزار بر اساس رنگ درز و شکاف‌ها، بین پیکسل‌های دارای شکاف و پیکسل‌های فاقد شکاف تفاوت قائل می‌شود (شکل ۱) و میزان درز و شکاف‌ها را به صورت درصد پیکسل دارای درز و شکاف به پیکسل کل ارائه می‌دهد. برای به دست آوردن طول تجمعی درز و شکاف و همچنین تراکم آن‌ها ابعاد تصاویر برای نرم‌افزار تعریف شد، سپس بر اساس ابعاد تصویر، طول درز و شکاف‌ها به وسیله نرم‌افزار محاسبه شد. تراکم درز و شکاف از نسبت طول درز و شکاف‌ها به مساحت تصویر به دست آمد.



شکل ۱- نمایی از آنالیز تصاویر درز و شکاف در خاک رسی توسط نرم‌افزار GSA Image Analyser

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه فیزیکی خاک‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج، کمترین مقادیر ضریب انبساط‌پذیری خطی در خاک لوم‌رس شنی (۰/۱۰) و بیشترین آن در خاک رسی (۰/۰۶) مشاهده شد. علت این موضوع می‌تواند مقادیر بالاتر رس و همچنین حضور رس‌های ۱:۲ باشد. مهمترین خصوصیات خاک که در ارتباط با پتانسیل انقباض و انبساط می‌باشند شامل: مقادیر رس ریز و کل و کانی‌شناسی است (Kuhn and Bryan, ۲۰۰۴). بر اساس طبقه‌بندی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) خاک رسی و لومی جزء کلاس خاک‌های با انبساط پذیری متوسط (۰/۳۰-۰/۰۶) و در عین حال خاک لوم رس شنی جزء کلاس خاک‌های با انبساط پذیری کم (۰/۰۳) شناخته شدند. در بسیاری از مطالعات رابطه‌ی قوی و مثبتی بین مقادیر رس خاک و ضریب انبساط پذیری خاک مشاهده شده است (Wilding and Tessier, ۱۹۹۸; Reeve et al., ۱۹۸۰). با این حال در مطالعه یولی و ریلتچی (۱۹۸۰) و گری و البورک (۲۰۰۲) رابطه‌ای بین مقادیر رس خاک و پتانسیل انقباض و انقباض مشاهده نشد. این موضوع می‌تواند به دلیل کانی‌شناسی متفاوت رس در خاک‌ها باشد (Kuhn and Bryan, ۲۰۰۴).

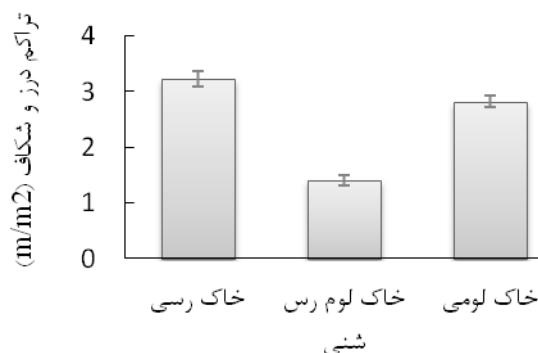
جدول ۱- برخی ویژگی‌هایی فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

انقباضپذیری خطی (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	
۰۶/۰	۱۵/۵۱	۴۰/۳۰	۴۵/۱۸	رسی
۰۵/۰	۱۶/۲۶	۴۰/۳۶	۴۴/۳۷	لومی
۰۱/۰	۴۷/۲۳	۲۶/۲۱	۳۲/۵۰	لوم رس شنی

بر اساس نتایج، کمترین مقادیر تراکم درز و شکاف در خاک لوم رس شنی (۴۰/۱ متر بر متر مربع) و بیشترین آن در خاک رسی (۲۲/۳ متر بر متر مربع) مشاهده شد. معمولاً برای بیان ظرفیت انقباض و انبساط خاک از ضریب انقباضپذیری خطی خاک استفاده می‌شود (McCormack and Wilding, ۱۹۷۵). در بافت‌های مورد مطالعه با افزایش ضریب انقباضپذیری تراکم درز و شکاف در سطح خاک افزایش یافت این یافته مطابق با نتایج تکلا و لاسکنو (۲۰۱۲) است (شکل ۲).



شکل ۲- تراکم درز و شکاف در سه خاک رس، لوم رس شنی و لومی

منابع

ساعدی، ا.، قربانی دشتکی، ش.، خلیلی مقدم، ب.، خداوردی لو، ح. و مرادی، ف. ۱۳۹۳. ارزیابی برخی مدل‌های انقباض در خاک‌های آماس‌پذیری در دشت زین استان چهارمحال و بختیاری، مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲۸ سری الف شماره ۱، صفحات ۱۸۹-۱۹۶

- Amidu, S.A. and Dunbar, J. A. ۲۰۰۷ Geoelectric Studies of Seasonal Wetting and Drying of a Texas Vertisol. *Vadose Zone Journal*. ۶: ۵۱۱-۵۲۳.
- Dasog G.S. Acton D.F. Mermut A.R. and De Jong E. ۱۹۸۸. Shrink-swell potential and cracking in clay soils of Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* ۶۸:۲۵۱-۲۶۰.
- Gray, C.W. and Allbrook, R. ۲۰۰۲. Relationships between Shrinkage Indices and Soil Properties in Some New Zealand soils. *Geoderma*, Vol. ۱۰۸(۳-۴): ۲۸۷-۲۹۹.
- Hillel, D. ۱۹۹۸. *Environmental soil physics*. Academic Press, San Diego.
- Kishné, S.Z., Morgan, C.L.S., Ge, Y. and Miller, W.L. ۲۰۱۰. Antecedent Soil Moisture Affecting Surface Cracking of a Vertisol in Field Conditions. *Geoderma*. ۱۵۷(۳-۴): ۱۰۹-۱۱۷.
- Kuhn, N.J and Bryan, R.B. ۲۰۰۴. Incorporating rainfall and drying sequences into erodibility assessment. ISCO ۲۰۰۴ - ۱۳th International Soil Conservation Organisation Conference - Brisbane, July ۲۰۰۴.
- McCormack, D. E. and Wilding, L.P. ۱۹۷۵. Soil Properties Influencing Swelling in Canfield and Geeburg Soils. *Soil Science Society of American Journal*. ۳۹(۳): ۴۹۶-۵۰۲.
- Penga, X., Horna, R., Petha, S. and Smuckerb, A. ۲۰۰۶. Quantification of soil shrinkage in ۲D by digital image processing of soil surface. *Soil and Tillage Research*. ۹۱(۱-۲): ۱۷۳-۱۸۰.
- Peron, H., Hueckel, T., Laloui, L. and Hu, L.B. ۲۰۱۲. Formation of drying crack patterns in soils: a deterministic approach. *Acta Geotechnica*. DOI ۱۰.۱۰۰۷/s۱۱۴۴۰-۰۱۲-۰۱۸۴-۵.



- Reeve, M. J., Hall, D.G.M. and Bullock, P. ۱۹۸۰. The Effect of Soil Composition and Environmental Factors on the Shrinkage of Some Clayey British Soils," *European Journal of Soil Science*. ۳۱(۳) ۴۲۹-۴۴۲.
- Takele, M.D. and Lascano, R.J. ۲۰۱۲. Review Paper: Challenges and Limitations in Studying the Shrink-Swell and Crack Dynamics of Vertisol Soils *Open Journal of Soil Science*. ۲: ۸۲-۹۰.
- Tripathy S. Subba Rao K.S. and Fredlund D G. ۲۰۰۲. Water content-void ratio swell-shrink paths of compacted expansive soils. *Canadian Geotechnical Journal* ۳۹:۹۳۸-۹۵۹.
- Wilding, L.P. and Tessier, D. ۱۹۹۸. Genesis of Vertisols: Shrink-Swell Phenomena. In: L. P. Wilding and R. Puentes, Eds., *Vertisols: Their Distribution, Properties, Classification, and Management*, Texas A&M University Printing Center, College Station. ۵۵-۷۹.
- Yule, D.F. and Ritchie, J.T. ۱۹۸۰. Soil Shrinkage Relationships of Texas Vertisols: I. Small Cores," *Soil Science Society of American Journal*. ۴۴(۶): ۱۲۸۵-۱۲۹۱.

Abstract

The characteristics of cracks have an important role in water and air permeability of the soil. So, there is need to calculate the rate of cracks on the soil surface. Different crack characteristics particularly density, depth and continuity can affect on the soil hydrological behavior. Several methods are usually applied to evaluate crack density. Some of these methods are manual measurement, image analysis, and tomography. In this study, crack density was determined in three soils (clay, sandy clay loam, and loam) using the GSA Image Analyser software. Based on the results, the lowest crack density was observed in sandy clay loam ($۱.۴۰ \text{ g m}^{-۲}$) while clay appeared the highest value ($۳.۲۲ \text{ g m}^{-۲}$) which can be due its high coefficient of linear extensibility



تغییر اقلیم و نقش مدیریت پایدار خاک در مقابله با آن

کامران مروج^۱ و محمد صادق عسکری^۱
۱-اعضاء هیئت علمی و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

در سال های اخیر، محققین خاکشناسی در حال توسعه روش های جدیدی برای کاهش تولید گازهای گلخانه ای از محیط خاک به هوا و همچنین تقلیل اثرات زیان بار آنها به محیط زیست هستند. چراکه خاک به عنوان بخشی از منابع طبیعی، هم متاثر از تغییر اقلیم است و هم در بحث گرمایش جهانی سهمی می باشد. هدف از این مطالعه ایجاد درک عمیق تر از رابطه بین خاک و اقلیم و بررسی مدیریت پایدار خاک در ارتباط با پدیده افزایش دمای کره زمین است. مبنای سازگاری خاک با تغییر اقلیم در غالب پنج گزینه کلی می تواند گنجانده شود. ۱- بهبود ظرفیت ذخیره آب در خاک، ۲- کنترل فرسایش خاک، ۳- بهبود ساختمان خاک با استفاده از مواد آلی، ۴- مدیریت کربن آلی خاک و ۵- ارتقاء مدیریت عناصر پر مصرف و کم مصرف. بعضی از خصوصیات خاک قابل تغییر نیستند. اما برخی دیگر می توانند برای کمک به کاربران اراضی جهت سازگاری با تغییر اقلیم و کاهش اثرات گرمایش جهانی تغییر کنند. از جمله افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، فراهم کردن مواد غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش تنوع زیستی در خاک. بنابراین، برای دستیابی به اهداف توسعه کشاورزی و امنیت غذایی ضرورت سازگاری و مدیریت خاک با تغییر آب و هوا و کاهش شدت انتشار گازهایی مانند CO₂، N₂O و متان از آن، بسیار حیاتی است. کلمات کلیدی: استراتژی برد- برد- برد، ترسیب کربن، سلامتی خاک و کشاورزی سازگار با اقلیم

مقدمه

اگرچه تغییر آب و هوای زمین از چند میلیون سال پیش به آرامی شروع شده است، اما در چند دهه اخیر با صنعتی شدن جوامع و افزایش فعالیت های انسان سرعت چشمگیری به خود گرفته است. یکی از مهمترین و شناخته شده ترین دلایل تغییر اقلیم استفاده بیش از حد از سوخت های فسیلی مانند ذغال سنگ، نفت و مشتقات آن است. استفاده از مواد فوق الذکر باعث آزاد شدن CO₂ و سایر گازها در جو زمین می شود که جذب بیشتر انرژی خورشیدی و در نتیجه افزایش دمای زمین را در پی خواهد داشت. به چنین رخدادی اصطلاحاً اثر گلخانه ای^۲ گفته می شود که پدیده ای به نام گرمایش جهانی^۳ (افزایش دمای تمام مناطق کره زمین) را بدنبال دارد. خاک یکی از بزرگ ترین منابع کربن در جهان است و پس از اقیانوس ها در رتبه دوم قرار دارد. کربن داخل خاک بطور طبیعی تجزیه شده و ضمن تبدیل به CO₂ در اتمسفر آزاد می شود. اگر دمای زمین افزایش پیدا کند، فرایند فوق الذکر نیز تسریع می شود که نتیجه آن تولید و تجمع بیشتر این گاز خواهد بود. خاک همچنین منشاء تولید برخی گازهای مضر گلخانه ای دیگر مانند متان و اکسید نیتروژن است. (Eagle et al., 2012). تغییر دما و الگوهای بارندگی سبب آسیب دیدن ساختمان خاک می شود. در این زمینه ماده آلی به شدت تحت تاثیر قرار می گیرد. به نحوی که وقتی تعادل آن مختل شود، منجر به برهم خوردن تعادل عناصر غذایی و پایداری خاک و همچنین ظرفیت نگهداری آب در خاک و جمعیت موجودات میکروسکوپی می شود. مجموع تغییرات فوق الذکر نیز منتهی به فرسایش شدید خاک ها و از بین رفتن آنها خواهد شد. هدف از این تحقیق ایجاد درک و شناخت بهتر و عمیق تر از رابطه بین خاک و اقلیم (CLIMSOIL) و بررسی نحوه مدیریت پایدار خاک برای کاهش اثرات زیان بار پدیده گرمایش جهانی و گازهای گلخانه ای است.

مواد و روش ها

این تحقیق با انجام یک مرور کلی بر برخی اصول سلامت خاک، به راه های تعامل خاک با اقلیم و اکوسیستم های خشکی می پردازد. همچنین برخی اقدامات مدیریتی که به منظور سازگاری و انعطاف پذیری اکوسیستم های کشاورزی و کاهش اثرات تغییر اقلیم ضروری می باشد را شرح می دهد.

نتایج و بحث

یکی از منابع طبیعی که نقش بسیار مهمی در تامین نیازهای غذایی مردم و همچنین سطح درآمد بخش قابل توجهی از ساکنین زمین دارد، خاک می باشد. سلامت خاک تابعی از ظرفیت آن در زمینه کمک به رشد گیاه، تنوع زیستی داخل آن، گردش منظم چرخه های کربن، آب، هوا و مواد غذایی است. موجودات خاکزی مواد آلی را بعنوان غذا بطور مکانیکی (خرد کردن) و شیمیایی (معدنی شدن) تجزیه و خورد می کنند. مواد غذایی اضافی، در داخل خاک آزاد شده و توسط گیاهان مصرف می شود. بخش

^۲ Greenhouse effect

^۳ Global warming

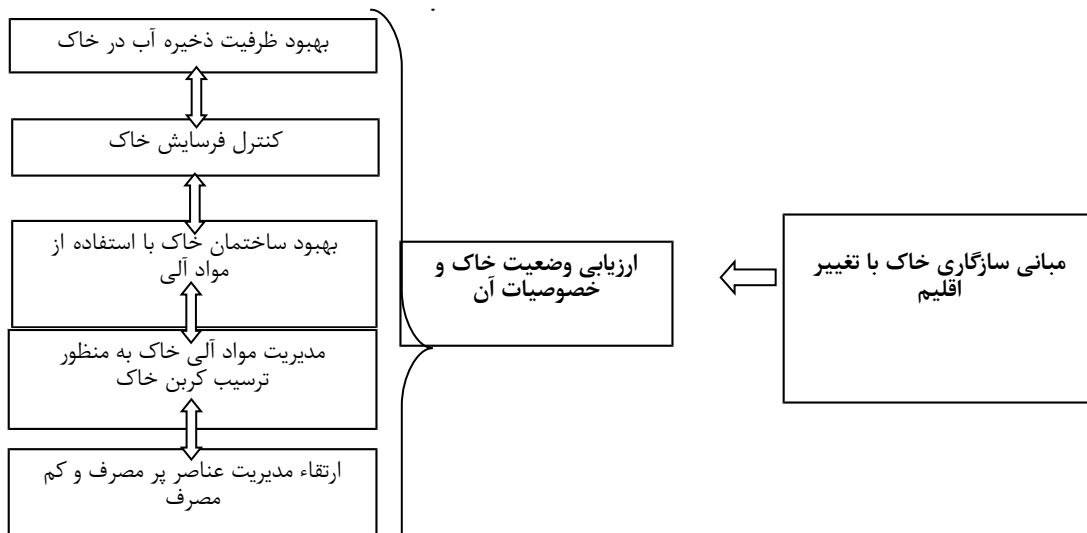
باقیمانده و غیر قابل تجزیه آن (ماده آلی بویژه هوموس خاک) ظرفیت خاک را برای ذخیره آب، ترسیب کربن از اتمسفر افزایش می دهد (Bot and Benites, ۲۰۰۵). در سیستم های زراعی، مرتعی و جنگلی، تغییر اقلیم می تواند سلامت خاک برای رشد گیاه را از طرق مختلفی از جمله موارد زیر متاثر سازد.

۱. کاهش بارندگی و تکرار آن برای طولانی مدت و وقوع خشکسالی های مکرر که باعث کاهش ظرفیت خاک برای نگهداری آب و تامین مواد غذایی قابل دسترس گیاهان می شود.
۲. وقوع بارندگی و طوفان های شدید که خطر فرسایش آبی و بادی را افزایش می دهد. و
۳. افزایش دمای سطح خاک که منجر به شدت بیشتر معدنی شدن مواد آلی خاک می شود.

برخی از خصوصیات خاک که در رابطه با موضوع تغییر اقلیم بسیار مهم هستند، عبارتند از: ساختمان و بافت خاک، مقدار ماده آلی، مواد غذایی و موجودات خاکزی، اسیدیته و ظرفیت تبادل کاتیونی. این خصوصیات بطور مستقیم یا غیر مستقیم سبب تامین برخی از عوامل موثر در باروری خاک ها مانند ظرفیت نگهداری آب می شود. بافت خاک بر ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین نگهداری و تبادل مواد غذایی اثر می گذارد. خاک های مختلف به علت داشتن بافت های متفاوت، دارای درجات مختلفی از نفوذ پذیری نسبت به آب بوده و بنابراین سطوح مختلفی از مواد آلی خواهند داشت. خاک های شنی نیز به علت وجود ذرات شن و همچنین داشتن خلل و فرج درشت، ظرفیت نگهداری آب کمتری داشته و در نتیجه مقدار ماده آلی آنها نیز کمتر از خاک های رسی و سیلتی (از قدرت جذب و نگه داشت آب و مواد غذایی بیشتری برخوردارند) هستند (FAO, ۲۰۱۲). با گرمایش جهانی، تغییرات قابل توجهی در میزان بارندگی در بسیاری از نقاط رخ می دهد. این موضوع نوسانات شدید تبخیر و تعرق را در پی خواهد داشت. چنین تغییراتی قابلیت دسترسی گیاهان به رطوبت خاک را کاهش خواهد داد. هرچه دما بالاتر رود، شدت تجزیه مواد آلی خاک (معدنی شدن) بویژه در نزدیکی سطح خاک افزایش پیدا می کند. این اتفاق ظرفیت بالقوه خاک برای ترسیب کربن و نگهداری آب در خاک را متاثر می کند. غلظت بالای CO₂ در هوا و افزایش آن با افزایش دما بر روی فرایندهای فتوسنتزی و تولید خالص اولیه گیاه اثر می گذارد. از اینرو، تثبیت کربن در زیست توده گیاه برای ایجاد تعادل در انتشار گازهای گلخانه ای (به سبب فرایند معدنی شدن مواد آلی) کافی نخواهد بود (Reicosky et al., ۲۰۰۵).

مبانی سازگاری خاک با تغییر اقلیم و کاهش با افزایش انعطاف پذیری آن

سامانه های مختلف کشاورزی، مرتعی و جنگلی پایدار قادر به ترسیب مقادیر قابل توجهی کربن از اتمسفر و ذخیره آن در خاک ها و پوشش گیاهی هستند. پتانسیل ترسیب کربن هر خاکی به متغیرهای زیادی وابسته می باشد. هنگام ارزیابی ترسیب کربن، باید توجه داشت که هر نوع کربنی دارای شدت بازگشت خاص خود است. بطور مثال، کربن تجمع یافته در ۱۰ سال اول، جوان بوده و به شدت قابل اکسید شدن است. کربن موجود در خاک با گذشت زمان پایدارتر می شود. علاوه بر این، برای ارزیابی اثرات فعالیت های مدیریتی در خاک، داشتن مناطق مرجع با شرایط اقلیمی و خاکی مشابه بسیار ضروری است. خاک های دست نخورده با پوشش گیاهان طبیعی می توانند بعنوان مناطق مرجع در مقایسه با خاک هایی که تحت فعالیت های انسانی هستند، در نظر گرفته شود. همچنین، تجزیه و تحلیل داده ها برای بررسی تاثیرگذاری اقلیم نیز باید در سطح مناطق اکولوژیکی زراعی (AEZ)^۴ انجام شود. شکل ۱ به اختصار مبانی سازگاری خاک با تغییر اقلیم و کاهش یا افزایش انعطاف پذیری آن در زمینه های مختلف را نشان می دهد (Corsi et al., ۲۰۱۲).



^۴ Agro-Ecological Zones

شکل ۱- مبانی سازگاری خاک با تغییر آب و هوا و مدیریت آن

ارزیابی وضعیت خاک

اطلاع از وضعیت و شرایط خاک ها و خصوصیات آنها برای مدیران و برنامه ریزان به منظور اتخاذ تصمیمات مناسب در جهت مدیریت پایدار خاک در زمینه کاربری هوشمند و سازگار اراضی که منطبق با تغییر اقلیم باشد، حیاتی است. در این رابطه، انجام مطالعات خاکشناسی و ارزیابی اراضی، تجزیه و تحلیل داده های میدانی و آزمایشگاهی با استفاده از کلیه فن آوری های جدید و روش های مرسوم توسط کارشناسان از جایگاه خاصی برخوردار است. اطلاعات بدست آمده از خاک بهتر است در غالب نقشه های پیوسته با تاکید بر خصوصیات خاک باشد. ارزیابی های بصری خاک نیز باید با همراهی کاربران اراضی و با پشتیبانی کارشناسان برای ارزیابی خصوصیات فیزیکی خاک (مانند بافت، ساختمان، ظرفیت نگهداری آب و پراکنش ذرات) و شیمیایی (از قبیل اسیدیته، شوری و عناصر پر مصرف و کم مصرف) انجام شود. سپس نتایج چنین مطالعاتی باید در اختیار کاربران اراضی قرار داده شود (FAO, ۲۰۱۲). در ادامه به نکات و خصوصیات از خاک که در شکل ۱ اشاره شد، بیشتر پرداخته می شود.

بهبود ظرفیت ذخیره آب در خاک

ذخیره آب در خاک به عوامل متعددی وابسته است. از جمله، بارندگی، عمق خاک، بافت خاک (بویژه مقدار رس) و ساختمان. اتخاذ اقدامات مدیریتی می تواند میزان نفوذ آب باران در خاک و ظرفیت آن برای کاهش تبخیر آب و همچنین ظرفیت ذخیره آب در خاک را تحت تاثیر قرار دهد. یکی از این اقدامات مدیریتی، حفظ و تقویت پوشش گیاهی سطح خاک است که اثرات بسیار خوبی در مقدار ماده آلی خاک، ساختمان و خلل و فرج خاک، تهویه و وزن مخصوص ظاهری دارد. در مرحله بعد، بهبود خصوصیات ذکر شده باعث افزایش شدت نفوذپذیری، افزایش پتانسیل ذخیره آب و آب قابل دسترس خاک برای گیاهان، افزایش بارندگی موثر و باروری خاک می شود (Gal et al., ۲۰۰۷). زمانیکه خصوصیات فوق الذکر بهبود و ارتقاء یابد، شدت فرسایش خاک، پراکنش ذرات معدنی و خطرات آب ماندگی و شوری در مناطق خشک نیز کاهش پیدا می کند.

کنترل فرسایش خاک

فرسایش خاک یک فرایند تخریبی مهم و گسترده می باشد. بارندگی شدید می تواند در مناطقی که فاقد پوشش گیاهی کافی هستند و زمین شیب متوسط تا زیاد دارد، تولید روان آب فراوانی کرده و بدنبال آن فرسایش خاک رخ دهد. مطالعات نشان داده است که فرسایش خاک متاثر از شخم بعنوان عامل اصلی کاهش کربن خاک و نیز جابجایی خاک در اراضی بالادست یک منطقه می باشد. حتی در شیب های ملایم نیز پدیده پراکنش ذرات خاک یا ایجاد پوسته های سطحی در خاک های قلیایی، خطر فرسایش را افزایش می دهد. روان آب و فرسایش ناشی از آن می تواند بطور قابل ملاحظه ای از طریق روش های حداقل شخم یا بدون شخم همراه با پوشش گیاهی مناسب در سطح خاک (مانند مالچ گیاهی، به جا ماندن بقایای گیاهی و غیره) کاهش یابد (Reicosky et al., ۲۰۰۵). در مناطق شیبدار نیز می توان بوسیله کاشت گیاهان در جهت عمود بر شیب، استفاده از ابنیه های حفاظت آب و خاک مانند تراس بندی و شکست شیب، ضمن جلوگیری از هدر رفتن آب و ایجاد پوشش گیاهی، آنرا در خاک نفوذ داد.

بهبود ساختمان خاک با استفاده از مواد آلی

بسیاری از اراضی کشاورزی دارای خاک های رسی و لومی به علت تردد زیاد ماشین آلات زراعی سنگین فشرده شده اند. در اراضی مرتعی نیز، تراکم خاک به علت عبور و مرور حیوانات وحشی و یا دام رخ می دهد. فرایند تراکم باعث کاهش خلل و فرج خاک و کاهش توان نفوذ ریشه های گیاهان می شود. در این شرایط، از یک سو فقط ریشه های بزرگ تر و قوی تر قادر به نفوذ عمقی در خاک هستند و از سوی دیگر، رشد تارهای کشنده و ریشه های کوچک که نفوذ جانبی دارند و در جذب آب و مواد غذایی مهم هستند، محدود می شود. توصیه شده است در چنین شرایطی از زیرشکن برای خورد کردن لایه های متراکم شده استفاده شود. این عمل تاثیر بسیار زیادی در باروری خاک و نیز رشد ریشه ها دارد (Eagle et al., ۲۰۱۲). چنین خاکدانه هایی بطور فیزیکی مانع معدنی شدن کربن و نیتروژن توسط آنزیم های میکروبی می شوند. اما ضروری است که کربن تجمع یافته برای طولانی مدت تثبیت شود. در فرایند تثبیت کربن، ابتدا خاکدانه های ریز در داخل خاکدانه های بزرگ ناپایدار تشکیل می شوند. سپس این خاکدانه های ناپایدار به خاکدانه های ریزتر خورد می شوند. فرایندهای تثبیت خاکدانه ها عمدتاً در اثر عوامل بیولوژیکی رخ می دهد (مانند عامل های سیمان کننده پلی ساکارییدی). برخی از عوامل وابسته به آب و هوا (از قبیل چرخه خشک و مرطوب شدن) نیز قسمتی از فرایند تثبیت هستند (FAO, ۲۰۱۲).

مدیریت مواد آلی خاک به منظور ترسیب کربن خاک

سهام کربن خاک و پتانسیل آزاد شدن آن وابسته به نوع کاربری اراضی و شدت استفاده از اراضی و همچنین مناطق اقلیمی زراعی (ACZ)^۵ دارد. شدت تجزیه و برگشت پذیری مواد آلی خاک تابع پیچیده ای از عوامل متعددی مانند جمعیت موجودات خاکی، دما و رطوبت خاک، ترکیب شیمیایی و فیزیکی آنها، نوع و نحوه استفاده از اراضی و اقدامات مدیریتی در منابع طبیعی (بویژه بهم

^۵ Agro-Climatic Zones



خوردن مکانیکی خاک) می باشد. در فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ ساله اخیر، کشاورزی شخم محور به علت تخریب خاک، در بسیاری از مناطق جهان سطح کربن آلی خاک را بین یک تا سه درصد کاهش داده است. چنین نقصانی باعث کاهش چشم گیر ظرفیت نگهداری آب در خاک و آزاد سازی مقادیر زیادی گاز دی اکسید کربن به جو شده است (Reicosky et al., ۲۰۰۵). این مسئله نیز سبب حذف یا کاهش پوشش گیاهی دائمی، کشت مکرر یا چرای مستمر، از بین رفتن بقایای گیاهی و آتش گرفتن مراتع شده است.

ارتقاء مدیریت عناصر پر مصرف و کم مصرف

تشدید فعالیت های کشاورزی، کودهای آلی (از قبیل کود دامی، کمپوست و بقایای گیاهی) بطور فزاینده ای همراه با کودهای شیمیایی مورد مصرف قرار می گیرند تا نیاز گیاهان به عناصر کم مصرف و پر مصرف تامین شود. سامانه های کشاورزی مکانیزه و همچنین کارخانجات تولید کننده کودهای تیترورنه مقادیر قابل توجهی گازهای گلخانه ای آزاد می کنند (Niggli et al., ۲۰۰۹). با گذشت زمان صنعت تولید کود متوجه شد در رهاسازی گازهای گلخانه ای به خصوص CO₂ و N₂O از طریق تولید، توزیع و مصرف کودهای شیمیایی سهیم است (IFA, ۲۰۰۹). اما مدیریت مزرعه می تواند فرایندهای بیولوژیکی که باعث خروج نیترات از خاک و تولید گازهای گلخانه ای می شود را کنترل و نقش مهمی داشته باشد. بطور مثال، تناوب زراعی با تولید کربوهیدرات های ساختاری (مانند لیکنین) همراه با نیتروژن این امکان را می دهد که ازت تولید شده از فرایند تجزیه و تخریب بقایای گیاهی سطح خاک به آرامی آزاد شده و سهم مثبتی در رشد گیاهان زراعی داشته باشد (Gal et al., ۲۰۰۷). در نهایت با توجه به مطالب ذکر شده، می توان بیا داشت که:

- ۱- مدیریت پایدار خاک در غالب استراتژی های برد-برد-برد بصورت ترسیب کربن در خاک، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای (GHG) و حمایت از تولید سالم، منجر به حفظ و گسترش منابع طبیعی می شوند.
 - ۲- خاک هایی که فرسایش یافته اند یا تخریب شده اند، بسیار بیشتر از سایرین در معرض اثرات مخرب تغییر اقلیم هستند.
 - ۳- به جای تخلیه ماده آلی خاک، فعالیت های مدیریتی که مقدار کربن آلی خاک را از طریق مدیریت ماده آلی خاک افزایش می دهد، منتج به استراتژی برد-برد-برد می شود. چنین اقداماتی ضمن کمک به حفظ عملکرد اکوسیستم های حیاتی (مانند چرخه های مواد غذایی و هیدرولوژیکی)، باروری خاک هایی که غنی از کربن هستند را حفظ می کند. و در نتیجه نیاز کمتری به انواع مواد اصلاح کننده و کودهای شیمیایی خواهند بود.
 - ۴- مدیریت روابط بین خاک، گیاه و آب می تواند مقدار ماده آلی خاک، ظرفیت خاک برای نگه داشتن آب و مواد غذایی را بهبود بخشیده و تنوع زیستی در خاک را ارتقاء دهد.
- باید متذکر شد که، ترسیب کربن نه تنها باعث ثبات اقلیم می شود، بلکه تولید محصولات کشاورزی را پایدارتر کرده و انعطاف پذیری کلی اکوسیستم های زراعی را افزایش می دهد. در حال حاضر اقدامات مدیریتی ثابت شده ای در بخش خاک وجود دارد که می تواند به کشاورزان برای انطباق با عوارض جانبی احتمالی تغییر اقلیم کمک کند. چنین فعالیت هایی اغلب آزاد سازی گازهای گلخانه ای را کاهش داده و باعث انعطاف پذیری در سامانه های کشاورزی می شود. در بحث نقش خاک در گرمایش جهانی، موضوع تثبیت کربن بوسیله خاک از جایگاه خاصی برخوردار است. مهمترین اقدامات مدیریتی در اراضی کشاورزی در بر گیرنده یکی از سه ماده گازی CO₂، N₂O و گاز متان در سامانه می باشد (Eagle et al., ۲۰۱۲). استفاده گسترده از این اقدامات پتانسیل بالایی برای دستیابی به امنیت غذایی در سطح ملی و اهداف توسعه ای دارد. در شرایط فعلی نیز نیاز مبرمی به ایجاد انگیزه برای استفاده از سامانه هایی با بیشترین تولید و بیشترین پتانسیل سازگاری می باشد.

منابع

- Bot, A. & Benites, J. ۲۰۰۵. The importance of soil organic matter key to drought-resistant soil and sustained food production. FAO Soils Bulletin. No. ۸۰, Rome.
- Corsi, S., Friedrich, T., Kassam, A., Pisante, M. & Sa, J.M. ۲۰۱۲. Soil organic carbon accumulation and carbon budget in conservation agriculture: a review of evidence. Vol. ۱۶. FAO Integrated Crop Management.
- Eagle, A.J., Olander, L.P., Henry, L.R., Haugen-Kozyra, K., Millar, N. & Robertson, G.P. ۲۰۱۲. Greenhouse gas mitigation potential of agricultural land management in the United States: a synthesis of the literature. Technical Working group on Agricultural Greenhouse Gases Report. Durham, USA, Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University.
- FAO. ۲۰۱۲. LADA local level manual for the assessment of land degradation and sustainable land management (in publication). Rome. (available at www.fao.org/nr/lada).
- Gal, A., Vyn, T.J., Miché li, E., Kladienko, E.J. & Mcfee, W.W. ۲۰۰۷. Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus moldboard plowing overestimated with tilled-zone sampling depths. Soil and Tillage Research, ۹۶: ۴۲-۵۱.



- IFA (International Fertilizer Industry Association). ۲۰۰۹. Fertilizers, climate change and enhancing agricultural productivity sustainably. White paper, Paris. (available at www.fertilizer.org/ifa/content/download/۲۳۰۰۰/۳۲۹۴۲۱/)
- Niggli, U., Flie bach, A., Hepperly, P. & Scialabba, N. ۲۰۰۹. Low greenhouse gas agriculture: mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems. Rev. ۲. FAO. (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/۰۱۰/ai۷۸۱e/ai۷۸۱e۰۰.pdf>)
- Reicosky, D.C., Lindstrom, M.J., Schumacher, T.E., Lobb, D. & Malo, D.D. ۲۰۰۵. Tillage induced CO₂ loss across an eroded landscape. Soil and Tillage Research, ۸۱ (۲): ۱۸۳-۱۹۴.

Abstract

Soil, which is a main part of natural resources, is affected by climate change (CG) and can influence global warming considerably. Therefore, developing new approaches to reduce greenhouse gases emissions from soil and to decrease their detrimental impact on environment, have been one of the main concerns of soil scientists during the past decade. This study aimed to enhance a better understanding of the relation among soil, climate and sustainable soil management and their links to global warming. The principle of interaction between soil and climate changing can be considered in five categories: ۱- the improvement of soil water holding capacity ۲- controlling soil erosion ۳- improving soil structure and organic matter contents ۴- monitoring soil organic carbon ۵- managing nutrients input. Although some of soil attributes (fixed properties) cannot be changed easily, dynamic soil attributes can be modified by changing management systems in order to decline global warring effects and compensate CG impacts. the sustainable management practices are associated with the increase of soil water holding capacity, soil biodiversity and providing nutrients. Hence, to achieve the sustainable agricultural goals and food security, assessing the interaction of soil management and climate change and reducing the emission of greenhouse gases such as CO₂, N₂O and CH₄ from soils are essential.



ارزیابی برخی ویژگی های کیفیت آب آبیاری برای پسته در منطقه رفسنجان

هرمزد نقوی

استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

چکیده

منطقه رفسنجان یکی از مناطق مهم باغداری پسته کشور می باشد. طبق معیارهای موجود ارزیابی کیفیت آب برای آبیاری، سهم زیادی از این آبهای آبیاری غیر قابل استفاده می باشد. اما بیشتر باغداران از محصول خود راضی و موفق می باشند. به نظر می رسد باید کیفیت آبهای منطقه، مطالعه و معیارهای جدیدی برای ارزیابی کیفیت آبهای آبیاری گیاه پسته ارائه گردد. هدف از این تحقیق شناسایی کیفیت بسیاری از آبهای آبیاری منطقه رفسنجان و تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده می باشد. جهت اجرای این پژوهش تعداد ۱۱۳۸ نمونه از تجزیه های آب های آبیاری باغات پسته (میزان سدیم، کلر و مقدار هدایت الکتریکی) رفسنجان جمع آوری شد. تعداد داده های مورد استفاده ۷۹۵۹ بودند. داده های بدست آمده در محیط نرم افزار EXCEL وارد و میانگین، بیشترین، کمترین و توزیع مطلق و فراوانی تجمعی هر خصوصیت محاسبه شد. نتایج نشان داد کاتیون سدیم و آنیون کلر غالب ترین املاح در آب های آبیاری بودند. استفاده از روش فائو قادر به گروه بندی بسیاری از آب ها به منظور توصیه کاربرد آبیاری نبود. میانگین هدایت الکتریکی، کلر و سدیم آب های مورد مطالعه به ترتیب ۶۶۷۳ میکرو موس بر سانتی متر، ۵۴ و ۴۲ میلی اکی والان بر لیتر می باشد. درختان پسته در مقابل شوری آب آبیاری مقاومت نشان داده و لازم است با انجام تحقیقاتی حد بحرانی شوری آب آبیاری برای این گیاه تعیین گردد.

واژگان کلیدی: کیفیت آب آبیاری، پسته، سدیم، کلر، هدایت الکتریکی

مقدمه

افزایش فراوانی آبهای با کیفیت نامتعارف و عدم استانداردهایی که قادر باشند این منابع آب را ارزیابی نمایند از جمله مشکلات کارشناسان می باشد. یکی از معیارهای موجود برای ارزیابی آبهای آبیاری و بیلکاکس (۱۹۸۵) است. طبق این معیار آبهای با هدایت الکتریکی بیش از ۵ دسی زیمنس بر متر مورد توجه قرار نمی گیرند. در مناطق دیگر جهان این مشکل با ارائه اعداد و ارقامی که سازگار با منابع آب در هر منطقه، مورد توجه قرار بوده است (رودز و همکاران ۱۹۹۲). تحقیقات زیادی نیز در هر منطقه با توجه نوع محصول و کیفیت منابع آب و خاک صورت گرفته است (محمدی و همکاران ۱۳۹۰، اسلامی و نقوی ۱۳۸۷، ابطحی ۱۳۸۰، یورستون ۲۰۰۵)

محمدی و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی گوجه فرنگی را تا هدایت الکتریکی ۴ دسی زیمنس بر متر ارزیابی کرد. یورستون و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق دیگری روی گیاهان زراعی، آب های تا هدایت الکتریکی ۱۰ دسی زیمنس بر متر را بکار بست. اسلامی و نقوی (۱۳۸۷) در یک آزمایشی به مدت ۵ سال روی گیاه پسته، از آب آبیاری با هدایت الکتریکی نزدیک ۷ دسی زیمنس بر متر در سیستم آبیاری زیر سطحی استفاده کردند. آن ها نتیجه گرفتند استفاده از این آب محدودیت قابل توجهی برای رشد و عملکرد گیاه پسته در مقایسه با منطقه نداشتند است. پتل و همکاران (۱۹۹۹) در یک پژوهش روی گیاه سیب زمینی از آب های با کیفیت ۱ تا ۹ دسی زیمنس بر متر استفاده کردند.

ابطحی (۱۳۸۷) اثر شوری خاک بر رشد گیاهان را ناشی از دو عامل فشار اسمزی محلول خاک و نوع یون تشکیل دهنده نمک خاک ذکر می کند. در این تحقیق که روی نهال های پسته انجام شد، از نمک های سولفات سدیم و کلرید سدیم به درصد های ترکیبی ۰ تا ۱۰۰ تا غلظت ۷۲ میلی اکی والان در کیلوگرم خاک استفاده شد. وی نتیجه گرفت رقم بادامی مقاومت بیشتری در مقایسه با رقم فندق داشته است. آداوی و همکاران (۲) چمن آفریقایی را در خاکی تا هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۲/۱۷ دسی زیمنس بر متر مورد آزمایش قرار دادند.

رودز و همکاران (۱۹۹۲) برخی از گیاهان را دارای مقاومت بیش از ۱۰ دسی زیمنس بر متر (آب آبیاری) بدون اینکه دچار کاهش رشد و یا بروز علائم ناشی از شوری شوند، گروه بندی کردند. آن ها همچنین برخی از گیاهان نظیر جو، پنبه و چغندر قند را در مقابل کلر مقاوم معرفی نمودند. آن ها افزایش کلر تا غلظت ۷۰ تا ۸۰ میلی اکی والان در عصاره اشباع خاک را محدود کننده رشد گیاهان مذکور ندانستند.

سطوح میزان شوری مورد آزمایش بر روی گیاهان مختلف بستگی به کیفیت آب در دسترس دارد، برای مثال گاتیز و همکاران (۱۹۹۴) اعتقاد دارند افزایش شوری تا ۵/۱۱ دسی زیمنس بر متر تنها موجب به تعویق انداختن جوانه زنی کلزا می گردد ولی میزان جوانه زنی را تحت تاثیر قرار نداده است. تدین و امام (۱۳۸۶) دو رقم جو را در سطوح شوری تا ۱۴ دسی زیمنس بر متر مورد آزمایش قرار دادند. از این رو بسیاری از محققین اعتقاد به گروه بندی آب آبیاری با توجه به هر منطقه، دارند (فائو ۱۹۹۴ و نورزاده ۱۳۹۰).

در مناطق خشک کشور گیاهانی مانند پسته وجود دارند که با آبهایی با کیفیت نامتعارف (با توجه به گروه بندی های موجود) آبیاری می گردند و محصول اقتصادی هم تولید می کنند. بر اساس معیارهای طبقه بندی موجود کیفیت آب آبیاری، این آبها قابل

استفاده و بهره برداری در کشاورزی نیستند (آیز و وستکات ۱۹۸۵). به نظر می‌رسد کیفیت این آب‌ها باید براساس معیار جدیدی مورد ارزیابی قرار گیرد. هدف از این آزمایش جمع آوری بسیاری از تجزیه‌های انجام شده آب‌های آبیاری و محاسبه برخی از ویژگی‌های آماري خصوصیات کیفی آب‌های آبیاری مناطق پسته کاری منطقه رفسنجان کرمان است. میانگین‌های بدست آمده به عنوان مقادیری و معیاری که محدودیتی شدیدی برای رشد و عملکرد درختان پسته بوجود نمی‌آورند، معرفی خواهند شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا اقدام به جمع آوری داده‌های مربوط به تجزیه آب‌های آبیاری که در منطقه رفسنجان انجام شده بود، گردید. برای این منظور از داده‌های موجود در آرشیو مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمان استفاده شد. بالغ بر ۱۱۳۸ نمونه تجزیه کامل آب آبیاری در منطقه رفسنجان بدست آمد. در این تجزیه‌ها میزان سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، کربنات و بی کربنات و هدایت الکتریکی به روش‌های معمول موسسه تحقیقات خاک و آب کشور اندازه گرفته شده و میزان سولفات با استفاده از روش تفریق مجاسه گردیده است. بیشتر آب‌های مورد مطالعه جهت آبیاری سطحی باغات پسته بکار می‌رفتند. با استفاده از داده‌های کاتیون و آنیون‌های بدست آمده نوع املاح آب آبیاری بر اساس منحنی پایپر (فتر ۱۹۸۸) تعیین گردید. برای ترسیم نمودار پایپر از نرم افزار GW-Chart استفاده شد. میزان SAR آب‌های آبیاری مورد مطالعه با استفاده از غلظت کاتیونهای سدیم، کلسیم و منیزیم و به کمک رابطه ۱ محاسبه گردید. به کمک داده‌های هدایت الکتریکی و میزان SAR هر یک از نمونه‌های آب آبیاری، اقدام به ارزیابی آن‌ها با استفاده از منحنی ویلکاکس (۱۹۵۸) شد.

$$SAR = \frac{(Na^+)}{\sqrt{\frac{1}{2}[(Ca^{2+}) + (Mg^{2+})]}} \quad (1)$$

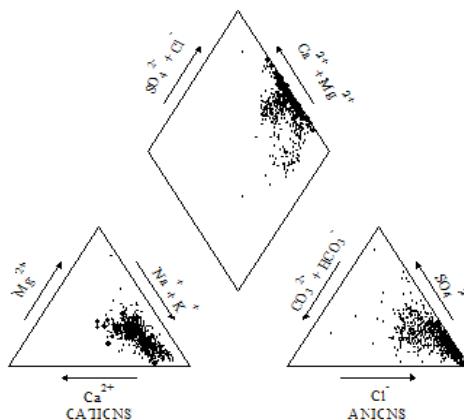
ویژگی هدایت الکتریکی، میزان کاتیون سدیم، و آنیون کلر آب‌های آبیاری مورد توجه قرار گرفتند. در نهایت تعداد ۷۹۶۶ داده برای انجام این پژوهش به کار گرفته شد. نمودارهای فراوانی مطلق و فراوانی تجمعی برای میزان هدایت الکتریکی، غلظت سدیم و کلر با استفاده از زیر برنامه Histogram Creator که در محیط EXCEL بکار گرفته شد. در این تحقیق شاخص‌های جدیدی برای ارزیابی اجزای کیفیت آب جهت کاربرد در باغات پسته در شرایط غرقابی ارائه می‌گردد. برای ارائه این شاخص‌ها فرض شد میانگین هر خصوصیت اندازه گیری شده، عددی است که رشد گیاه پسته را محدود نمی‌کند. بنابراین در این مقاله میزان هدایت الکتریکی، غلظت سدیم و غلظت کلر غیر محدود کننده ارائه می‌گردد.

شاخص‌های متناظر خصوصیات کیفی آب آبیاری مورد مطالعه، در عصاره اشباع خاک (هدایت الکتریکی و غلظت سدیم و کلر در عصاره اشباع) با بهره گیری از رابطه ۲ (فائو ۱۹۹۴) نیز در این پژوهش معرفی خواهند شد.

$$ECe = ECw \times 1.5 \quad (2)$$

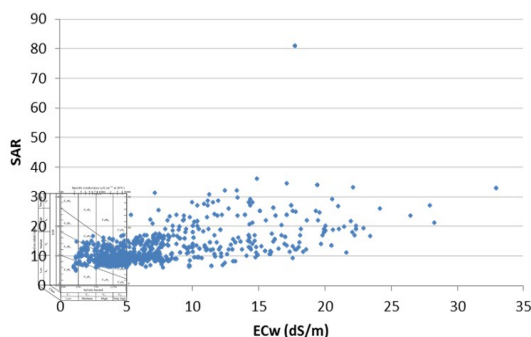
نتایج

شکل ۱ نتیجه ارزیابی آب‌های آبیاری مورد مطالعه با استفاده از روش پایپر را نشان می‌دهد. طبق این شکل آنیون غالب در این آب‌ها، آنیون کلرید است. فراوانی کاتیونها به ترتیب مربوط به سدیم، کلسیم و منیزیم می‌باشد. آنیونهای کربنات به ندرت و آنیون بی‌کربنات در بسیاری از آب‌ها مشاهده می‌شود ولی فراوانی غالب مربوط به کلر و سپس سولفات می‌باشد



شکل ۱. نمودار پایپر مربوط به آب‌های آبیاری مورد مطالعه

شکل ۲ وضعیت آبهای آبیاری مورد مطالعه از نظر میزان هدایت الکتریکی در مقابل میزان SAR آبهای فوق را نشان می‌دهد. در شکل ۲ ارزیابی کیفیت آبهای مربوطه با استفاده از روش ویلکاکس (۱۹۵۸) نمایش داده شده است. برای ترسیم این شکل نیازمند میزان هدایت الکتریکی آب آبیاری بر حسب دسی زمینس و مقدار SAR آب آبیاری بود.

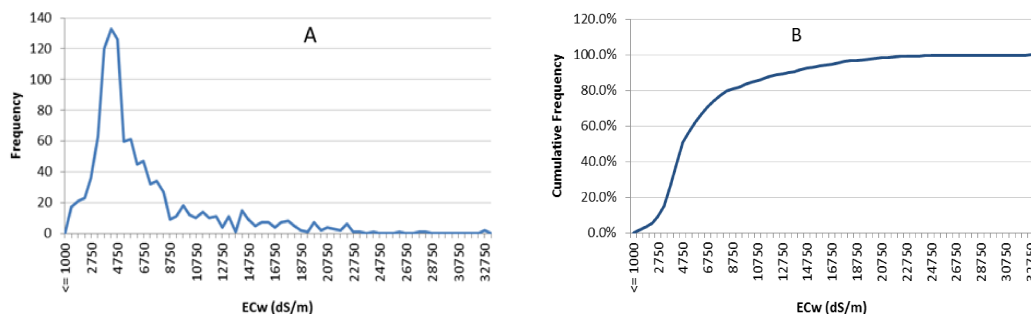


شکل ۲. وضعیت کیفیت آبهای آبیاری با استفاده از روش ویلکاکس (۱۹۵۸). طبق این روش بخش زیادی از آبهای آبیاری قابل طبقه بندی نیستند.

به روش ویلکاکس تعداد کمی از منابع آبهای آبیاری منطقه دارای محدودیت ناچیز و سهم زیادی از آبهای آبیاری منطقه دارای کیفیت نامطلوب و یا غیر قابل طبقه بندی هستند. این در شرایطی است که کشاورزان از کاربرد بسیاری از این آبها رضایت دارند و در مقایسه با آبهایی که بدون محدودیت (طبق روش ویلکاکس ۱۹۵۸) هستند، میزان محصول تفاوت چندانی نیز ندارد. وجود این آبها که در روش ویلکاکس و یا سایر روشهای معمول قابل گروهبندی نیستند، ارائه یک معیار برای ارزیابی این آبها را ضروری می‌نماید.

هدایت الکتریکی:

شکل ۳ فراوانی مطلق و فراوانی تجمعی هدایت الکتریکی آبهای آبیاری مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در ترسیم این شکل داده‌ها در دسته‌هایی با دامنه ۲۵۰ میکرو زمینس بر سانتی متر گروه بندی شدند. بیشترین و کمترین هدایت الکتریکی داده‌ها به ترتیب ۱۰۳۰ و ۳۲۰۰۰ میکرو زمینس بر سانتی متر بود. میانگین هدایت الکتریکی آبهای آبیاری مورد استفاده برابر با ۶۶۷۳ میکرو زمینس بر سانتی متر می‌باشد. فراوانی آبهایی که دارای هدایت الکتریکی کمتر از ۶۶۷۳ میکرو زمینس بر سانتی متر هستند، بیشتر می‌باشد. تقریباً ۶۸ درصد از داده‌های مطالعاتی، مقدار هدایت الکتریکی ای کمتر از میانگین دارند و ۳۲ درصد دارای مقداری بیش از میانگین هستند. به نظر می‌رسد بتوان در حال حاضر هدایت الکتریکی ۶۷۰۰ میکرو زمینس بر سانتی متر در آب آبیاری را به عنوان شوری ای که محدودیتی برای گیاه پسته بوجود نمی‌آورد معرفی کرد. البته این توصیه برای سیستم آبیاری سطحی کاربرد دارد.

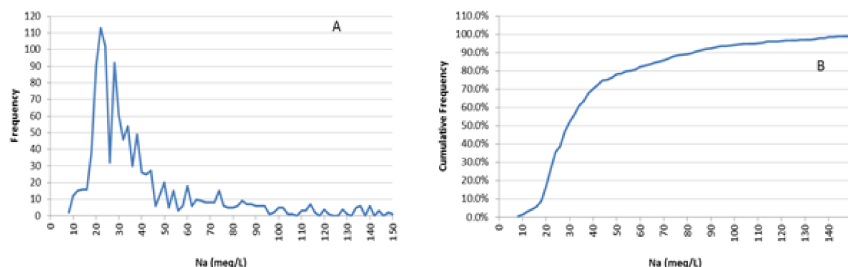


شکل ۳. فراوانی مطلق (A) و فراوانی تجمعی (B) هدایت الکتریکی آبهای آبیاری مورد مطالعه

میزان سدیم:

شکل ۴ فراوانی مطلق و فراوانی تجمعی غلظت‌های سدیم آبهای آبیاری در شهرستان رفسنجان را نشان می‌دهد. برای ترسیم این منحنی، داده‌ها در دسته‌هایی با دامنه برابر ۲ میلی اکی والان در لیتر دسته بندی شدند. کمترین مقدار مشاهده شده غلظت سدیم ۷، بیشترین مقدار سدیم ۲۵۶ و میانگین مقادیر سدیم در آبهای آبیاری مورد مطالعه ۴۲ میلی اکی والان در لیتر بود. اعداد فوق از توزیع نرمال پیروی نکرده اند. با توجه به میزان چولگی ۴/۲ میلی اکی والان در لیتر، و شکل ۴ مشاهده می‌گردد آبهای دارای سدیم

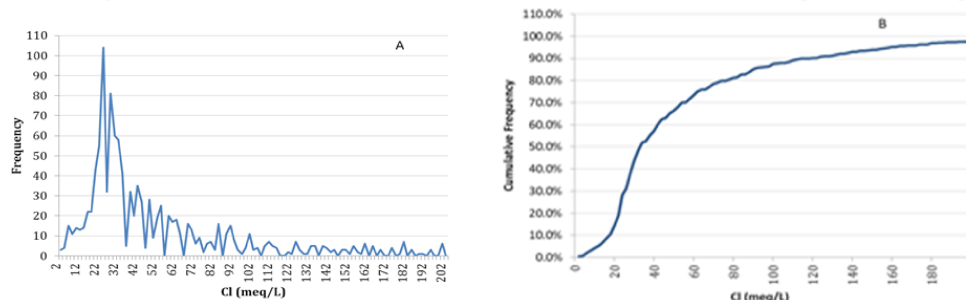
کمتر از ۴۲ میلی اکی والان در لیتر سهم بیشتری نسبت به مقادیر بیش از میانگین داشته اند. ۷۱ درصد از آبهای آبیاری دارای مقادیر سدیم کمتر از مقدار میانگین (۴۲-۱ meq/l) و ۲۹ درصد از آبهای آبیاری حاوی مقادیر سدیم بیش از میانگین بودند.



شکل ۴. منحنی فراوانی مطلق (A) و فراوانی تجمعی (B) غلظت سدیم در آبهای آبیاری مورد مطالعه

به نظر می‌رسد مقادیر سدیم برابر ۴۲-۱ meq/l و کمتر در سیستم‌های آبیاری سطحی برای درخت پسته، محدودیت شدید رشد ایجاد نمی‌کند.
کلر:

فراوانی مطلق (A) و تجمعی (B) مقادیر غلظت‌های کلر در آبهای آبیاری مورد مطالعه در شکل ۵ آمده است. در این منحنی داده‌های مربوطه در گروه‌هایی با دامنه ۰/۲-۱ meq/l استفاده شده است. حداقل کلر ۵/۱-۱ meq/l و بیشترین مقدار ۳۵۰-۱ meq/l گزارش شده و میانگین مقادیر کلر ۵۴-۱ meq/l بوده است. نتایج شکل ۵ و شاخص چولگی (۱۶/۲) میلی اکی والان در لیتر) نشان می‌دهد که توزیع داده‌های مربوط به میزان کلر در آبهای آبیاری منطقه، نرمال نیست. ۶۸ درصد از داده‌های مورد استفاده دارای مقدار کلر کمتر از میانگین و ۳۲ درصد از آبهای آبیاری مورد مطالعه دارای میزان کلر بیش از مقدار میانگین محاسبه شده، دارند. استفاده از آبهای آبیاری در سیستم‌های آبیاری سطحی، که دارای کلر کمتر از ۵۴-۱ meq/l باشند، رشد درختان پسته را با محدودیت شدید مواجه نمی‌کنند. به نظر می‌رسد تقریباً ۷۰ درصد از آبهای آبیاری مورد استفاده در این مطالعه مشکلی جدی با میزان کلر ندارند.



شکل ۵. منحنی فراوانی مطلق (A) و فراوانی تجمعی (B) غلظت کلر در آبهای آبیاری مورد مطالعه

تخمین میزان هدایت الکتریکی، کلر و سدیم مجاز خاک:

فائو (۵) میزان شوری عصاره اشباع خاک را با استفاده از کیفیت آب آبیاری توسط رابطه ۲ تخمین می‌زند (آیرز و وسکات ۳). اگر رابطه ۲ را برای سایر فاکتورهای کیفیت آب آبیاری مانند سدیم و کلر بسط دهیم؛ طبق داده‌های مورد مطالعه، کیفیت خاک (هدایت الکتریکی، غلظت کلر و سدیم در عصاره اشباع خاک) در تعادل با استفاده درازمدت از آبهای آبیاری، بدست خواهد آمد. میزان هدایت الکتریکی میانگین عصاره اشباع خاک برابر با ۱۰۵۰۰ میلی زیمنس بر سانتیمتر (معادل ۵/۱۰ دسی زیمنس بر متر) محاسبه شده است. به نظر می‌رسد درختان پسته در شرایط آبیاری سطحی، و در یک خاک متوسط با هدایت الکتریکی تا ۵/۱۰ دسی زیمنس بر متر با محدودیت رشد و عملکرد مواجه نمی‌گردند. از این رو می‌توان عدد فوق را به عنوان آستانه تحمل به شوری خاک برای گیاه پسته در منطقه رفسنجان معرفی کرد. به روش بالا میزان آستانه تحمل به میزان کلر و سدیم عصاره اشباع خاک به ترتیب برابر با ۶۸ و ۶۳ میلی اکی والان بر لیتر خواهد بود.

نتیجه گیری:

استفاده از آبهای با کیفیت خارج از معیارهای موجود، در باغات پسته و موفقیت کاربرد این آب‌ها برای این محصول، ارائه معیارهای منطقه ای را ضروری می‌نماید (رودز و همکاران ۱۹۹۲ و نورزاده و همکاران ۱۳۹۰). در این تحقیق با استفاده از روش‌های معمول گروه بندی کیفیت آبهای آبیاری، سهم زیادی از آبهای موجود، قابل گروهبندی نبودند و یا اینکه اصلاً قابل توصیه نمی‌باشند. این در حالی است که کاربرد بسیاری از این آبها در باغات پسته محدودیت شدیدی بوجود نمی‌آورند. میانگین هدایت الکتریکی، کلر و



سدیم موجود در آبهای آبیاری مورد مطالعه به ترتیب ۶۶۷۳ میکرو موس بر سانتی متر، ۵۴ و ۴۲ میلی اکی والان بر لیتر بود. توزیع کلیه داده‌ها نرمال نبود و همواره سهم بیشتری از داده‌های مربوط به هر خصوصیت متعلق به داده‌های کمتر از میانگین بودند. این سهم برای هدایت الکتریکی، کلر و سدیم به ترتیب ۶۷، ۶۸ و ۷۱ درصد بود. کمترین و بیشترین میزان هدایت الکتریکی، کلر و سدیم در نمونه‌های مورد مطالعه (۱۰۳۰ و ۳۲۰۰۰) میکرو زیمنس بر سانتیمتر، (۱ و ۳۵۰) و (۷ و ۲۵۶) میلی اکی والان در لیتر به ترتیب بودند. گمان می‌رود تا هدایت الکتریکی برابر با ۶۷۰۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر که متناظر با هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۵/۱۰ دسی زیمنس بر متر می‌باشد، درختان پسته در سیستم آبیاری سطحی با محدودیت شدیدی مواجه نمی‌شوند. پیشنهاد می‌گردد تا زمانیکه مطالعات دقیق برای تعیین حدود بحرانی برای هدایت الکتریکی آب آبیاری، غلظت سدیم و کلر به عنوان حدود بحرانی شود، از میانگین اعداد بدست آمده در این پژوهش برای هدایت الکتریکی آب آبیاری، غلظت سدیم و کلر به عنوان حدود بحرانی جهت مقاومت گیاه پسته به شوری و غلظت سدیم و کلر در آب آبیاری به روش آبیاری غرقابی استفاده شود. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود جهت ارزیابی دقیق کیفیت آبهای آبیاری باغات پسته مطالعات بیشتری صورت گیرد. در این مطالعات تعیین حد بحرانی شوری و املاح مضر آب آبیاری باید از اهداف اصلی باشد، زیرا با استفاده از معیارهای معمول امکان ارزیابی واقعی از کیفیت این آب‌ها وجود ندارد.

منابع

- ابطحی ع. ۱۳۸۰. واکنش نهال دو رقم پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک در شرایط گلخانه. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۱): ۹۳-۱۰۱
- ادای ض.، میلی م.، رزمجو خ.، و لندی ا. ۱۳۸۵. اثر میزان شوری آب آبیاری بر ارقام چمن آفریقایی (Cynodon spp.) در شرایط خاک شور در اصفهان. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۴): ۱۷۹-۱۹۶
- اسلامی ا. و نقوی ه. ۱۳۸۷. بررسی امکان استفاده از آب با کیفیت نامتعارف در سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی در کانال تدین م. ر. و امام ی. ۱۳۸۶. واکنش‌های فیزیولوژیک و مرفولوژیک دو رقم جو به تنش شوری و ارتباط آن با عملکرد دانه. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۱): ۲۵۳-۲۶۳
- کود باغات پسته. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی
- محمدی م.، لیاقت ع.، پارسا نژاد م. و حسن اقلی ع. ۱۳۹۰. بررسی اثر آبیاری سطحی و زیرزمینی با آب شور بر عملکرد، اجزا عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۵(۱): ۵۷-۶۶
- نورزاده م.، هاشمی س. م. و ملکوتی م. ج. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی پیوسته هدایت الکتریکی - اسیدیته خاک بر اساس خوشه‌بندی فازی برای دشت قم. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۵۷): ۱۹۹-۲۰۷
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper ۲۹. Rev. ۱. FAO, Rome. ۱۷۴ p.
- FAO. ۱۹۹۴. Water quality for agriculture. viewed ۳۰ May ۲۰۱۲. <http://www.fao.org/DOCREP/۰۰۳/T۰۲۳۴E/T۰۲۳۴E۰۰.HTM>. ۱۹۹۴
- Fetter, C. W., ۱۹۸۸- Applied Hydrogeology. Mc Milian Publishing Company. U.S.A. ۵۹۲ pp.
- Gutierrez Boem, F. H., Scheiner J. D. and Lauado R. S. ۱۹۹۴. Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (B. napus). Crop Sci. ۱۷۲: ۱۸۳-۱۸۷
- Patel, R. M., Prasher, S. O., Donnelly, D., Bonnell, R. B., Broughton, R. S. ۱۹۹۹. Subirrigation with brackish water for vegetable production in arid regions. Bioresource Technology. ۷۰: ۳۳-۳۷
- Rhoades, J.D., Kandiah, A., Mashali, A.M. ۱۹۹۲. The use of saline waters for crop production - FAO Irrigation and Drainage Paper ۴۸. Rome
- Wilcox, L.V. ۱۹۵۸. Determining the quality of irrigation water. US Dept. of Agric. Agr. Inform. Bull. ۱۹۴. ۷ p.
- Yurtseven, E., Kesmez, G. D. and nlü kara, A. ۲۰۰۵. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (Lycopersicon esculantum). Agricultural Water Management, ۷۸: ۱۲۸-۱۳۵.

Abstract

Rafsanjan area is an important area in the country's horticulture products. Existing standards for water quality could not assessment most of them for irrigation It seems to it is necessary to provide a region's water quality for irrigation criteria for Pistachio irrigation. For this study, the number of ۱۱۳۸ samples of irrigation water were collected from Rafsanjan pistachio orchards. Results show the Cl and Na were abounded ions Restricted properties include electrical conductivity, sodium and chloride levels in irrigation water were selected. Thus the total numbers of data used were ۷۹۵۹ datas. EXCEL software were used to enter data obtained in the average, maximum, minimum, and absolute and cumulative frequency distribution of each data average electrical conductivity, sodium



chloride and water were $6673 \mu\text{S}/\text{cm}$, 54 and $42 \text{ meq}/\text{l}$. It seems pistachio growth could not be sever restricted about average electrical conductivity, sodium and chloride levels in irrigation waters.



تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به کمک روشهای شبکه عصبی مصنوعی، ادغام شبکه عصبی مصنوعی - الگوریتم ژنتیک و رگرسیون

سید مصطفی عمادی و حدیثه نادری

۱- استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- دانشجوی کارشناسی دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

هدایت هیدرولیکی اشباع خاک از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است. با توجه به پژوهش‌های پرشمار که پیرامون اندازه گیری مستقیم هدایت هیدرولیکی اشباع صورت گرفته است، برآورد هدایت هیدرولیکی اشباع با استفاده از روش‌هایی سریع، کم هزینه و با وقتی قابل قبول ضروری است. در این خصوص در این مطالعه، از شبکه عصبی مصنوعی، ادغام شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و همچنین رگرسیون به منظور تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با استفاده از پایگاه داده UNSUDA، استفاده شده است که از ۱۴۶ داده اندازه گیری شده به عنوان داده های آزمون و ۶۱ داده دیگر به عنوان داده های تست استفاده شد. پس از تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع با استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون، مشاهده شد که روش شبکه عصبی برآورد مناسب‌تری نسبت به رگرسیون و ادغام آن با الگوریتم ژنتیک داشته است. همچنین مقادیر ME ، $RMSE$ ، CCC و R به ترتیب $۵۶۸/۰$ ، $۱۱۶/۰$ ، $۰/۱۰$ و $۶۴۳/۰$ برای روش شبکه عصبی مصنوعی تابع شعاعی بدست آمد. واژه های کلیدی: هدایت هیدرولیکی اشباع، شبکه عصبی، رگرسیون، الگوریتم ژنتیک.

مقدمه

هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s)، از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است. با توجه به مشکلات موجود در اندازه گیری مستقیم هدایت هیدرولیکی اشباع، روش‌های غیرمستقیم در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. از جمله مدل‌های برآورد کننده هدایت هیدرولیکی اشباع خاک شامل مدل‌های رگرسیونی و شبکه های عصبی مصنوعی می‌باشند (Johnston and ME, ۱۹۹۶). در سال‌های اخیر از شبکه عصبی مصنوعی به منظور شبیه سازی، تشخیص الگو، کلاس بندی و بهینه سازی در علوم مختلف مهندسی به طور گسترده استفاده شده است (Menhaj, ۲۰۰۰). قابلیت‌های مدل شبکه عصبی این مدل را به ابزاری مناسب برای مدلسازی خصوصیات هیدرولیکی خاک تبدیل کرده است (Minasny & McBratney, ۲۰۰۲). مدل‌های آماری یا معادلات رگرسیونی تابعی از فرضیات و ملاحظات ذاتی آزمایش‌ها در تحلیل است. در روش‌های آماری واقعیت پدیده به کمک یک معادله‌ی جبری بیان می‌شود که فرضیات اصلی مساله در آن لحاظ شده است. از آنجا که برای پیش بینی پارامترهای هیدرولیکی در خاک چندین متغیر ورودی و خروجی موثرند، تحلیل آماری این نوع مسائل مستلزم ارائه تعدادی روابط ریاضی است، که اغلب برای استفاده و تفسیر دشوار است. اما امروزه، با توسعه سریع فناوری‌های پردازش رایانه ای و ایجاد نرم افزارهای مربوطه، از مزایای فناوری هوش مصنوعی مانند شبکه های عصبی برای مسائل مربوط به مدلسازی سیستم‌ها و فرایندها استفاده می‌شود (تقی زاده و همکاران، ۱۳۸۷). شبکه عصبی شبیه سازی از دستگاه عصبی انسان است و مهم‌ترین بخش یک شبکه عصبی نرون است. هر شبکه عصبی مصنوعی از لایه های ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است. یک شبکه عصبی مجموعه ای از نرون‌هایی است که در آن هر نرون با نرون‌های لایه بعدی مرتبط است. مهم‌ترین موضوع در مدل‌های شبکه عصبی، انتخاب ورودی‌های مناسب برای رسیدن به خروجی‌های مدنظر می‌باشد. با توجه به عدم استفاده از ادغام شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک در مطالعات گذشته و مقایسه آن‌ها با روش‌های شبکه عصبی و مدل‌های رگرسیونی، هدف از این مطالعه ارزیابی روش‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، ادغام شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) و روش رگرسیونی با استفاده از داده های UNSODA می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از پارامترهای درصد شن، سیلت، رس و ماده آلی با استفاده از پایگاه داده هیدرولیکی غیر اشباع خاک (UNSOA; Leij et al., ۱۹۹۶) استفاده شد. از ۱۴۶ داده به عنوان داده آزمون و ۶۱ داده به عنوان داده تست در این تحقیق بکار گرفته شد. ابتدا داده های مورد نیاز به نرم افزار SPSS انتقال داده شد. سپس با استفاده از این نرم افزار، همبستگی داده های تست و آزمون بدست آمد. در ادامه مقادیر خطای میانگین (ME^*)، میانگین مجذور خطا ($RMSE^*$)، ضریب همبستگی انطباق (CCC^*) را با

*۱-Mean error

*۲- Root mean square error

*۳-Lin's concordance correlation coefficient



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

توجه به فرمول های زیر برای مدل های رگرسیونی، ادغام شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی دست آورده شد:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - y^{\wedge}_i) = ME \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - y^{\wedge}_i)^2} \quad (2)$$

$$\frac{2\rho\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + (\mu_x - \mu_y)^2} = CCC \quad (3)$$

ME تخمین بایاس از پیش بینی ها را ارائه می دهد، در حالی که RMSE مربوط به دقت پیش بینی هاست. یک مدل خوب می بایست برای ME و RMSE مقداری نزدیک به صفر داشته باشد. CCC نشان می دهد که مقدار اندازه گیری شده و تجزیه ای در زاویه ۴۵ درجه در یک مدار مختص، چه مقدار باهم، هم خوانی دارد.

نتایج و بحث

جدول ۱ همبستگی داده های آموزش را نشان می دهد. مقدار Ks از توزیع لگاریتمی پیروی کرده است، بنابراین تخمین و آنالیز با لگاریتمگیری در پایه نیر از آن انجام شد.

جدول ۱: خلاصه آماری و جدول همبستگی داده های آموزش (n=۱۴۶)

آماره ها	لگاریتم Ks	ماده آلی	چگالی ظاهری	شن	سیلت	رس
حداقل	۰/۹۲-	۰/۰۸	۰/۷۱	۱/۸	۱/۰۱	۱/۰۱
حداکثر	۹/۱	۱۰/۳	۱/۸	۹۶	۹۰	۶۳
میانه	۴۷/۳۹	۱۰۶/۲۱	۱۵/۸۴	۶۶/۹۹	۶۰/۵۸	۸۱/۰۶
میانگین	۴/۳۶	۱/۹۲	۴۴/۶۸	۴۴/۶۸	۳۶/۴۷	۱۸/۸۳
انحراف معیار	۲/۰۶	۲/۰۴	۲۹/۹۳	۲۹/۹۳	۲۲/۰۹	۱۵/۲۶
چولگی	۰/۳۰-	۱/۶۲	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۱۸	۱/۲۲

همبستگی						
رس	۱					
سیلت	۰/***۲۵۶	۱				
شن	**۰/۷۰۰-	**۰/۸۷۰-	۱			
چگالی ظاهری	**۰/۳۸۸-	۰/۱۴۰-	۰/***۳۰۱	۱		
ماده آلی	۰/***۴۱۲	۱۵۸/۰	**۰/۳۲۶-	**۰/۶۲۷-	۱	
لگاریتم Ks	**۰/۲۵۰-	**۰/۳۵۱-	۰/***۳۸۸	۰/۱۴۵-	۰/۱۹۷	۱

دو معادله رگرسیونی زیر برای داده های آموزش بدست آمد که در سطح ۵٪ معنی دار می باشد:

$$K1 = 3/161 - 0/27 \text{ Sand} \quad (1)$$

$$K2 = 20/91 - 0/35 \text{ Sand} - 0/367 \text{ OM} \quad (2)$$

داده های ورودی های شبکه شامل درصد رس، شن، سیلت و کربن آلی بودند. مقادیر نرون لایه های پنهان که به این شبکه داده شد در دامنه ۴-۱۵ مورد بررسی قرار گرفت، که بهترین مقدار برای هر کدام از بین بقیه ی مقادیر بدست آمده، انتخاب شد. با توجه به مقادیر بدست آمده ملاحظه شد که با افزایش تعداد لایه های مخفی، عملکرد مدل ها ضعیف شدند. پس از بدست آمدن مقادیر Ks تخمینی برای روش شبکه عصبی از نوع پرسپترون چند لایه (MLP^۱)، ادغام پرسپترون چند لایه و الگوریتم ژنتیک (MLP^۱)

^۱۱- Multilayer Perceptron

^۱۲- Multilayer Perceptron integration and Genetic Algorithm



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

a)، روش شبکه عصبی از نوع تابع عملکرد شعاعی (RBF^{۱۱}) و ادغام عملکرد شعاعی و الگوریتم ژنتیک (RBFga^{۱۲})، مقدار خطای میانگین، میانگین مجذور خطا و ضریب همبستگی انطباق برای هر کدام از آن‌ها در EXCEL بدست آورده شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: خلاصه آماری و جدول همبستگی داده های تست (n=۶۱)

اماره ها	لگاریتم Ks	ماده آلی	چگالی ظاهری	شن	سیلت	رس
حداقل	۲/۷۳	۰/۰۱	۰/۵۹	۲/۳	۱/۰۱	۱/۸
حداکثر	۶/۷۶	۸/۳	۱/۷۲	۹۵/۸	۸۷/۲	۵۳/۲
میان	۴۸/۷۸	۱۱۷/۰۵	۱۴/۹۴	۶۳/۴۳	۶۶/۱۵	۷۳/۸۸
میانگین	۳/۸۱	۱/۲۶	۱/۴۶	۴۷/۳۷	۳۵/۶۷	۱۶/۹۱
انحراف معیار	۱/۸۶	۱/۴۸	۰/۲۲	۳۰/۰۴	۲۳/۶۷	۱۲/۴۹
چولگی	۰/۸۱-	۲/۴۲	۱/۹۱-	۰/۱۳	۰/۴۲	۱/۲۸

همبستگی						
رس	۱					
سیلت	۳۳۰/۰**	۱				
شن	**۰/۶۷۳-	**۰/۹۲۰-	۱			
چگالی ظاهری	**۰/۴۲۲-	۰/۱۸۹-	۳۲۳/۰**	۱		
ماده آلی	۰/۲۷۷	۰/۱۶	۰/۱۲۷-	**۰/۷۵۱-	۱	
لگاریتم Ks	۰/۲۳۳-	۰/۱۰۹-	۰/ ۱۸۰	*۰/۲۸۹-	۰۸۱/۰	۱

جدول ۳ نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی کارایی بهتری نسبت به رگرسیون داشته است، زیرا برآورد بهتری از داده‌ها را نشان می‌دهد.

پاچیسکی و همکارانش (۱۹۹۷) با استفاده از آماره های ضریب همبستگی و ریشه میانگین مربعات خطا به بررسی شبکه عصبی مصنوعی و آنالیز رگرسیون پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که شبکه عصبی برآورد بهتر و با خطای کمتری بر اساس داده های زود یافت خاک دارد. نتایج مشابهی توسط تاماری و همکارانش (۱۹۹۷) بدست آمد، آن‌ها نیز مقدار RMSE کمتری از برآورد خصوصیات خاک با شبکه عصبی مصنوعی نسبت به رگرسیون خطی چندگانه بدست آوردند. در این تحقیق با استفاده از مدل های شبکه عصبی مصنوعی، ادغام شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و رگرسیونی مقادیر ME و RMSE و CCC برآورد گردید. این بررسی نشان داد که در مورد مطالعه شده ANN-RBF نسبت به سایر روش‌ها کارایی بهتری داشته است.

جدول ۳ مقایسه مقادیر بدست آمده از طریق رگرسیون و شبکه عصبی

داده های تست				داده های آزمون				مدلها
ME	RMSE	ccc	R	ME	RMSE	ccc	R	
۱۳/۲۶	۱۶۰/۲۱	۰/۰۵۳-	۰/۴۱۱	۱۳/۴۴	۱۰۶/۶۸	۰/۲۵	۰/۱۸۵	رگرسیون ۱
۳/۹۰	۴۷/۱۳	-۰/۰۸۵	۰/۳۸۸	۳/۴۳	۲۷/۱۹۸	۰/۱۲	۰/۱۸۰	رگرسیون ۲

^{۱۱}۳- Radial function

^{۱۲}۴- Integration of functions radial and Genetic Algorithm



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۰/۰۱۰-	۰/۱۱۶	۰/۵۶۸	۰/۶۴۳	۰/۲۹۱-	۲/۲۷۳	۰/۲۰۹	۰/۴۹۹	RBF-ANN
۰/۰۰۸-	۰/۰۹۸	۰/۵۶۴	۰/۶۳۸	۰/۳۱۱-	۲/۴۲۷	۰/۲۲۷	۰/۲۴۱	RBF-GA
۰/۰۰۱-	۰/۰۱۷	۰/۶۲۲	۰/۸۸۴	۰/۳۸۰-	۲/۹۷۰	۰/۳۰	۰/۳۴۱	MLP-ANN
۰/۰۰۶-	۰/۰۷۵	۰/۵۸۶	۰/۶۶۷	۰/۴۴۰-	۳/۴۳۵	۰/۲۷۹	۰/۳۲۹	MLP-GA

منابع

تقی زاده مهرجردی، ر.، محمودی، ش.، حیدری، الف. و اکبرزاده، ع. ۱۳۸۷. پیش بینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در منطقه خضراباد یزد. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، ص ۱۱-۱.

نصرتی، ف.، روشنی، ق. و دهقانی، الف. ۱۳۹۱. استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی برای برآورد هدایت هیدرولیکی اشباع از ویژگی های زودیافت خاک. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار.

قنبریان، ب.، لیاقت، ع. و سهرابی، س. ۱۳۸۷. کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی هدایت هیدرولیکی اشباع با استفاده از پارامترهای فیزیکی خاک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ص ۹۷-۱۱۲.

بیات، ح.، جره، م.، سنجانی، ع. و دوانگر، ن. ۱۳۹۱. برآورد گنجایش تبادل کاتیونی خاک با بهره گیری از پارامترهای فراکتالی توزیع اندازه ذرات به کمک مدل های رگرسیونی و شبکه عصبی مصنوعی. مجله مدیریت خاک، سال دوم، شماره دوم، ص ۳۱-۴۰.

نجفی، م. و گیوی، ج. ۱۳۸۴. ارزیابی پیش بینی وزن مخصوص ظاهری با استفاده از طول شبکه های مدل شبکه های عصبی مصنوعی و توابع انتقالی خاک. نهمین کنگره علوم خاک، ص ۶۸۱-۶۸۰.

منهاج، م. ۱۳۷۸. مبانی شبکه های عصبی و هوش مصنوعی (جلد ۱ و ۲). دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).



بررسی پارامترهای رسوب‌شناختی رسوبات شنی جنوب نیشابور

ایمان صابری^۱، علیرضا کریمی^۱، محمد خانه‌باد^۲، رضا خراسانی^۱
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

هدف از این مطالعه تعیین پارامترهای توزیع اندازه ذرات و ماهیت رسوبات شنی جنوب نیشابور بود. برای این منظور، محدوده گسترش رسوبات شنی با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و تصاویر گوگل ارث مشخص شد. سپس ۸۰ نمونه سطحی از رسوبات در سه امتداد طولی با فواصل یک کیلومتر برداشت گردید. میانگین اندازه رسوبات ۶۶/۳ فی (φ) و دارای میانگین جورشدگی ۱/۲ فی و کج‌شدگی ذرات بین ۲/۰- آلی ۵۶/۰ می‌باشد. پارامترهای رسوب‌شناسی در منطقه مطالعاتی تغییراتی جهت‌داری نداشت که دلالت بر تجمع و جابجایی ذرات توسط فرایندهای بادرفتی و آبرفتی دارد.

واژه‌های کلیدی: رسوبات شنی، جورشدگی، چولگی، فرایندهای بادرفتی و آبرفتی

مقدمه

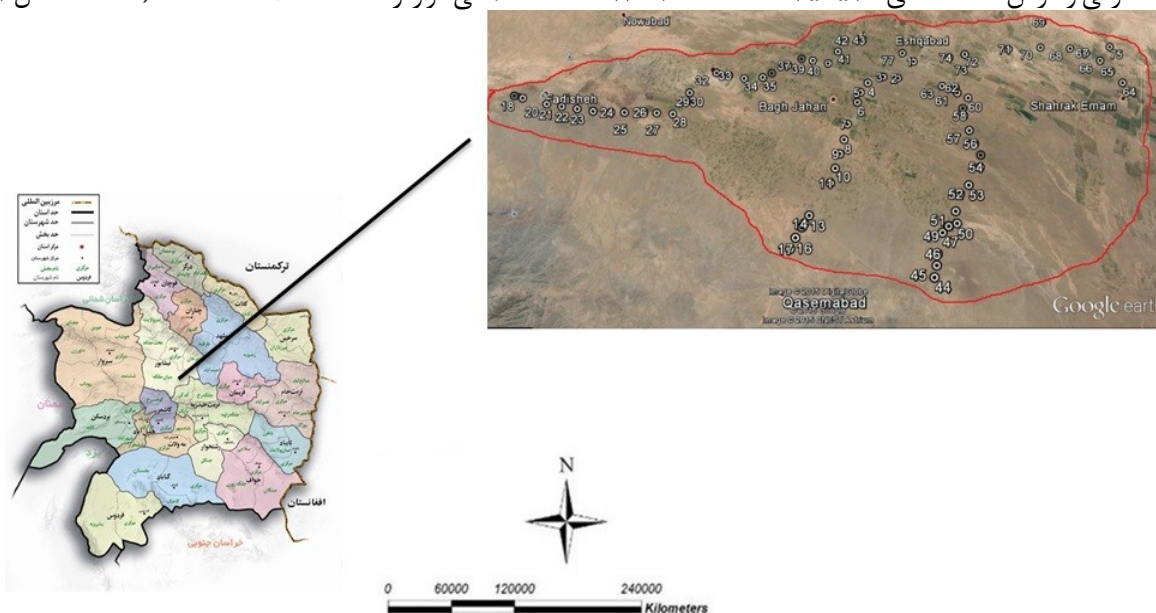
تپه‌های شنی در تمام قاره‌ها و در تمامی اقلیم‌های جهان یافت می‌شوند و حدوداً ۲۰ درصد مناطق خشک و نواحی بسیار خشک را پوشانده‌اند. همچنین، در مناطق مرطوب آمریکای شمالی و اروپا و نواحی ساحلی یافت می‌شوند و در کل مساحتی حدود ۵۰۰۰۰۰۰ کیلومترمربع را پوشانده‌اند که ۹۹ درصد این رسوبات در بیابان‌ها می‌باشد. دریای شن و دشت‌های تپه‌ای در تمام عرض عرض‌های جغرافیایی از قطب شمال تا جنوب وجود دارند. بررسی نقشه جهانی توزیع مناطق خشک جهان، نشان می‌دهد که در ۳۶ درصد قاره‌ها، اقلیم خشک و نیمه‌خشک حکم‌فرماست (Yang and Williams, ۲۰۱۵). بزرگ‌ترین دریا‌های شن در عرض‌های جغرافیایی متوسط (۳۵ تا ۵۰ درجه شمالی) بخصوص در مناطق خشک آسیای مرکزی قرار دارند. کشور ایران از این قاعده مستثنا نیست و دارای رسوبات شنی به شکل‌های مختلف است.

مطالعه اندازه ذرات، یک روش متداول مورد استفاده برای تعیین محیط رسوبی، پویایی، فرایند رسوب‌گذاری و توسعه لندفرم‌های بادرفتی، حمل‌ونقل و جورشدگی ذرات بادرفتی است (Wang et al., ۲۰۰۳). در طول قرن گذشته، روش‌های اندازه‌گیری‌های متعدد و مدل‌های تجزیه‌وتحلیل برای تحقیقات درباره اندازه ذرات رسوبات توسعه داده شد (Vandenbergh, ۲۰۱۴). مطالعات توزیع اندازه ذرات در سراسر جهان در مقیاس‌های مختلف از یک تپه‌ی شنی تا دریای شن انجام شده است (Wang et al., ۲۰۰۳) و افزایش دانش فعلی ما با شناخت و بررسی مناطقی است که توجه کمی به آن شده است.

جنوب نیشابور دارای پهنه‌های شنی است که مطالعات جامعی در رابطه با خصوصیات رسوب‌شناسی محدوده صورت نگرفته است. هدف از این مطالعه، تعیین محدوده رسوبات شنی و تعیین پارامترهای آماری ذرات محدوده پهنه‌های شنی جنوب نیشابور بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی با مساحتی حدود ۱۵۸۰۰۰ هکتار در بخش جنوبی شهرستان نیشابور، بین طول‌های ۵۸ ۲۶ تا ۵۸ ۴۵ شرقی و عرض‌های ۳۵ ۵۳ تا ۳۶ ۱ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه و محل نقاط نمونه‌برداری

میانگین بارندگی سالیانه ۱۸۰ میلی‌متر (کمتر از میانگین بارش سالیانه کشور، ۲۵۰ میلی‌متر) دمای سالیانه ۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. بادهای غالب منطقه شامل بادهای شرقی - غربی، بادهای غربی و جنوب غربی هستند. بادهای شرقی تابستانی از اسحاق آباد نیشابور تا داورزن سبزوار را تحت تأثیر قرار می‌دهند و به دلیل ثبات، شدت و فراوانی و سرعت بالا نسبت به سایر جهات احتمالاً عامل اصلی توسعه تپه‌های شنی در منطقه هستند.

با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ پراکنش رسوبات شنی منطقه و انواع دیگر سیمای اراضی از جمله مناطق زراعی و تراس‌ها بر روی نقشه با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS تعیین شد. صحت پراکنش رسوبات شنی طی بازدیدهای صحرائی منطقه مطالعاتی و بررسی عکس‌های هوایی بررسی و تأیید شد. سپس تعداد ۸۰ نمونه‌ی سطحی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری در سه امتداد با فواصل یک کیلومتر برداشت شد و موقعیت هر یک از آن‌ها با GPS مشخص گردید.

دانه‌بندی نمونه‌ها بر اساس روش الک خشک و با استفاده از دستگاه تکان‌دهنده برقی به فواصل یک فی انجام شد. سپس در روش ترسیم (Folk, ۱۹۷۴) از پارامترهای انحراف معیار ترسیمی جامع فولک (Folk inclusive graphic standard deviation) (σ_I)، کج‌شدگی ترسیمی جامع فولک (Folk inclusive graphic skewness) (SKI) و میانگین اندازه ذرات (MZ)، برای مقایسه بهتر و نشان دادن تفاوت‌های توزیع اندازه ذرات استفاده شد. این پارامترها با استفاده از معادلات زیر محاسبه گردید.

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad (1)$$

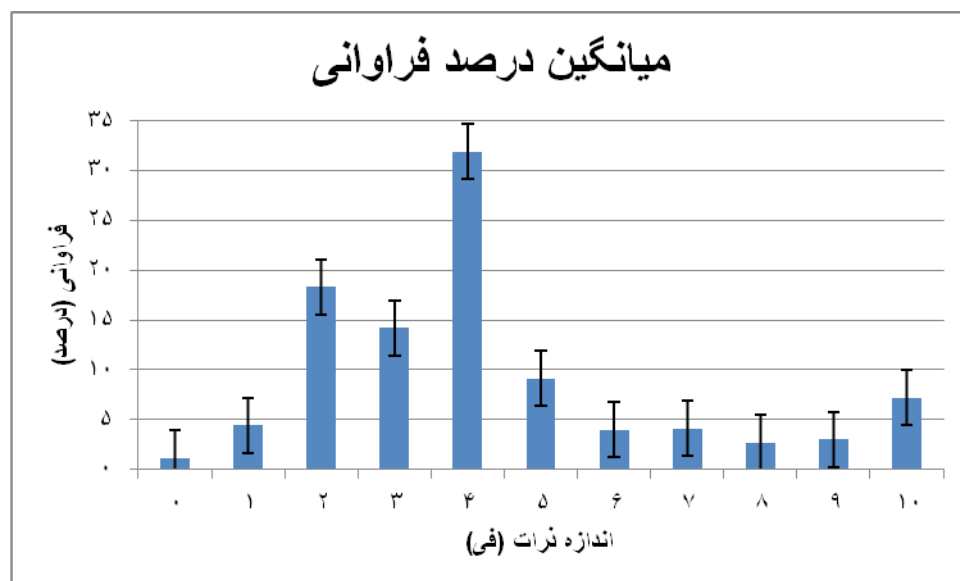
$$SKI = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad (2)$$

$$\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6} \quad (3)$$

که MZ: میانگین اندازه‌ی ذرات، SKI: کج‌شدگی، δI : انحراف معیار و به‌عنوان مثال ϕ_{84} ، نشان‌دهنده قطری از ذرات است که ۸۴ درصد ذرات از آن کوچک‌تر هستند.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از دانه بندی ذرات نشان داد که رسوبات منطقه عمدتاً از شن (۹/۷۷ تا ۲/۹۹ درصد) تشکیل شده اند و ذرات سیلت (۷/۲ تا ۵/۶۳ درصد) و ذرات رس (۰/۱ تا ۴/۳۲ درصد) ناچیز هستند. بررسی توزیع اندازه ذرات نشان می دهد که رسوبات عمدتاً بیش از یک نما دارند (شکل ۲). تغییرات توزیع اندازه ذرات در منطقه مورد مطالعه روند منظمی نداشت.



شکل ۲- میانگین درصد فراوانی ذرات رسوبات شنی مورد مطالعه

میانگین اندازه ذرات رسوبات بادرفتی ۶۶/۳ و حدود تغییرات از ۰۰/۲ تا ۲۴/۷ فی متغیر است و عمدتاً در اندازه شن ریز و بسیار ریز هستند. در مقایسه با دیگر بیابان های جهان، مانند بیابان تا کلیمکان (Wang et al., ۲۰۰۳) و جنوب استرالیایی و شمال تیراری استرالیا (Fitzsimmons et al., ۲۰۰۹) تپه ها از شن ریز و بسیار ریز تشکیل شده اند و نسبت به بیابان های اردوس (Rao et al., ۲۰۰۹) و بیابان توشکا (Hamdan, et al., ۲۰۰۹) که در اندازه شن ریز تا متوسط هستند دارای ذرات کوچک تری هستند. عموماً اکثر پهنه های شنی در مناطق بیابانی از شن ریز تشکیل شده اند (Ortega-Guerrero et al., ۱۹۹۹).

جورشدگی (انحراف معیار) نمونه ها در مقیاس فی اندازه گیری شد و دارای مقداری از ۱۹/۱ تا ۳/۲۸ فی (میانگین ۱/۲) متغیر است که نشان می دهد جورشدگی آن ها از ضعیف تا خیلی ضعیف متغیر است. بهترین مقادیر جورشدگی مربوط به رسوبات بادرفتی شنی در اندازه شن ریز تا متوسط است و رسوبات ریزتر یا درشت تر دارای جورشدگی کمتری هستند. این نظریه برای تپه های شنی منطقه مطالعاتی صدق می کند. تغییرات مقادیر جورشدگی هیچ گونه روند سیستماتیک و تفاوت معنی داری در جهت ترکیبی باد غالب وجود نداشت که مبین این واقعیت است که هیچ الگوی ناحیه ای در جورشدگی اندازه ذرات وجود ندارد. گستره مقادیر چولگی (کج شدگی) وسیع و از ۲/۰- تا ۵۶/۰ متغیر است و بیشترین کج شدگی منفی در غرب منطقه و بیشترین کج شدگی مثبت در جنوب منطقه مطالعاتی مشاهده شد.

محققان بررسی کرده اند که چگونه فرایندهای رودخانه ای می تواند ویژگی های و توسعه های رسوبات بادرفتی را تحت تأثیر قرار دهد. با انجام شدن فرسایش رودخانه ای، تپه های شن در مرزها کانال ها می توانند از نظر اندازه و محل قرارگیری، تغییر کنند. متناوباً تپه های شنی می توانند در اثر شیب تپه ها به داخل رودخانه ها ریزش کنند و سپس توسط رودخانه حمل شوند که رسوب گذاری مجدد این رسوبات شنی، با نوبه خود محل جدید تپه ها را توسط این منابع تعیین می کند (Maroulis et al., ۲۰۰۷). برهمکنش های رودخانه ای و بادرفتی از عوامل مهم در اصلاح و تغییر لنداسکیپ و سطح زمین در مقیاس منطقه ای هستند. تپه های شنی می توانند جریان های آبی را محدود و یا منحرف کنند؛ بنابراین، موقعیت بسیاری از کانال های آب و مخازن آبی را تعیین می کنند (Maroulis et al., ۲۰۰۷). بالاترین سطح برهمکنش بین رسوبات بادرفتی رودخانه ای زمانی اتفاق می افتد که هیچ کدام از فرایندهای بادرفتی یا رودخانه ای غالب نباشند. لذا وجود روند نامنظم در پارامترهای آماری اندازه ذرات با بررسی عوارض توپوگرافی و آبراهه های نقشه های هوایی به خصوص حوزه آبراهه کال شور و ارتفاعات بینالود در شرق منطقه و همچنین ارتفاعات جنوب منطقه



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

حاکمی از آن است که رسوبات بادرفتی تحت تأثیر آبراهه‌های منطقه و سیل‌های متوالی جابجا شده‌اند و به هم خوردگی در منطقه ایجاد شده است و سبب بی‌نظمی در منطقه شده است.

منابع

- Fitzsimmons, K.E., Magee, J.W. and Amos, K.J. ۲۰۰۹. Characterisation of aeolian sediments from the Strzelecki and Tirari Deserts, Australia: implications for reconstructing palaeo-environmental conditions. *Sedimentary Geology*, ۲۱۸: ۶۱-۷۳.
- Folk, R. ۱۹۷۴. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Co., Austin, Texas.
- Hamdan, M.A., Refaat, A.A., Anwar, E.A. and Shallaly, N.A. ۲۰۱۴. Source of the aeolian dune sand of Toshka area, southeastern Western Desert, Egypt. *Aeolian Research*, In Press.
- Maroulis, J.C., Nanson, G.C., Price, D.M. and Pietsch, T. ۲۰۰۷. Aeolian-fluvial interaction and climate change: source-bordering dune development over the past ۱۰۰ ka on Cooper Creek, central Australia. *Quaternary Science. Rev*, ۲۶: ۳۸۶-۴۰۴.
- Ortega-Guerrero, B.O., Miranda, M.C., Garcia S.L., De-la, O. and Villanueva, M. ۱۹۹۹. Palaeo-environmental record of the last ۷۰۰۰۰ yr in San Felipe Basin, Sonora desert, Mexico: preliminary results. *Geofisica Internacional*, ۳۸: ۱-۱۱.
- Rao, W., Chen, J., Yang, J., Ji, J., Li, G. and Tan, H. ۲۰۰۸. Sr-Nd isotopic characteristics of eolian deposits in the Erdos Desert and Chinese Loess Plateau: Implications for their provenances. *Geochemical Journal*, ۴۲: ۲۷۳-۲۸۲.
- Vandenberghe, J. ۲۰۱۳. Grain size of fine-grained windblown sediment: a powerful proxy for process identification. *Earth Science. Rev*, ۱۲۱: ۱۸-۳۰.
- Wang, X., Dong, Z., Zhang, J., Qu, J. and Zhao, A. ۲۰۰۳. Grain size characteristics of dune sands in the central Taklimakan Sand Sea. *Sedimentary Geology*. ۱۶۱: ۱-۱۴.
- Yang, X. and Williams, M. ۲۰۱۵. *Landforms and processes in arid and semi-arid environments*. Catena, In Press

Abstract

The objective of this study was to determine the parameters of particle size distribution and the nature of sand deposits of southern Neishabour. Firstly, area of sand dunes were determined using geological maps and google earth images. ۸۰ surface samples were taken along three transects at ۱ kilometer intervals. The mean grain size of sediments was ۳.۶۶ phi and poorly sorted, with a standard deviation ۲.۱ phi and skewness ranging from ۰.۲ to ۰.۵۶ phi. There was no oriented particle size variations over the sand area that implies on the contribution of eolian and alluvial processes in accumulation and movement of sand dunes.



کاربرد همزمان پساب و باکتری باسیلوس و نقش آن بر هدایت هیدرولیکی خاک

مرمر ثابتی زاده^۱، منوچهر گرجی^۲ و مهدی شرفا^۲
۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

افزودن بقایای آلی به خاک، باعث افزایش جمعیت ریزجانداران، تشدید فعالیت زیستی و در نتیجه بهبود ساختمان خاک می‌گردد. هدف بررسی اثر باکتری باسیلوس و کاربرد همزمان پساب حاوی نشاسته، و اثر متقابل آن‌ها بر هدایت هیدرولیکی، طی یک آزمایش هشت ماهه گلخانه‌ای بوده است. ماده آلی در دو سطح ۵/۰ و ۱ درصد وزنی و زادمایه باکتریایی حاوی $10^8 \times 11/2$ کلنی در هر میلی‌لیتر، معادل ۲۰ درصد (حجمی - وزنی) ماده آلی در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی در زمان‌های یک، دو، چهار و هشتماه با روش بار ثابت‌صورت گرفت. نتایج نشان دادند که افزودن پساب بسته به مقدار ماده آلی، هدایت هیدرولیکی را افزایش داده و مقدار آن را به حداکثر می‌رساند. باکتری باسیلوس تجزیه پساب را تشدید کرده و باعث افزایش قابل توجهی در هدایت هیدرولیکی تیمارها در ماه دوم شد و پس از مصرف بخش راحت تجزیه شونده ماده آلی توسط ریزجانداران، در ماه چهارم و هشتم کاهش یافت. واژه‌های کلیدی: باکتری باسیلوس، پساب، ساختمان خاک، هدایت هیدرولیکی.

مقدمه

تخریب خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به عنوان نتیجه‌ی فشار بیشتر بر محیط‌های کشاورزی و طبیعی و نیز نقش آن در تغییرات جهانی، به طور فزاینده‌ای اهمیت یافته است. یکی از نتایج مرتبط با تخریب خاک، از بین رفتن تصاعدی ماده آلی خاک با کاربری فشرده اراضی، عملیات کشاورزی و تغییرات کاربری اراضی می‌باشد (Lado and Ben-Hur, 2009). افزایش ساختمان خاک به طور کلی منجر به افزایش پایداری و حاصلخیزی خاک می‌شود. خصوصیات هیدرولیکی خاک با اثرات متقابل سیال و اجزای خاک تحت تاثیر قرار می‌گیرد، و انتقال و نگهداشت عناصر محلول در پروفیل خاک را تغییر می‌دهد. هدایت هیدرولیکی یکی از اندازه‌گیری‌های اساسی از جریان آب در خاک است. هدایت هیدرولیکی اشباع امکان‌پذیری اقتصادی و تکنیکی پروژه‌های زهکشی زیرسطحی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Fernandez-Galvez et al., 2012). واضح است که بقایای آلی به کار رفته در خاک‌ها، ساختمان آن‌ها را بهبود می‌بخشند و عوامل زیست‌تشریح‌پایداری آن موثرند. افزودن مواد راحت تجزیه شونده، باعث ایجاد انگیزش سریع در ریزجانوران خاک می‌شود که به نوبه خود، افزایش معنی‌داری در تشکیل و پایداری خاکدانه و در نتیجه بهبود ساختمان خاک و هدایت هیدرولیکی را سبب می‌گردد (Roldan et al., 1994). کاربرد پسماندهای آلی صنعتی و شهری، مانند لجن فاضلاب شهری، یکی دیگر از روش‌های موثر جهت افزایش کربن آلی خاک است (Metzger and Yaron, 1987). امروزه علاقه به کاربرد ریزجانداران تولیدکننده پلی‌ساکارید و تجزیه‌کننده مواد آلی جهت بهبود ساختمان خاک در کشاورزی افزایش یافته است، اما مطالعات بسیار محدودی در زمینه کاربرد همزمان مواد آلی و ریزجانداران تجزیه‌کننده و بررسی اثر آن‌ها بر خصوصیات فیزیکی خاک صورت گرفته است. با توجه به اهمیت تجزیه مواد آلی توسط ریزجانداران و نقش این فرآیند در بهبود ساختمان خاک، مطالعه حاضر، اثرات اصلی و متقابل تلقیح باکتری باسیلوس بر تجزیه پساب صنعتی حاوی نشاسته، در دو سطح ۵/۰ و ۱ درصد، را بر تغییرات هدایت هیدرولیکی خاک، در دوره‌های کوتاه و میان‌مدت یک، دو، چهار، و هشت ماهه مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

خاک مورد نیاز به صورت نمونه مرکب از لایه سطحی (عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متر) اراضی مزرعه‌ی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، در اوایل آبان‌ماه ۱۳۸۹ پس از برداشت محصول تهیه شد. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن، به منظور آزمایش خوابانیدن گلدانی از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد.

مقدار پساب صنعتی در دو سطح بر مبنای درصد کربن موجود در کلش (معادل ۱۵ و ۳۰ تن بقایا در هکتار) محاسبه شد. به این ترتیب که درصد کربن موجود در پساب توسط دستگاه تجزیه‌کننده کربن، نیتروژن، هیدروژن اندازه‌گیری و مقدار کربن برای گلدان‌های ۵/۱ کیلوگرمی محاسبه شد. سپس مقادیری از پساب که حاوی درصد کربن برابر با هر یک از دو سطح بقایا بود، محاسبه و در نظر گرفته شد. پساب کارخانه، با توجه به قابلیت فاسد شدن سریع آن، یک روز پیش از تلقیح، از کارخانه کیش چیپس ساوه (چیپس مززم) تهیه شد. از آنجا که افزودن مواد آلی و عمل تلقیح می‌بایست طی یک مرحله و به صورت هم‌زمان انجام می‌شد، پساب با دستگاه سانتریفیوژ تغلیظ شده و به صورت پودری مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تهیه زادمایه تلقیح باکتریایی از محیط کشت نوترینت برات استفاده شد. جمعیت باکتری پس از ۱۲ ساعت، به روش کدورت‌سنجی اندازه‌گیری و به غلظت $10^8 \times 11/2$ کلنی در هر میلی‌لیتر زادمایه (تیوب ۷ مک‌فارلند) رسانیده شد.

برای این تحقیق از گلدان‌های ۵/۱ کیلوگرمی استفاده شد. در هر مرحله مایه تلقیح‌های آماده شده در اولین فرصت به مقدار ۲۰ درصد به طور مستقیم به مواد آلی، و در مورد تیمارهای بدون مواد آلی با خاک، تلقیح شدند. به منظور یکسان نمودن نسبت کربن به نیتروژن و رساندن آن به حدود ۳۰، از نیترات آمونیوم استفاده شد. گلدان‌ها طی دوره خوابانیدن، در گلخانه در دمای ۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری، و میزان رطوبت آن‌ها طی دوره آزمایش، بین ۷۰-۵۰ درصد ظرفیت زراعی نگه داشته شد. جهت اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع از روش بار ثابت (Klute and Dirksen, ۱۹۸۶) استفاده شد. در این روش، هر استوانه فلزی حاوی نمونه خاک دست‌نخورده مدت ۲۴ ساعت به صورت کاپیلاری، توسط کلرید کلسیم ۰/۱ مولار اشباع گردید. سپس یک بار ثابت آبی بر روی نمونه‌های اشباع برقرار گردید. وزن محلول خارج شده از نمونه در فواصل زمانی مختلف اندازه‌گیری شد. در انتها با استفاده از معادله چگالی محلول و نیز معادله جریان داری مقدار جریان عمودی در حالت اشباع محاسبه گردید.

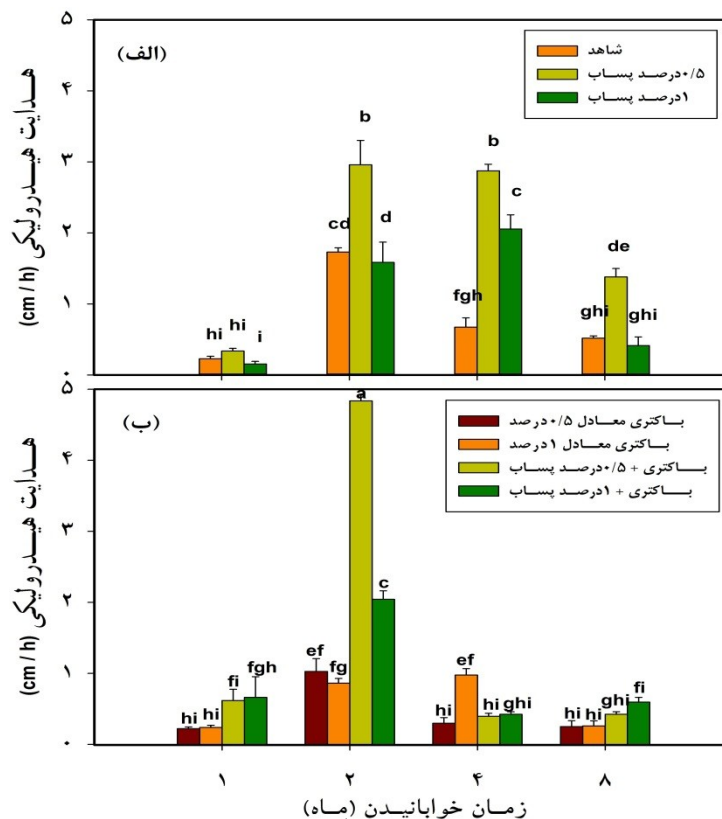
نتایج و بحث

با توجه به جدول تجزیه واریانس هدایت هیدرولیکی (جدول ۱)، مشاهده می‌شود که تمامی عوامل اصلی، دوطرفه، و سه طرفه بر هدایت هیدرولیکی خاک مورد نظر اثر معنی‌داری دارند. از آنجا که اثرات سه‌طرفه عوامل، تفاوت‌های معنی‌داری در هدایت هیدرولیکی تیمارها ایجاد نموده است، جهت رسم نمودارها از اثرات سه‌طرفه استفاده شده است. بیشترین و کمترین هدایت هیدرولیکی به ترتیب مربوط به تیمار باکتری + ۵/۰ درصد پساب، در ماه دوم دوره خوابانیدن و کمترین آن در تیمار ۱ درصد پساب در ماه اول دوره خوابانیدن، به ترتیب با مقادیر ۸۳/۴ و ۱۵۵/۰ سانتی‌متر بر ساعت مشاهده شده است. شکل شماره (۱) هدایت هیدرولیکی تیمارها را در چهار زمان نشان می‌دهد و مقایسه میانگین بین تیمارها در چهار زمان می‌باشد. بیشترین هدایت هیدرولیکی تیمارهای بدون میکروب، در تیمار ۵/۰ درصد پساب و در ماه دوم دوره خوابانیدن با مقدار ۹۶/۲ سانتی‌متر بر ساعت مشاهده شده است. هدایت هیدرولیکی تیمار شاهد در ماه دوم افزایش یافته و سپس در ماه چهارم کاهش شدیدی نشان می‌دهد. این کاهش در ماه هشتم با شدت کمتر ادامه می‌یابد. تیمار ۵/۰ درصد پساب در ماه اول، مقدار بیشتری نسبت به تیمار شاهد و ۱ درصد پساب داشته است هر چند این اختلاف در مقایسه میانگین معنادار نبوده است. هدایت هیدرولیکی تیمارهای پساب به شدت در ماه دوم افزایش یافته، در ماه چهارم تقریباً ثابت مانده و در ماه هشتم روند کاهشی داشته است. افزایش قابل توجه مقادیر هدایت هیدرولیکی در ماه دوم و چهارم، احتمالاً به دلیل تغییر در اندازه خلل و فرج است که ممکن است ناشی از تغییرات فراوانی خاکدانه‌ها و همچنین نحوه قرارگرفتن مواد آلی در ستون خاک باشد. به ویژه در مراحل ابتدایی دوره خوابانیدن که هنوز به خوبی مورد تجزیه فیزیکی قرار نگرفته‌اند و اثرات پایداری بر خصوصیات هیدرولیکی خاک را باعث نشده‌اند.

جدول ۱- تجزیه واریانس هدایت هیدرولیکی (Ks)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات هدایت هیدرولیکی
زمان	۳	۸۲/۱۴**
میکروب	۱	۴۶/۱**
ماده آلی	۳	۲۰/۶**
زمان × میکروب	۳	۰۷/۲**
زمان × ماده آلی	۹	۵۷/۱**
میکروب × ماده آلی	۳	ns. ۰۶/۰
زمان × میکروب × ماده آلی	۹	۷۰/۱**
خطا	۶۴	۰۵۶/۰

** معنی‌دار در سطح ns/۰۱ غیر معنی‌دار



شکل ۱- هدایت هیدرولیکی تیمارهای ماده آلی (الف) بدون میکروب (ب) باکتری مقایسه میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشد. باکتری معادل ۵/۰٪ و باکتری معادل ۱٪: به ترتیب مایه تلقیح برابر با تیمارهای حاوی ۵/۰٪ و ۱٪ ماده آلی

بیشترین هدایت هیدرولیکی تیمارهای باکتریایی، در تیمار ۵/۰ درصد پساب و در ماه دوم خوابانیدن، و کمترین آن در تیمار باکتری معادل ۵/۰ درصد و در ماه اول دوره با مقدار ۲۲/۰ سانتی متر بر ساعت مشاهده شده است. هدایت هیدرولیکی در تیمار باکتری معادل ۵/۰ و ۱ درصد در ماه اول مقداری یکسان و تقریباً برابر با تیمار شاهد بوده اما در سایر زمان‌ها، مقادیر نسبتاً کمتری نسبت به شاهد داشته‌اند. احتمالاً به دلیل افزایش جمعیت میکروبی خاک و استفاده از ذخیره‌ی ماده آلی موجود در خاک، با کاهش تدریجی و تجزیه بیشتر آن، هدایت هیدرولیکی در این تیمارها به مقادیری کمتر از شاهد کاهش یافته است. هدایت هیدرولیکی تیمار باکتری معادل ۵/۰ درصد، پس از افزایش در ماه دوم، در ماه چهارم کاهش یافته و سپس در ماه هشتم نسبتاً ثابت باقی مانده است. در مورد تیمار معادل ۱ درصد، افزایش در مقدار هدایت هیدرولیکی در ماه دوم رخ داده و تا ماه چهارم بدون تغییر باقی مانده است، سپس در ماه هشتم کاهش یافته و دوباره مقدار برابر با تیمار معادل ۵/۰ درصد نشان داده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات در خصوصیات فیزیکی خاک‌های با جمعیت میکروبی بیشتری، در فاصله زمانی کمتری به حالت پایدارتری رسیده است. تیمارهای باکتری + ۵/۰ و ۱ درصد پساب در ماه اول مقدار هدایت هیدرولیکی یکسان و تقریباً دو برابر شاهد داشته‌اند. این مقدار در تیمار ۵/۰ درصد پساب در ماه دوم به شدت افزایش یافته و سپس در ماه چهارم کاهش قابل توجهی داشته و در ماه هشتم ثابت باقی مانده است. اگرچه روند تغییرات هدایت هیدرولیکی تیمار باکتری + ۱ درصد پساب نیز در ماه دوم افزایشی بوده، اما همچنان مقدار کمتری نسبت به تیمار ۵/۰ درصد آن داشته و در ادامه دوره خوابانیدن تقریباً با مقدار هدایت هیدرولیکی تیمار باکتری + ۵/۰ درصد پساب برابر بوده است.

در مجموع می‌توان گفت بیشترین مقادیر هدایت هیدرولیکی در ماه دوم در تیمارهای باکتریایی مشاهده شده است. اثر باسیلوس تلقیح شده و نیز کاربرد پساب بر بهبود هدایت هیدرولیکی تیمارها به خوبی مشخص و مطابق با اثرات اصلی هر کدام از عوامل به کار رفته است.

علاوه بر این، بیشتر بودن مقدار هدایت هیدرولیکی در تیمار باکتری و پساب نیز می‌تواند تفاوت اثر خاکدانه‌سازی را بر تغییر ساختمان خاک و در نتیجه افزایش هدایت هیدرولیکی نمایان سازد. در فاصله دو ماه ابتدای دوره، بخش‌های فعال ماده آلی مورد تجزیه میکروبی قرار گرفته و باعث افزایش تشکیل خاکدانه‌ها در ماه دوم شده‌اند (Majumder and Kuzyakov, 2010). ماجومدر (2010) بیان می‌کند که احتمالاً پس از اتمام این بخش‌ها، فراوانی خاکدانه‌ها کاهش یافته و دوباره با آغاز تجزیه بخش‌های دیرتجزیه در



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

انتهای دوره، با افزایش خاکدانه‌های درشت، هدایت هیدرولیکی نیز افزایش داشته است. در تیمارهای بدون باکتری، در هر چهار زمان مورد مطالعه، مقادیر هدایت هیدرولیکی تیمار ۱ درصد پساب همواره کمتر از تیمار ۵/۰ درصد پساب بوده است. این تغییر، برخلاف تاثیر این ماده آلی زودتجزیه‌شونده بر تشکیل خاکدانه و بهبود ساختمان خاک، ممکن است در اثر پر شدن تعداد بیشتری از منافذ ریز خاک توسط پودر پساب باشد؛ چنانچه در بررسی تیمارهای باکتریایی، افزودن پساب ۱ درصد و باکتری باسیلوس، نه تنها اثر منفی بر هدایت هیدرولیکی نداشته است، بلکه مقدار آن را در ماه دوم به شدت افزایش داده است. به نظر می‌رسد با تجزیه سریعتر سطح ۱ درصد این ماده به همراه باکتری، در زمان زودتر از دو ماه به حداکثر رسیده و سپس هدایت هیدرولیکی در ماه چهارم و هشتم، کاهش قابل توجهی داشته است. این روند افزایش و کاهش، در تیمار قارچ و ۵/۰ درصد پساب، با تاخیر از ماه دوم آغاز می‌شود. با توجه به اثر قابل توجه تشکیل خاکدانه‌ها بر افزایش هدایت هیدرولیکی می‌توان بیان نمود که تشکیل درشت خاکدانه‌ها طی مصرف و تجزیه بقایای یک فرآیند سریع و ناپایدار است. با مصرف شدن بخش سهل الوصول تر کربن در دسترس و کاهش فعالیت میکروبی، تخریب درشت خاکدانه‌های تازه تشکیل شده آغاز می‌شود، زیرا ریزجانداران شروع به استفاده از کربن تازه موجود (پلی‌ساکاریدهای اتصال دهنده و موسیلاژها) در درشت خاکدانه‌ها می‌نمایند (Helfrich et al., ۲۰۰۸).

منابع

- Fernandez-Galvez J., Galvez A., Pena A. and Mingorance M. D. ۲۰۱۲. Soil hydrophysical properties resulting from the interaction between organic Amendments and water quality in soils from Southeastern Spain— Laboratory experiment. *Agricultural Water Management*, ۱۰۴: ۱۰۴-۱۱۲.
- Helfrich M., Ludwig B., Potthoff M. and Flessa H. ۲۰۰۸. Effect of litter quality and soil fungi on macroaggregate dynamics and associated partitioning of litter carbon and nitrogen. *Soil Biology and Biochemistry*, ۴۰: ۱۸۲۳-۱۸۳۵.
- Klute A. and Dirksen C. ۱۹۸۶. Hydraulic conductivity and diffusivity. In: Klute A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part ۱. Physical and Mineralogical Methods*, second Ed. Agronomy Monographs, ۹. ASA-SSA, Madison, WI: ۶۸۷-۷۳۴.
- Lado M. and Ben-Hur M. ۲۰۰۹. Treated domestic sewage irrigation effects on soil hydraulic properties in arid and semiarid zones: a review. *Soil and Tillage Research*, ۱۰۶: ۱۵۲-۱۶۳.
- Majumder B. and Kuzyakov Y. ۲۰۱۰. Effect of fertilization on decomposition of ^{۱۴}C labelled plant residues and their incorporation into soil aggregates. *Soil and Tillage Research*, ۱۰۹: ۹۴-۱۰۲.
- Metzger L. and Yaron B. ۱۹۸۷. Influence of sludge organic matter on soil physical properties. *Advance Soil Science*, ۷: ۱۴۱-۱۶۳.
- Roldan A., Garcia-orenes F. and Lax A. ۱۹۹۴. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. *Soil Biology and Biochemistry*, ۲۶ (۱۲): ۱۶۹۹-۱۷۰۷.

Abstract

Applying the organic residues in soil, enhances the biological activities, and improves soil structure. This study was conducted to investigate the effects of interaction between starch included waste water of potato chips factory and *Bacillus* bacteria on changes in hydraulic conductivity. One and ۰.۵% of organic materials (w/w) were inoculated with ۲۰% of inoculums (v/w) consist of 2.11×10^8 bacterial colonies per ml and then were mixed into soil and incubated under greenhouse condition for eight months. Hydraulic conductivity was determined at four intervals after incubation by constant head method. The results confirmed that addition of starch included waste water, depending on their quantity, increased hydraulic conductivity and extended it to the maximum. *Bacillus* Bacteria accelerated starch included waste water decomposition and led to significant increase in hydraulic conductivity in second month. After consuming readily available parts of organic material by microorganisms, hydraulic conductivity was decreased at fourth and eighth month.



بررسی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و رواناب سطحی در منطقه نیمه خشک

مروارید احمدی^۱ و علی رضا واعظی^۲
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

با توجه به اهمیت پیش بینی میزان فرسایش و هدررفت خاک برای مدیریت منابع خاکی در مناطق نیمه خشک، بررسی دقیق نوع و میزان تأثیر عوامل فرساینده بر خاک امری ضروری است. از این رو آزمایشی با ۴۲ کرت فرسایشی به ابعاد ۱ متر در ۴/۱ متر تحت هفت شدت مختلف بارندگی (از ۱۰ تا ۷۰ میلی متر بر ساعت) برای تعیین میزان هدررفت خاک ناشی از قطره باران و هدررفت خاک ناشی از رواناب در یک زمین با شیب ۹ درصد طراحی شد. نتایج نشان داد که در شدت‌های پایین بارندگی تفاوت فاحشی بین هدررفت خاک ناشی از قطره باران با هدررفت خاک ناشی از رواناب وجود نداشت و این تفاوت در شدت‌های بالای بارندگی بارز می‌شود. به طور کلی بیش از ۵۰ درصد هدررفت خاک وابسته به رواناب سطحی می‌باشد. این موضوع اهمیت هدررفت خاک ناشی از رواناب سطحی را در محاسبه فرساینده‌های باران در مناطق نیمه خشک نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: شدت بارندگی، فرساینده‌های باران، کرت فرسایشی، باران شبیه‌سازی شده

مقدمه

فرساینده‌های باران به عنوان یک معیار عددی از توان باران برای فرسایش خاک، مهم‌ترین عامل در بین شش عامل موجود در معادله جهانی فرسایش خاک می‌باشد (Oliveira et al., ۲۰۱۳). در مطالعات فرسایش و حفاظت خاک، باران به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر در فرسایش محسوب می‌شود (Van Dijk et al., ۲۰۰۲). تأثیر منفی بارندگی به این صورت است که باران به همراه نیروی برشی رواناب جاری بر سطح خاک در جهت جداسازی ذرات خاک از بستر خود عمل نموده و در همین حال رواناب ذرات خاک را از زمین‌های شیب‌دار و فاقد پوشش می‌شوید (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۹). در اثر برخورد ضربه‌ی قطرات باران، قابلیت جدا شدن و حمل ذرات خاک افزایش می‌یابد، خاکدانه‌ها متلاشی شده، و در سطح خاک‌ها اندوده و در نهایت سله تشکیل می‌شود که به دلیل تراکم بالا و تخلخل کم‌تر نسبت به خاک زیرین منجر به کاهش نفوذپذیری خاک و بنابراین جریان رواناب و انتقال رسوبات می‌شود (Abu Hamed et al., ۲۰۰۶).

عامل فرساینده‌های باران در مدل‌های مختلف فرسایش خاک بر اساس شدت و انرژی جنبشی باران (Wischmeier and Smith, ۱۹۷۸)، رواناب (Williams, ۱۹۷۵) و یا تأثیر توأم این دو (Kinnell and Risse, ۱۹۹۸) به دست آمده است همچنین برخی محققان مدل‌های رگرسیونی برای تعیین میزان فرساینده‌های کل باران ارائه کرده‌اند (Lee and Heo, ۲۰۱۱; Mannaerts and Gabriels, ۲۰۰۰). در مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته میزان فرساینده‌های بر اساس هدررفت خاک ایجاد شده در اثر بارش باران و رواناب ناشی از آن مورد بررسی قرار گرفته است و عوامل فرساینده قطره باران و رواناب به صورت جداگانه مطالعه نشده‌اند. به دلیل اهمیت هدررفت خاک و همچنین الگوی خاص بارش و کمبود پوشش گیاهی مناسب در مناطق نیمه خشک لزوم بررسی دقیق عوامل فرساینده باران و رواناب در این مناطق دو چندان می‌شود و هدف این مطالعه نیز تعیین کمی میزان هدررفت خاک ناشی از قطرات باران بدون در نظر گرفتن تأثیر رواناب و هدررفت خاک ناشی از رواناب بدون در نظر گرفتن تأثیر ضربه قطرات باران و تعیین سهم هر یک از این دو فرساینده‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و هدررفت خاک ناشی از رواناب آزمایش در دامنه‌ای با شیب ۹ درصد به ابعاد ۳۰ متر در ۳۰ متر در دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. نمونه برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک انجام شد و بافت خاک به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه به روش وزنی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب با روش الک تر، pH با استفاده از pH سنج در گل اشباع، ماده آلی به روش والکی-بلک و کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید اندازه گیری شدند. علاوه بر این نمونه‌های دست نخورده چگالی ظاهری نیز با استفاده از سیلندر فلزی تعیین شد. در سطح دامنه تعداد ۴۲ کرت فرسایشی (۱×۴/۱ متر) احداث گردید. آزمایش با یک دستگاه شبیه‌ساز باران به ارتفاع ۲۵/۲ متر و هفت شدت بارندگی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ میلی متر بر ساعت به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. در پایین دست هر کرت مخزن جمع آوری رواناب و رسوب قرار داده شد. در هر یک از شدت‌های بارندگی هدررفت خاک ناشی از قطره باران و هدررفت خاک ناشی از رواناب جداگانه در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

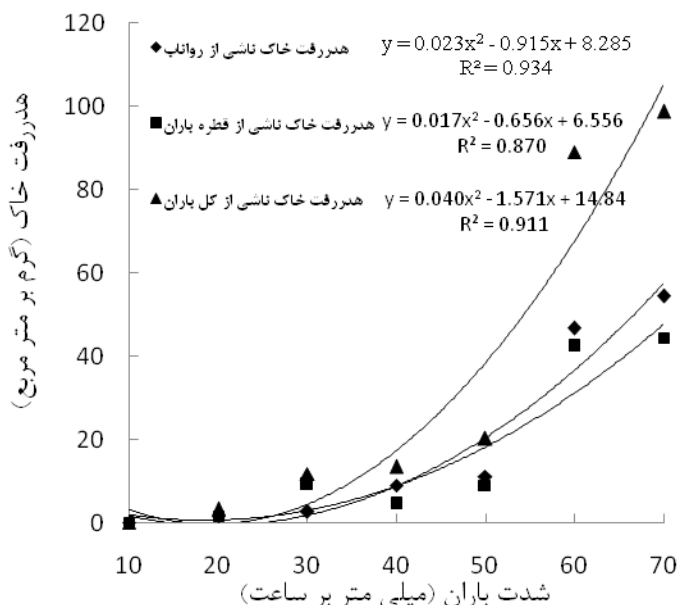
نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک دامنه در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، خاک مورد بررسی دارای بافت لوم شنی و واکنش خنثی تا کمی قلیایی و از نوع خاک‌های سنگریزه‌ای بود. به دلیل درصد تقریباً بالای آهک (۱/۱۴ درصد) در گروه خاک‌های آهکی و با ماده آلی کم (۱۱/۱ درصد) قرار داشت. پایین بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در برابر آب نیز به دلیل کم بودن ماده آلی و حضور آهک در این خاک بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

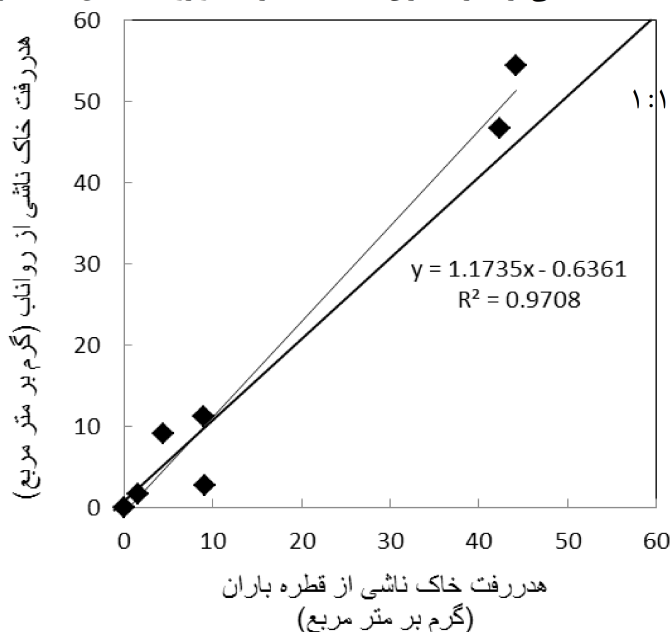
۵۶	ویژگی خاک شن (%)
۲۷	سیلت (%)
۱۷	رس (%)
۹/۱۷	سنگریزه (%)
۴۵/۱	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
۹/۲	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی متر)
۴۵/۷	واکنش
۱۱/۱	ماده آلی (%)
۱/۱۴	کربنات کلسیم معادل (%)

بررسی تأثیر شدت بارندگی بر میزان هدررفت خاک نشان داد که شدت بارندگی اثر معنی داری بر هدررفت خاک داشت ($p < 0.001$) و میزان هدررفت خاک ناشی از کل باران بیش‌تر از هدررفت ناشی از رواناب بود زیرا به گفته کاینل (۲۰۱۰) فرسایش و حمل خاک توسط دو عامل پاشمان ذرات به وسیله قطرات باران و جریان‌های سطحی رخ می‌دهد. بر اساس نتایج افزایش شدت باران در حالت کل باران منجر به هدررفت خاک بیش‌تری شد که می‌تواند به دلیل اثر قطرات باران بر تخریب خاکدانه‌ها باشد که مقدار خاک در دسترس برای حمل توسط رواناب را افزایش داده است. افزایش شدت باران و انرژی جنبشی، تخریب خاکدانه‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین ذرات خاک حساس به حمل می‌شوند (Jin et al., ۲۰۰۸). شکل ۱ میزان هدررفت خاک ناشی از کل باران، هدررفت خاک ناشی از رواناب و هدررفت خاک ناشی از قطره باران را نشان می‌دهد.



شکل ۱- رابطه بین هدررفت خاک ناشی از قطره باران، ناشی از رواناب و هدررفت خاک ناشی از کل باران

با توجه به شکل ۱، در حالت کلی بیش از ۵۰ درصد هدررفت خاک تحت تأثیر رواناب و بخش باقی مانده هدررفت خاک تحت تأثیر قطرات باران است. به عبارت دیگر در شدت‌های بارندگی مورد بررسی، تأثیر رواناب در هدررفت خاک اندکی بیش‌تر از تأثیر قطرات باران بود که در شکل ۲ نیز نشان داده شده است. همچنین به گفته نیو و ریبورگ (۲۰۰۷) هدررفت خاک اغلب ناشی از جریان رواناب سطحی می‌باشد. با این وجود در شدت‌های کم بارندگی (کمتر از ۳۰ میلی‌متر بر ساعت) تأثیر قطرات باران کمی بیشتر و هدررفت خاک ناشی از قطره بیشتر از رواناب می‌باشد در حالی که در شدت‌های بالا (بیشتر از ۳۰ میلی‌متر بر ساعت) هدررفت خاک ناشی از رواناب بیش‌تر از هدررفت خاک ناشی از قطرات باران است (۵۷ درصد) و رواناب عامل غالب فرسایش‌دهی است.



شکل ۲- هدررفت خاک ناشی از رواناب در مقابل هدررفت خاک ناشی از قطره باران در شدت‌های باران مورد بررسی



در شدت‌های کم بارندگی پایین بودن میزان و سرعت رواناب موجب شد تا تنش برشی رواناب کم‌تر از مقاومت برشی خاک باشد و از این رو نقش رواناب در هدررفت خاک مشابه با نقش قطره باران در هدررفت خاک بود. در شدت‌های بالای بارندگی قدرت رواناب بر مقاومت برشی خاک غلبه کرده و موجب حمل بیش‌تر خاک گردید (Misra and Rose, ۱۹۹۵). با این حال در شدت‌های بسیار بالا انتظار می‌رود با افزایش عمق آب روی سطح خاک به دلیل از بین رفتن انرژی قطرات باران و کاهش پاشمان ذرات خاک تأثیر قطرات باران کاهش بیش‌تری پیدا کند (Kinnell, ۲۰۱۰). به هر حال این نتایج برخلاف تصور عمومی است که در آن نقش قطره باران به مراتب بیش‌تر از نقش رواناب سطحی است.

منابع

- زنگی آبادی، م.، رنگ‌آور، ع.، رفاهی، ح.، شرفا، م. و بی‌همتا، م. ر. ۱۳۸۹. بررسی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فرآیند فرسایش خاک در مراتع نیمه‌خشک کلات. نشریه آب و خاک، جلد بیست و چهارم، شماره ۲، صفحه‌های ۷۳۷ تا ۷۴۴.
- Abu Hamed A., Borresen T. and Haugen L. ۲۰۰۶. Effects of rain characteristics and terracing on runoff and erosion under the Mediterranean. *Soil and Tillage Research*, ۸۷: ۳۹-۴۷.
- Jin K., Cornelis W.M., Gabriels D., Schiettecatte W., De Neve S., Lu J., Buysse T., Wu H., Cai D., Jin J. and Harmann R. ۲۰۰۸. Soil management effects on runoff and soil loss from field rainfall simulation. *Catena*, ۷۵(۲): ۱۹۱-۱۹۹.
- Kinnell P.I.A. ۲۰۱۰. Comment on "a new splash and sheet erosion equation for range-lands". *Soil Science Society of America Journal*, ۷۴(۱): ۳۴۰-۳۴۱.
- Kinnell P.I.A. and Risse L.M. ۱۹۹۸. USLE-M: empirical modeling rainfall erosion through runoff and sediment concentration. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۲(۶): ۱۶۶۷-۱۶۷۲.
- Lal R. and Elliot W. ۱۹۹۴. Erodibility and erosivity. *Soil Erosion Research Methods*. Soil and Water Conservation Society. Lucie Press, Madison..
- Lee J.H. and Heo J.H. ۲۰۱۱. Evaluation of estimation methods for rainfall erosivity based on annual precipitation in Korea. *Journal of Hydrology*, ۴۰۹(۱): ۳۰-۴۸.
- Mannaerts C.M. and Gabriels D. ۲۰۰۰. Rainfall erosivity in Cape Verde. *Soil and Tillage Research*, ۵۵(۳): ۲۰۷-۲۱۲.
- Misra R.K. and Rose C.W. ۱۹۹۵. An examination of the relationship between erodibility parameters and soil strength. *Australian Journal of Soil Research*, ۳۳: ۷۱۵-۷۳۲.
- Morgan, R. P. C. ۱۹۹۵. *Soil Erosion and Conservation*. Addison-Wesley, London.
- Neave M. and Rayburg S. ۲۰۰۷. A field investigation into the effects of progressive rainfall-induced soil seal and crust development on runoff and erosion rates: The impact of surface cover. *Geomorphology*, ۸۷(۴): ۳۷۸-۳۹۰.
- Oliveira P.T.S., Wendland E. and Nearing M.A. ۲۰۱۳. Rainfall erosivity in Brazil: A review. *Catena*, ۱۰۰: ۱۳۹-۱۴۷.
- Van Dijk A.I.J.M., Bruijnzeel L.A. and Rosewell C.J. ۲۰۰۲. Rainfall intensity-kinetic energy relationships. *Journal of Hydrology*, ۲۶۱(۱): ۱-۲۳.
- Williams J.R. ۱۹۷۵. Sediment-yield prediction with Universal Equation using runoff energy factor. Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources, ARS-S-۴۰, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ۲۴۴-۲۵۲.
- Wischmeier W.H and Smith D.D. ۱۹۷۸. Predicting rainfall erosion losses: A Guide to Conservation Planning. *Agriculture Handbook* ۵۳۷. USDA, Hyatsville, Maryland.

Abstract

Predicting soil loss has an important role in soil resources management particularly in semi-arid regions. Thus, it is essential to determine erosivity factor and its magnitude in soil loss. Thus, this study was conducted to determine soil loss by both raindrop and surface runoff using forty two erosion plots (۱ m \times ۱.۴ m) under seven rainfall intensities (from ۱۰ to ۷۰ mm h⁻¹) on a land with ۹% slope. No significant differences were found between soil loss by the



raindrops and soil loss by the surface runoff in lower rainfall intensities. In high rainfall intensities, significant differences were observed between soil loss by the raindrops and soil loss by the surface runoff. In general, soil loss by surface runoff. This result explains the importance of the surface runoff to obtain total rainfall erosivity in the semi-arid regions. Keywords : Rainfall intensity, Rainfall erosivity, Erosion plot, simulated rainfall



اثر گونه‌های گیاهی قیچ و درمنه‌دشتی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های رویشگاه آنها

مجتبی جعفری حقیقی^۱، عبدالمجید ثامنی^۲
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشگاه شیراز، ۲- دانشیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده

به منظور بررسی اثرات دو گونه گیاهی قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) و درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های رویشگاه آنها در آباد، سروستان و خنج استان فارس، از یک آزمایش فاکتوریل ۲^۲ (دو گونه گیاهی، دو عمق، دو فاصله) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه مکان و در سه تکرار استفاده شد. چهار نمونه خاک از زیر و خارج سایه‌انداز گیاهان مورد مطالعه، از دو عمق (۰-۲۰) و (۲۰-۴۰) سانتی‌متری نمونه‌برداری گردید و درصد رطوبت اشباع و بافت خاک به روش‌های متعارف اندازه‌گیری گردید. نتایج حاکی از آن است که وجود گیاهان مورد مطالعه باعث افزایش رطوبت اشباع و درصد شن و کاهش درصد سیلت در زیر سایه‌انداز خود گردیده اند. همچنین درصد رس تفاوت معنی داری را در بین دو فاصله مورد مطالعه نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: گونه گیاهی، سایه‌انداز، عمق، بافت، درصد رطوبت اشباع

مقدمه

منابع طبیعی، پایه و اساس توسعه کشاورزی و رفاه جامعه به شمار می‌آید و هر گونه کم توجهی به این منابع مهم، موجب کاهش امکانات توسعه و تولید کشاورزی در دراز مدت خواهد شد (حجازی و عباسی، ۱۳۸۶). امروزه با توجه به رشد روزافزون جمعیت و لزوم حفظ کارایی سرزمین، بهره‌برداری پایدار این منابع بیش از هر زمان دیگر ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین لازمه برنامه‌ریزی صحیح، برای بهره‌برداری بهینه از این منابع و یا برنامه‌های اصلاحی و احیاء، آگاهی از توان تولید بالقوه آن می‌باشد. لذا در نخستین گام، شناخت پوشش گیاهی مناطق مختلف کشور و با توجه به نقش مهم گیاهان در تعادل اکوسیستم و استفاده‌های مختلفی که بشر به طور مستقیم و غیر مستقیم از آنها می‌کند، ضرورت شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی، برای ثبات و پایداری آن اجتناب ناپذیر است (آذر نیوند وهمکاران، ۱۳۸۶).

مواد و روش‌ها

در اجرای این طرح تحقیقاتی از دو گونه گیاهی قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) و درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) در سه منطقه آباد، سروستان و خنج استان فارس استفاده شد. در هر سه منطقه در محل هر دو نمونه گیاهی (هر کدام در سه تکرار) اشاره شده در بالا، یک نیمرخ در سایه‌انداز و یک نیمرخ خارج سایه‌انداز (مجموعاً ۱۲ نیمرخ) حفر کرده، از هر نیمرخ از دو عمق (۰-۲۰) و (۲۰-۴۰) سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک صورت گرفت (مجموعاً ۷۲ نمونه خاک). برای اینکه هر نمونه خاک به صورت یک نمونه ترکیبی باشد، برای هر عمق از هر چهار جهت نیمرخ، نمونه برداری شده و با هم مخلوط گردید. نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده را بعد از خشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، برای تعیین درصد رطوبت اشباع (بر اساس وزن خاک خشک شده گل اشباع در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا ثابت شدن وزن نمونه) و بافت خاک به روش هیدرومتر (جی و بودر، ۱۹۸۶) مورد آزمایش قرار گرفت. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ (دو گیاه، دو عمق، دو فاصله) و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه مکان و سه تکرار انجام گرفت. داده‌های بدست آمده از ویژگی‌های خاک با استفاده از نرم افزار SAS مورد بررسی قرار گرفت و در جدول‌های مناسب تنظیم گردید و با استفاده از آزمون دانکن، مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که صرفنظر از عمق، فاصله و گونه گیاهی، درصد رطوبت اشباع در خاک رویشگاه آنها در سه منطقه آباد، سروستان و خنج به ترتیب ۳۳۳/۲۷، ۴۹۶/۵۷ و ۰۲۵/۳۴ درصد می‌باشد که تفاوت معنی داری با هم دارند (جدول ۱). همچنین درصد رطوبت اشباع در خاک رویشگاه گونه‌های قیچ و درمنه‌دشتی به ترتیب برابر با ۲۵۸/۳۹ و ۷۱۱/۳۹ درصد می‌باشد که بین آنها تفاوت معنی داری وجود ندارد (جدول ۲). قاسمی (۱۳۸۸) میانگین درصد رطوبت اشباع در خاک رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه در منطقه تم شولی نی‌ریز شامل *Haloxylon aphyllum*، *H.persicum*، *Atriplex canescence*، *A.halimus* و *A.lentiformis* را به ترتیب برابر با ۱۵۳/۱، ۶۲/۶۲، ۴۰/۵۳، ۷۱/۶۱ و ۴۴/۶۳ درصد به دست آورد که تفاوت آنها از نظر آماری معنی دار است. درصد رطوبت اشباع از ۱۶۷/۳۸ در خارج سایه‌انداز به ۸۰۳/۴۰ درصد در زیر سایه‌انداز افزایش یافته است و بین آنها اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۳). دلیل این امر می‌تواند بالاتر بودن درصد ماده آلی در زیر سایه‌انداز گیاه باشد. مهاجری (۱۳۸۷) نشان داد که کشت گیاهان پوششی مورد مطالعه باعث افزایش درصد رطوبت اشباع خاک سایه‌انداز نسبت به خارج سایه‌انداز در منطقه اسفرجان



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

اصفهان گردید. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از اترپیلکس و تاغ میانگین درصد رطوبت اشباع در زیر سایه‌انداز ۷۴/۵۸ و در خارج سایه‌انداز ۹۹/۵۸ درصد بدست آورد که باهم اختلاف معنی داری ندارند. درصد رطوبت اشباع در عمق‌های ۲۰-۴۰ و ۰-۲۰ سانتیمتری به ترتیب برابر با ۵۶۴/۳۸ و ۴۰۶/۴۰ درصد است که بین عمق‌ها از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۴). دلیل این امر می‌تواند کمتر بودن درصد رس خاک در عمق ۲۰-۴۰ سانتی‌متری باشد. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از گیاهان تاغ و اترپیلکس درصد رطوبت اشباع در اعماق ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتی‌متری به ترتیب ۲۳/۵۹، ۲۴/۵۸ و ۱۳/۵۹ درصد آورد که بررسی آن نشان می‌دهد که بین سه عمق تفاوت معنی داری وجود ندارد.

جدول ۱- تأثیر منطقه نمونه‌برداری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک رویشگاه آن‌ها

منطقه	درصد رطوبت اشباع (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
آباده	۳۳۳/۲۷C	۰۶۱/۲۵A	۶۹۸/۲۵C	۲۴۱/۴۹A
سروستان	۰۹۶/۵۷B	۷۹۴/۱۱C	۶۸۶/۵۰A	۵۲۰/۳۷C
خنج	۰۲۵/۳۴A	۳۳۳/۱۷B	۵۴۲/۳۵B	۲۷۷/۴۷B

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۲- تأثیر گونه‌های مختلف گیاهی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک رویشگاه آن‌ها

گونه گیاهی	درصد رطوبت اشباع (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
قیچ	۲۵۸/۳۹A	۵۷۲/۱۶B	۳۸۵/۳۷A	۰۴۸/۴۶A
درمنه دشتی	۷۱۱/۳۹A	۵۵۲/۱۹A	۲۳۲/۳۷A	۳۱۱/۴۲B

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۳- تأثیر فاصله نمونه‌برداری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک رویشگاه آن‌ها

فاصله	درصد رطوبت اشباع (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
سایه‌انداز	۸۰۳/۴۰A	۶۸۰/۱۷A	۴۴۰/۳۶B	۸۸۸/۴۵A
خارج سایه‌انداز	۱۶۷/۳۸B	۴۴۶/۱۸A	۱۷۸/۳۸A	۴۷۱/۴۲B

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۴- تأثیر عمق نمونه‌برداری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک رویشگاه آن‌ها

عمق	درصد رطوبت اشباع (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۰-۲۰	۵۶۴/۳۸B	۶۳۰/۱۷B	۷۲۳/۳۸A	۶۵۴/۴۳B
۴۰-۲۰	۴۰۶/۴۰A	۴۹۷/۱۸A	۸۹۴/۳۵B	۷۰۵/۴۵A

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

درصد رس خاک رویشگاه گونه‌های گیاهی مورد مطالعه در سه منطقه آباده، سروستان و خنج به ترتیب ۰۶۱/۲۵، ۷۹۴/۱۱ و ۳۳۳/۱۷ درصد می‌باشد که تفاوت معنی داری باهم دارند (جدول ۱). همچنین درصد رس در خاک رویشگاه گونه‌های گیاهی قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۵۷۲/۱۶ و ۵۵۲/۱۹ درصد می‌باشد (جدول ۲). همانگونه که مشاهده می‌شود بین گونه‌های مورد بررسی از نظر درصد رس تفاوت معنی داری وجود دارد. درصد رس در زیر سایه‌انداز ۶۸۰/۱۷ درصد و در خارج سایه‌انداز ۴۴۶/۱۸ درصد است که درصد رس در خارج سایه‌انداز افزایش یافته است؛ اما از نظر آماری تفاوت آنها معنی دار نیست (جدول ۳). وایت‌فورد و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که خاک زیر سایه‌انداز به طور کلی رس بیشتری نسبت به خاک خارج سایه‌انداز دارد. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از اترپیلکس و تاغ میانگین درصد رس در زیر سایه‌انداز ۵۶/۱۳ و در خارج سایه‌انداز ۷۸/۱۲ درصد بدست آورد که باهم اختلاف معنی داری دارند. ملامبو و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقات خود در خاک‌های جنوب آفریقا در زیمبابوه به این نتیجه رسیدند که درصد رس و سیلت خاک در عمق ۱۰ سانتیمتری زیر سایه‌انداز گیاه کلوفوسپریوم مویانا به طور معنی داری بیشتر از خارج سایه‌انداز بود و در خارج سایه‌انداز درصد رس به طور معنی داری بیشتر از زیر سایه‌انداز بود. میانگین درصد رس در اعماق ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتیمتری به ترتیب برابر با ۶۳۰/۱۷ و ۴۹۷/۱۸ درصد می‌باشد که دارای یک روند افزایش معنی دار از



سطح به عمق است (جدول ۴). مک دانیل و گراهام (۱۹۹۲) به این نتیجه رسیدند که با افزایش عمق در خاک زیر سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز، درصد رس به طور معنی داری افزایش می‌یابد. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از گیاهان تاغ و اتریپلکس میانگین درصد رس در اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی متری به ترتیب ۰/۲۱، ۳۳/۱۳ و ۱۶/۱۴ درصد آورد که بررسی آن نشان می‌دهد که بین سه عمق تفاوت معنی داری وجود دارد.

صرفنظر از عمق، فاصله و گونه گیاهی، سیلت خاک رویشگاه آنها در سه منطقه آباءه، سروستان و خنج به ترتیب ۶۹۸/۲۵، ۵۰/۶۸۶ و ۳۵/۵۴۳ درصد می‌باشد که تفاوت معنی داری با هم دارند (جدول ۱). درصد سیلت در خاک رویشگاه گونه‌های قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۳۸۵/۳۷ و ۲۳۲/۳۷ درصد می‌باشد (جدول ۲). بین گونه‌های مورد بررسی از نظر درصد سیلت تفاوت معنی داری وجود ندارد. شاکلا و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی خاک رویشگاه گونه‌های کاج، سرو کوهی و بلوط به ترتیب ۳۹، ۳/۴۱ و ۱/۵۲ درصد سیلت به دست آوردند که دارای تفاوت معنی داری با یکدیگر بودند. صرفنظر از گونه گیاهی و عمق نمونه برداری، میزان سیلت در زیر سایه‌انداز ۴۴۰/۳۶ درصد و در خارج سایه‌انداز ۱۷۸/۳۸ درصد می‌باشد که از نظر آماری تفاوت معنی داری بین آنها وجود دارد (جدول ۳). وایت فورد و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که خاک زیر سایه‌انداز به طور کلی سیلت بیشتری نسبت به خاک خارج سایه‌انداز دارد. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از اتریپلکس و تاغ میانگین سیلت در زیر سایه‌انداز ۱۵/۶۶ و در خارج سایه‌انداز ۸۵/۷۰ درصد بدست آورد که باهم اختلاف معنی داری دارند. درصد سیلت عمق‌های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتری به ترتیب برابر با ۷۲۳/۳۸ و ۸۹۴/۳۵ درصد می‌باشد که تفاوت معنی داری بین آنها وجود دارد (جدول ۴). آقای (۱۳۸۶) در تحقیقات خود بر روی گونه‌های گز مشاهده کرد که درصد سیلت عمق‌های ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ به ترتیب ۵۴/۴۸، ۵۸/۴۹، ۱۳/۵۰ و ۴۳/۴۸ درصد می‌باشد که تفاوت معنی‌داری بین آنها نیست.

درصد شن خاک رویشگاه گونه‌های گیاهی مورد مطالعه در سه منطقه آباءه، سروستان و خنج به ترتیب ۲۴۱/۴۹، ۵۲/۳۷ و ۲۷۷/۴۷ درصد می‌باشد که تفاوت معنی داری با هم دارند (جدول ۱). درصد شن در خاک رویشگاه گونه‌های گیاهی قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۴۸/۴۶ و ۳۱۱/۴۳ درصد می‌باشد که اختلاف بین آنها معنی دار می‌باشد (جدول ۲). شاکلا و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی خاک رویشگاه گونه‌های کاج، سرو کوهی و بلوط به ترتیب ۴۲، ۴۸ و ۳۲ درصد شن به دست آوردند که تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. آقای (۱۳۸۶) میانگین درصد شن خاک رویشگاه گونه‌های *T. serotina* و *ramosissima* را به ترتیب برابر با ۷۱/۲۹، ۰/۳۳، ۷۹/۲۲ و ۵۸/۲۶ درصد گزارش کرد که اختلاف معنی‌داری بین آنها می‌باشد. صرفنظر از گونه گیاهی، منطقه و عمق نمونه برداری، مشاهده می‌شود که درصد شن در زیر سایه‌انداز ۸۸۸/۴۵ و در خارج سایه‌انداز ۴۷۱/۴۳ درصد می‌باشد که تفاوت آنها معنی دار و در داخل سایه‌انداز درصد شن بیشتر می‌باشد (جدول ۳). دلیل این امر می‌تواند به دام افتادن ذرات شن در زیر پوشش گیاهی باشد. قره شیخلو و همکاران (۱۳۸۹) با مقایسه دو خاک دارای پوشش گیاهی و فاقد پوشش در منطقه دق سرخ اردستان با تیپ غالب گیاهی درمنه دشتی بیان داشت که این پوشش باعث افزایش درصد شن در خاک منطقه گردیده است. نتایج تحقیقات ژنگو (۲۰۰۴) نشان داد که تشبیت شن باعث بهبود بافت خاک در شن‌زارهای تشبیت شده صحرای تنگو چین گردید. همچنین کشت این گیاهان باعث کاهش درصد شن خاک رویشگاه در محل سایه‌انداز گردیده است. وایت فورد و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که خاک زیر سایه‌انداز به طور کلی شن کمتری نسبت به خاک خارج سایه‌انداز دارد. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از اتریپلکس و تاغ میانگین درصد شن در زیر سایه‌انداز ۲۸/۲۰ و در خارج سایه‌انداز ۳۶/۱۶ درصد بدست آورد که باهم اختلاف معنی داری دارند. درصد شن در عمق‌های نمونه برداری ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتری به ترتیب برابر با ۶۵۴/۴۳ و ۷۰۵/۴۵ درصد می‌باشد که همانگونه که مشاهده می‌شود یک روند افزایشی معنی دار از سطح به عمق وجود دارد (جدول ۴). شاکلا و همکاران (۲۰۰۶) در عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتیمتری در زیر سایه‌انداز بلوط به ترتیب ۳۲ و ۳/۳۱ درصد شن به دست آوردند که دارای تفاوت معنی داری با یکدیگر بودند. آقای (۱۳۸۶) در بررسی چهار گونه گز، میانگین درصد شن در عمق‌های صفر تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۸۰ و ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی متری را به ترتیب برابر با ۸۸/۳۶، ۶۷/۳۳، ۵۴/۲۸ و ۰/۲۳ درصد گزارش نمود که دارای یک روند کاهشی معنی دار با افزایش عمق بود. قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از گیاهان تاغ و اتریپلکس میانگین درصد شن در اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتی متری به ترتیب ۲۵/۱۴، ۱۱/۲۲ و ۶۱/۱۸ درصد آورد که بررسی آن نشان می‌دهد که بین سه عمق تفاوت معنی داری وجود دارد و مقدار آن با افزایش عمق افزایش می‌یابد.

بطور کلی نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکی بررسی شده شامل درصد رطوبت اشباع، درصد رس، درصد سیلت و درصد شن تفاوت معنی داری در زیستگاه گیاهان مورد مطالعه داشتند. صرفنظر از منطقه، عمق و فاصله اثر گونه‌های گیاهی مورد مطالعه بر ویژگی‌های فیزیکی درصد رس و درصد شن معنی دار بود. همچنین وجود این گیاهان باعث افزایش رطوبت اشباع و درصد شن و کاهش درصد سیلت در زیر سایه‌انداز خود گردیده‌اند. به طور کلی، وجود گیاهان مورد مطالعه (قیچ و درمنه دشتی) باعث کاهش درصد رطوبت اشباع، درصد رس و درصد شن و افزایش درصد سیلت در در عمق (۲۰-۴۰) سانتی متری خاک رویشگاه نسبت به عمق (۴۰-۲۰) سانتی متری شده است.

منابع

آذرنیوند، ح.، نیکو، ش.، احمدی، ح.، جعفری، م.، مشهدی، ن. ۱۳۸۶. بررسی عوامل محیطی موثر در پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه دامغان، نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۶۰(۱): ۳۲۳-۳۴۱.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- آقایی، م.، ۱۳۸۶. تاثیر گونه‌هایی از گیاه گز بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای رویشگاه آنها در دشت مرودشت استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- حجازی، ی.، عباسی، ع. ۱۳۸۶. بررسی عوامل موثر بر مشارکت مجریان در طرح تعادل دام و مرتع، نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۶۰(۲): ۶۸۳-۶۹۲.
- قاسمی بنادکوی، ن.، ۱۳۸۸. تاثیر گونه‌هایی از گیاه آتریپلکس و تاغ بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های رویشگاه آنها در منطقه تم شولی شهرستان نی ریز، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه شیراز.
- قره شیخلو، ا. ح.، وهابی، م. ر. و کریم زاده، ح. ر. ۱۳۸۹. مقایسه خصوصیات خاک های دارای پوشش با سطوح عاری از پوشش گیاهی در حوضه آبخیز دق سرخ اردستان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۵۳: ۸۹-۹۷.
- مهاجری، غ. ر.، ۱۳۸۷. تاثیر شش گونه مختلف از گیاهان پوششی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های رویشگاه آنها در دامنه های روستای اسفرجان استان اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- Gee, G. W., and Bauder, J. W. ۱۹۸۶. Particle-size analysis, hydrometer method. In: A. Klute et al., (eds.) Methods of Soil Analysis. Part ۱, ۳rd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI. ۴۰۴- ۴۰۸
- McDaniel, P. A., and Graham, R. C. ۱۹۹۲. Organic carbon distribution in shadow soil of Poinyon- juniper woodlands, Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۶: ۴۹۹- ۵۰۴.
- Mlambo, D., Nyathi, P. and Mapaura. I. ۲۰۰۵. Influence of Colophosprmm mopane on surface soil properties and understorey vegetation in Southern African Savana. J. Forest Ecol. Manage. ۲۱۲: ۳۹۴- ۴۰۴.
- Shukla, M. K., Lalb, R. Ebinger, M. Meyer. C. ۲۰۰۶. Physical and chemical properties of soils under some pinon-juniper- oak canopies in a semi- arid ecosystem in New Mexico. J. Arid Environ. ۶۶: ۶۷۳- ۶۸۵.
- Whitford, W. G., Anderson, J. and Rice, P. M. ۱۹۹۷. Stemflow contribution to the fertile island effect in creosote bush, *Larrea tridentate*, J. Arid Environ. ۳۵: ۴۵۱- ۴۵۷.
- Zhenghu, D. ۲۰۰۴. Evaluation of soil properties on stabilized sands in the Tengger Desert China. Geomorphology. ۵۹: ۲۳۷-۲۴۶.

Abstract

The aim of this study was to evaluate of the effects of two plant species Qych (*Zygophyllum eurypterum*) and Desert sagebrush (*Artemisia sieberi*) on soil physical characteristics of their habitat in Abadeh, Sarvestan and Khonj in Fars province. A ۲^۲ factorial experiment (two species, two depths, two distances) in a completely randomized design with three replications was used in three locations. Four samples from under and inter canopy of tested plants each in two depths of ۰-۲۰ , ۲۰-۴۰ cm were taken from each of plants site and the amount of saturation percentage and soil texture were measured by the conventional methods. The results indicated that the presence of plants can increasing amount of saturation percentage and sand% and decreasing amount of silt%. Also the clay% did not indicate significat differences.



توزیع مکانی و زمانی نرخ فرونشست ذرات معلق اتمسفری در استان خراسان رضوی

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد،^۲ -دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد،^۳ -استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد،^۴ -استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی نرخ فرونشست ذرات معلق اتمسفری و توزیع زمانی و مکانی آن در نقاط مختلف استان خراسان رضوی بود. نمونه‌های فرونشست ذرات معلق به وسیله‌ی تله‌های شیشه‌ای بر روی پشت‌بام ساختمان‌های یک طبقه در ۵۰ نقطه از استان خراسان رضوی طی ۶ ماه از می تا پایان اکتبر ۲۰۱۴، مجموعاً ۳۰۰ نمونه، جمع‌آوری شدند. پس از تعیین نرخ فرونشست، نقشه خطوط هم‌غبار ماهیانه به‌وسیله نرم افزار ۱۰ Golden Surfer ترسیم شد. بررسی پراکندگی مکانی این پدیده نشان داد که کانون اصلی تمرکز فرونشست ذرات معلق ابتدا در مناطق غربی و جنوبی استان (حاشیه پلایاهای متعدد) و سپس در مناطق شرقی استان در حاشیه بیابان قره‌قوم ترکمنستان است. همچنین، توزیع زمانی نرخ فرونشست ذرات حاکی از افزایش نرخ ترسیب در دوره‌های با وقوع پدیده طوفان، ماه‌های می و ژوئن، نسبت به دوره‌های بدون طوفان بوده است.

واژه‌های کلیدی: توزیع مکانی و زمانی، فرونشست اتمسفری، استان خراسان رضوی

مقدمه

ذرات معلق اتمسفری یکی از مخاطرات اقلیمی و در ردیف بزرگ‌ترین مشکلات جدی محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند. این ذرات معلق می‌توانند منجر به تغییرات اقلیمی در مقیاس‌های جهانی و محلی، تغییر در چرخه بیولوژیکی، زمین‌شناسی و یا محیط‌زیست شوند (Wang ۲۰۰۶). ذرات معلق، با داشتن قابلیت پراکندگی زیاد، تأثیر قابل توجهی بر اکوسیستم‌ها از جمله آلودگی اتمسفر، آلودگی خاک با عناصر سنگین و دیگر مواد آلاینده را دارند و وجود این ذرات عامل بسیار خطرناکی برای سلامتی انسان‌ها به‌ویژه برای افرادی است که دچار بیماری‌های تنفسی هستند. از سوی دیگر، نقش مهمی را در فرایندهای ژئومورفیک مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله تشکیل لس ایفا می‌کنند (Duong and Lee, ۲۰۱۱).

کانون‌های تشکیل این ذرات عمدتاً در مناطقی پست و نسبتاً مسطح، با اقلیم خشک و میانگین بارش کمتر از ۱۲۵ میلی‌متر در سال تشکیل می‌شوند. ایران از نظر ویژگی‌های خاص اقلیمی و موقعیت جغرافیایی از سرزمین‌های خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود و در کمربند بیابانی جهان قرار گرفته است به همین دلیل، به‌صورت مداوم در معرض سیستم‌های محلی و سینوپتیک ذرات معلق اتمسفری قرار می‌گیرد.

در حدود ۴/۶۴ درصد ایران را مناطق خشک و فراخشک تشکیل داده است که شامل بیابان‌هایی است که می‌توانند تامین‌کننده ذرات معلق اتمسفری باشند. نواحی مرزی ایران مانند عراق در غرب، افغانستان در شرق و ترکمنستان در شمال‌شرق ایران، دارای بیابان‌های خشکی هستند که می‌توانند محل برداشت ذرات باشند. بنابراین، تقریباً تمام مناطق ایران تحت تأثیر این پدیده قرار می‌گیرد. طوفان‌ها در مناطق خشک، عمدتاً از حوضه‌های دریاچه‌های قدیمی و پلایاها منشأ می‌گیرند؛ جایی که رسوبات سست و غیرسیمانی می‌باشند. این حوضه‌ها عمدتاً فروافتادگی‌های بسته‌ای هستند که اکثراً در نیمکره شمالی واقع شده‌اند. دریاچه‌های خشک (پلایاها)، به‌عنوان مهم‌ترین منبع ذرات معلق به‌طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Goudie and Middleton, ۲۰۰۶). استان خراسان رضوی در شمال شرقی ایران یکی از مناطقی است که با توجه به موقعیت و ویژگی‌های طبیعی (وجود پلایاهای متعدد و وسیع) از این پدیده اقلیمی تأثیر می‌پذیرد. وجود رسوبات لسی در جنوب مشهد (Karimi, et al., ۲۰۱۱)، دامنه‌های شرقی کپه‌داغ (سودمند، ۱۳۹۲) و همچنین، وجود پهنه‌های شنی روان و تثبیت شده در این استان، گواهِ فعالیت‌های شدید باد در دوره‌های گذشته است. ارتفاعات کپه‌داغ و بینالود که شهرهای مهمی مانند، مشهد، نیشابور و سرخس در دامنه‌های آن‌ها قرار دارند، نقش مهمی در کند کردن سرعت باد و فرونشست ذرات معلق را دارند. در دهه اخیر مطالعات گسترده‌ای روی فرونشست ذرات معلق اتمسفری به منظور تشخیص منشأ در مناطق خشک و نیمه‌خشک انجام شده است. به منظور اندازه‌گیری نرخ فرونشست تحقیقات مشابهی در ایران و سایر کشورها انجام شده است، که از آن جمله می‌توان به مطالعات در آسیای مرکزی (Groll, et al., ۲۰۱۳)، در ترانسکت اقلیم ارتفاعی از جندق تا کوهرنگ (Hojati, et al., ۲۰۱۱)، در مناطق شهری اصفهان (محمودی و همکاران، ۱۳۹۲) و در مناطق شهری کرمان (جعفری و همکاران، ۱۳۹۳) اشاره نمود.

با توجه به این که میزان فرونشست ذرات معلق اتمسفری می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر سلامت انسان و خصوصیات خاک در منطقه بگذارد، اطلاعات جامع و کافی از میزان فرونشست این ذرات در استان وجود ندارد؛ لذا این تحقیق با هدف بدست آوردن نرخ



فرونشست ذرات معلق اتمسفری در مناطق مختلف استان خراسان رضوی و بررسی تغییرات این نرخ طی فصل‌های بهار، تابستان و پاییز انجام شد.

مواد و روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی قرار دارد. مرکز این استان، شهر مشهد در عرض شمالی ۳۶° ۱۷' و طول شرقی ۵۹° ۳۶' ارتفاع ۹۷۰ متری از سطح دریا واقع شده است. منطقه مورد مطالعه و نحوه توزیع نقاط نمونه برداری در شکل ۱ نشان داده شده است.

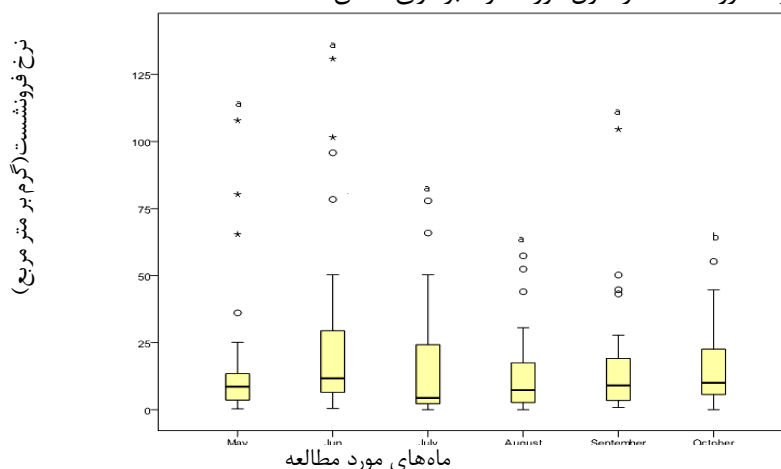
شکل ۱- موقعیت مناطق نمونه برداری در استان خراسان رضوی

با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و تلفیق آن با نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰، نقشه سطوح ژئومورفولوژی، تشکیلات زمین شناسی سست لس و رسوبات نتوزن (مارن‌ها) و جهت گیری ارتفاعات در سطح استان تهیه شد. در این مناطق براساس تغییرات زمین شناسی، ژئومورفولوژی و توپوگرافی ۵۰ نقطه انتخاب شد. در این نقاط تله‌های رسوب گیر نصب و در فواصل معین زمانی، نمونه‌های فرونشست ذرات معلق جمع آوری شد. تله رسوب گیر یک صفحه شیشه ای یک متر مربعی است که یک مش پلاستیکی با منافذ ۲۲۲ mm به وسیله پیچ بر روی صفحه به منظور به دام انداختن ذرات معلق روی آن قرار گرفته است (Hojati, et al., ۲۰۱۲). تله‌ها بر روی پشت بام ساختمان‌های یک طبقه که دارای ارتفاع حدوداً ۳ متر از سطح زمین هستند نصب گردید. ذرات رسوب کرده بر روی تله‌ها در فواصل زمانی یک ماهه با استفاده از کاردک جمع آوری، و پس از برداشت نمونه‌ها درون ظروف دربسته به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از جمع آوری نمونه‌ها توزین شده، نرخ فرونشست ذرات بر اساس واحد جرم ذرات بر سطح تله در طول دوره نمونه برداری محاسبه شد.

داده‌های اقلیمی شامل دما، بارش، سمت و سرعت باد در طول نمونه برداری در مناطق مورد مطالعه از سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی دریافت گردید. برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های دارای توزیع طبیعی از ضریب پیرسون استفاده شد. برای رسم نمودارهای گلباد از نرم افزار Wind Rose plot view استفاده شده برای این کار ابتدا داده‌های هواشناسی با استفاده از نرم افزار Saba Wind به فرمت قابل استفاده در این نرم افزار تبدیل شد.

نتایج و بحث

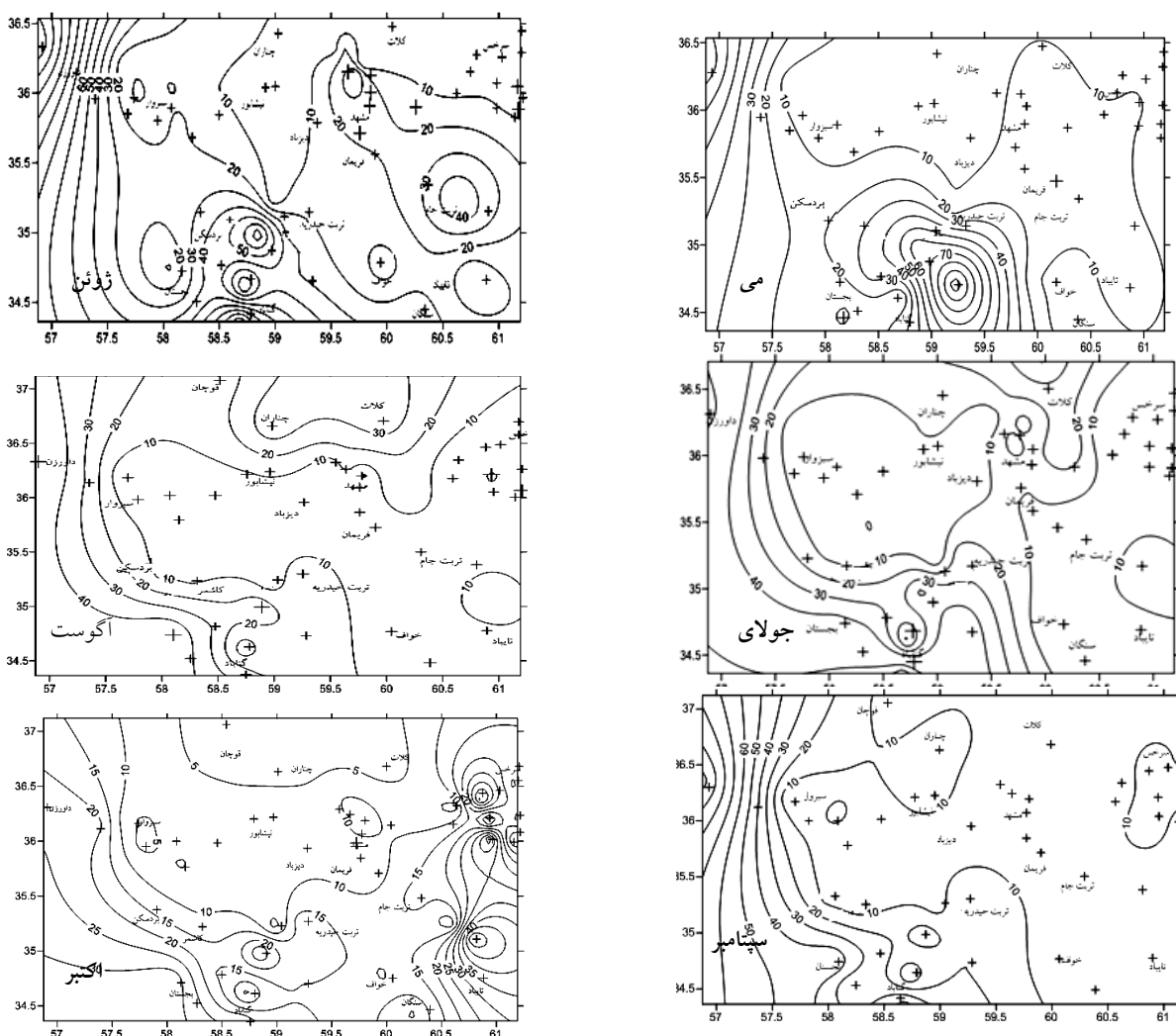
توزیع مکانی متوسط ترسیب ذرات معلق ماهیانه نشان می‌دهد که از مجموع ۳۰۰ نمونه گردوغبار جمع آوری شده از ۵۰ ایستگاه بین ماههای می تا اکتبر ۲۰۱۴، بیشترین نرخ متوسط فرونشست ذرات معلق اتمسفری در ماه‌های می و ژوئن با میانگین متوسط ترسیب ۲/۲۱ گرم بر متر مربع در سطح استان بوده است. همچنین بیشترین میزان متوسط فرونشست در بخش‌های غربی و جنوب غربی استان که در حاشیه پلایاهای متعدد واقع شده‌اند و کمترین میزان آن در مناطق شمالی و مرکزی استان دیده شد. شکل ۲- نمودار جعبه ای تغییرات فرونشست در طول دوره نمونه برداری نشان داده شده است.



شکل ۲- نمودار جعبه ای تغییرات فرونشست در طول دوره نمونه برداری

نقشه‌های خطوط هم‌غبار ترسیم شده در سطح استان (شکل ۳) نشان دهنده زیاد بودن نرخ فرونشست ذرات معلق اتمسفری در مناطق غربی و جنوب غربی استان می‌باشد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، در مناطق غربی و جنوب غربی استان که در

حاشیه پلایاهای متعددی واقع شده اند، نرخ فرونشست ماهیانه بیشترین مقدار بود؛ به طوری که در ماه ژوئن بیشترین مقدار فرونشست و در حدود ۱۵۰ متر مربع بر گرم در حاشیه پلایای سبزوار به ثبت رسیده است. در نواحی شمالی و مرکزی استان با توجه به بیشتر بودن میزان بارندگی و در نتیجه تقویت پوشش گیاهی، کمتر بودن این نرخ مشاهده می شود. به بیان دیگر بارندگی و حضور پوشش گیاهی به خاطر تأثیری که در سرعت باد و اندازه ذرات خواهند داشت، نرخ فرونشست اتمسفری را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می دهند. نکته جالب توجه این که در ماه اکتبر، مقدار فرونشست کاهش یافته است ولی در شرق استان در محدوده شهرستان سرخس افزایش داشته است. همچنین، بررسی رژیم بادی منطقه، غالب بودن دو باد ۱- باد شمال: دارای رژیم شمال غربی - جنوب شرقی و ۲- باد موسوم به باد قبله در جهت عکس، از جنوب و جنوب شرق به سمت شمال و شمال غرب را در سطح استان نشان می دهد که سرعت و جهت این دو باد و غلبه هر یک از این دو باد بر دیگری می تواند اثر قابل توجهی بر تجمع رسوبات در مناطق و فصول مختلف بگذارد.

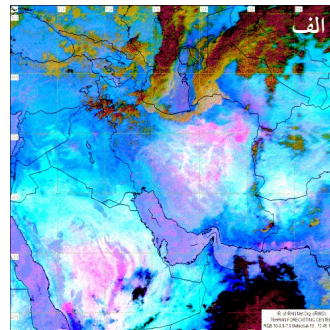
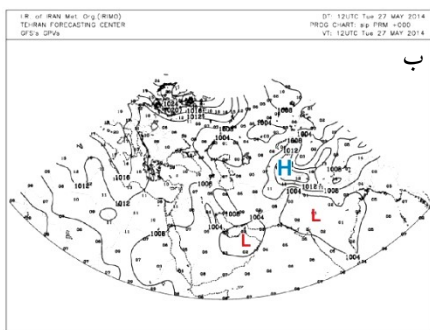


شکل ۳- نقشه خطوط هم‌غبار در سطح استان خراسان رضوی در ماه‌های نمونه برداری

در استان، بادهای ۱۲۰ روزه سیستان (بادهای لوار)، که جریان‌های موسمی باعث ایجاد این بادهای می شوند و طبق نظر محققان از دشت‌های ترکمنستان منشأ گرفته و بین رشته کوه‌های البرز و هندوکش جریان دارند، اثرات قابل توجهی بر روی لنداسکیپ منطقه دارند. در ماه‌هایی که وزش بادهای ۱۲۰ روزه را داشتیم بیشترین نرخ فرونشست را در مناطق غرب و جنوب غربی استان

مشاهده شد. ولی پس از پایان یافتن این جریان شاهد بیشترین مقدار در سرخس و نواحی شرق استان بودیم. همان گونه که در شکل ۴ مشاهده می شود، در ماه اکتبر بیشترین مقدار فرونشست در منطقه شرق استان خراسان رضوی (که بیشترین رخداد طوفان نیز در این منطقه در این ماه ثبت شده) دیده می شود که با توجه به بررسی رژیم بادی ماهانه این منطقه، جهت باد غالب از شمال غربی منطقه، یعنی ترکمنستان می وزد و احتمالاً میزان فرونشست نشأت گرفته از بیابان های قره قوم ترکمنستان می باشد. با توجه به این که در بخش شمالی استان و جمهوری ترکمنستان و دریای خزر هنوز زبانه های پرفشار سیبری عقب نشینی نکرده است و لذا شیب ها در منطقه زیاد می باشند، در شرق استان این پدیده با تأخیر اتفاق می افتد.

در مناطق مورد مطالعه نرخ فرونشست ذرات در دوره های با وقوع پدیده طوفان (ماه های می و ژوئن) که بیشترین رخداد طوفان در این ماه ها گزارش شده، بیشتر بوده است. (Hojati, et al., ۲۰۱۲) نیز با بررسی خصوصیات ذرات معلق اتمسفری در یک ترانسکت ارتفاعی-اقليمی در استان اصفهان، افزایش نرخ فرونشست ذرات را با افزایش وقوع طوفان ها مرتبط دانستند. شکل ۴، تصاویر ماهواره هواشناسی و نقشه های اقلیمی مربوط به رخداد طوفان در ماه های می و ژوئن، کاهش فشار روی منطقه شمال شرق و تأثیرگذاری این سیستم بر روی وضعیت جوی در مرزهای جنوب شرقی کشور که حاکی از تقویت جریان های کم فشار جوی در جنوب استان بوده است را نشان می دهد.



شکل ۴- الف) تصویر ماهواره هواشناسی طوفان (رنگ صورتی) ماه می ۲۰۱۴، ب) نقشه سینوپتیک اقلیمی طوفان ماه می ۲۰۱۴ وجود مراکز کم فشار حرارتی در نواحی مرکزی و جنوبی ایران، حرکت پرفشار سیبری در زمستان به شمال این استان و پرفشار جنب حاره ای در تابستان از عوامل موثر بر وقوع طوفان ها معرفی شده اند (لشکری و کیخسروی، ۱۳۸۷). در دوره گرم سال، زمانی که مرکز کم فشاری در محدوده جنوب خراسان و کشور افغانستان بسته می شود و هم زمان زبانه ای از پرفشار آرزو نیز بر روی دریای سیاه و سپس دریای خزر گسترش یابد و تا ساحل جنوبی دریای خزر پیشروی نماید، سبب افزایش شیب فشار نصف النهاری بر روی منطقه خواهد شد. شیب فشار حاصل از استقرار هم زمان مرکز چرخندی در منطقه افغانستان - جنوب خراسان و مرکز واچرخندی بر روی دریای خزر و ترکمنستان سبب وزش بادهای شدید و ایجاد طوفان بر روی منطقه می شود.

منابع

- جعفری، ف و خادمی، ح. ۱۳۹۳. ارزیابی نرخ فرونشست گرد و غبار اتمسفری در نقاط مختلف شهر کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. شماره ۷۰، صفحه های ۲۰۷ تا ۲۱۷.
- سودمند، ع. ۱۳۹۲. تعیین پراکنش و ویژگی های پدولوژیک و رسوب شناسی رسوبات لسی منطقه سرخس. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- لشکری ح. و کیخسروی ق. ۱۳۸۷. تحلیل آماری سینوپتیکی توفان های گرد و غبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی (۲۰۰۵ - ۱۹۹۳). فصلنامه پژوهش های جغرافیای طبیعی. شماره ۶۵، صفحه های ۱۷ تا ۳۳.
- محمودی، ز. و خادمی، ح. ۱۳۹۲. استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی در پیش بینی آلودگی فلزات سنگین در گرد و غبار اتمسفری اصفهان و شهرهای اطراف. مجله محیط شناسی، شماره ۲، صفحه های ۱۲۳ تا ۱۳۲.
- Duong T.T.T. and Lee B.K. ۲۰۱۱. Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. Journal of Environmental Management, ۹۲: ۵۵۴-۵۶۲.
- Groll M., Opp C. and Aslanov I. ۲۰۱۳. Spatial and temporal distribution of the dust deposition in Central Asia results from a long term monitoring program. Aeolian Research, ۹: ۴۹-۶۲.
- Goudie A.S. and Middleton N. J. ۲۰۰۶. Desert Dust in the Global System. Springer Verlag. Berlin, Germany.



- Hojati S., Khademi H., Cano A. F. and Landi A. ۲۰۱۲. Characteristics of dust deposited along a transect between Central Iran and the Zagros Mountains. *Catena*, ۸۸: ۲۷-۳۶
- Karimi A., Khademi H., Kehl M. and Jalaian A. ۲۰۰۹. Distribution, lithology and provenance of peridesert loess deposits in northeast Iran. *Geoderm*, ۱۴۸: ۲۴۱-۲۵۰.
- Wang S., Yuan Y. And Shang K. ۲۰۰۶. The impacts of different kinds of dust events on PM_{۱۰} pollution in northern China, *Atmospheric Environment*, ۴۰: ۷۵-۷۹.

Abstract

The objective of this study was to investigate the spatiotemporal rate of atmospheric airborne fallout in different regions of Khorasan Razavi Province. Airborne fallout samples were collected monthly from May to October ۲۰۱۴, using glass traps installed on the roof of ۵۰ buildings with ۳-۴ m height. Contour plots showed that focal points of monthly airborne fallout existed in western and southwestern (margin of playas), and in eastern of province (margin of Karakum desert). The average amount of fallout in months with occurrence of dust storms (May and Jun) was considerably more than the periods without dust storms.



تأثیر بیوجار و کمپوست باگاس نیشکر بر کربن آلی و حدود خمیریایی خاک

هدیه بهنام^۱، احمد فرخیان فیروزی^۲ و عبدالامیر معزی^۳
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲ - استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳ - دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

اغلب خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک حاوی کم تر از ۱ درصد ماده آلی هستند، در حالی که مواد آلی برای افزایش کیفیت خاک سودمند می باشد. کاربرد بیوجار و کمپوست می تواند به ارتقاء کیفیت خاک کمک کند. در این تحقیق اثر کاربرد سطوح صفر، ۲٪، ۴٪ و ۶٪ (وزنی / وزنی) بیوجار و صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ (تن در هکتار) کمپوست باگاس نیشکر بر حدود خمیریایی و کربن آلی بررسی شد. حدود خمیریایی با افزایش سطوح مواد آلی افزایش یافت اما این افزایش در شاخص خمیریایی به جز تیمار ۶٪ بیوجار تفاوت معنی داری نداشت. با افزایش سطوح بیوجار و کمپوست میزان کربن آلی افزایش یافت. واژه های کلیدی: بیوجار، کمپوست، حدود خمیریایی، کربن آلی

مقدمه

اغلب خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک حاوی کمتر از ۱ درصد ماده آلی هستند، ماده آلی اثرات مفیدی در حفاظت خاک، پایداری خاکدانه ها، بهبود خواص فیزیکی خاک و بالطبع رشد گیاه و تولید محصول دارد (کریمی و همکاران، ۲۰۱۲). خواص فیزیکی خاک مانند ترکیب بافت، توزیع اندازه ذرات و پویایی خاکدانه های درشت و ریز از عوامل مهم برای کیفیت کلی خاک به شمار می رود (ریکارو و همکاران، ۲۰۱۳).

مقدار کربن آلی خاک، از جمله شاخص های کیفیت خاک محسوب می شود. یکی از روش های افزایش کیفیت خاک استفاده از اصلاح کننده های مناسب و مقرون به صرفه است. عمده ترین منابع تامین کننده مواد آلی و اصلاحگرها عبارتند از فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب ها و کمپوست زباله های شهری که امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک و کاهش مشکلات زیست محیطی در کشاورزی پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است (سیهانگ و همکاران، ۱۹۹۷). در واقع افزودن ماده آلی و بالطبع افزایش کربن آلی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک از جمله کاهش وزن مخصوص ظاهری، افزایش نگهداشت آب (اعظم و همکاران، ۱۹۹۷)، بهبود ساختمان خاک، هدایت هیدرولیکی و همچنین تهیه خاک (شنگ و همکاران، ۲۰۱۴) و پایایی خاک (رینولد و همکاران، ۲۰۰۰) را تحت تأثیر قرار می دهد.

پایایی خاک در واقع مقاومت خاک در برابر نیرویی است که تمایل به تغییر شکل در طیف وسیعی از رطوبت را نشان می دهد. حدود خمیریایی یکی از ویژگی های پایایی خاک است که در این حالت، خاک چسبنده است و در واقع نشان دهنده توانایی تغییر شکل خاک در اثر فشار وارد شده و حفظ شکل جدید پس از برداشته شدن فشار است (لال و همکاران، ۲۰۰۴).
آتربرگ شاخصی برای تعیین حدود خمیریایی می باشد (بایوردی، ۱۳۸۸). شاخص خمیریایی^{۱۳} (PI) تفاوت بین حد بالای خمیریایی (UPL)^{۱۴} و حد پایین خمیریایی (LPL)^{۱۵} می باشد.

در تخمین حدود پایایی خاک در ۳۷ نمونه از خاک منتخب از منطقه ای در کرج با استفاده از توابع انتقالی، مشخص شد که شاخص خمیریایی با متغیرهایی نظیر کربن آلی خاک، درصد رس و چگالی ظاهری خاک همبستگی معنی داری دارد (میرخانی و همکاران، ۱۳۸۶). به نظر می رسد استفاده از بیوجار و کمپوست تهیه شده از باگاس نیشکر می تواند مشکل دفع این ماده (باگاس نیشکر) از مزارع نیشکر را مرتفع سازد و به عنوان مواد آلی ارزشمند برای ارتقاء کیفیت خاک مورد استفاده قرار گیرد. از طرف دیگر مطالعات اندکی در مورد کاربرد این دو نوع ماده آلی بر خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل حدود خمیریایی خاک صورت گرفته است. از این رو هدف از این تحقیق بررسی تأثیر کاربرد بیوجار و کمپوست باگاس نیشکر بر روی کربن آلی و حدود خمیریایی خاک (حد بالای خمیریایی، حد پایین خمیریایی و شاخص خمیریایی) می باشد.

^{۱۳} Plasticity index

^{۱۴} Upper plasticity limits

^{۱۵} Lower plasticity limits



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روش‌ها

در این پژوهش خاک مورد نظر از مزرعه نیشکر واحد امیر کبیر واقع در جاده آبادان استان خوزستان از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری با بافت لوم رسی برداشته شد. بیوچار مورد استفاده با روش راجکویچ و همکاران (۲۰۱۲) تهیه گردید و کمپوست استفاده شده در این تحقیق از بانک ذخیره‌ای گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز استفاده شد. اصلاح کننده‌های مورد استفاده به همراه خاک پس از عبور از الک ۲ میلی‌متر در سطوح مشخص، بیوچار ۲٪، ۴٪ و ۶٪ (وزنی/وزنی) و کمپوست ۱۰، ۲۰ و ۳۰ (تن در هکتار) مخلوط شده و به مدت ۶ ماه انکوبه شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار صورت گرفت. برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و اصلاح کننده‌های مورد نظر در جدول ۱ آورده شده است. رطوبت نمونه‌های خاک در محیط گلخانه با توزین هفتگی در اندازه ۷۰٪ ظرفیت مزرعه نگهداری شد.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده از خاک، بیوچار و کمپوست

پارامترهای مورد نظر	واحد اندازه‌گیری	خاک	بیوچار	کمپوست
کلاس بافت	-	لوم رسی	-	-
پی اچ *	-	۸/۱۳	۲/۲۸	۸/۰۹
قابلیت هدایت الکتریکی	dS/m	۲/۲۲	۳/۱۸	۲۱/۱
عصاره				
کربن آلی	%	۰/۹۹	۶۶/۶۹	۲۰/۷۷
نیتروژن کل	%	۰/۰۷	۰/۴۲	۱/۳۳
C/N	-	۱۳/۷۵	۱۵۸/۴۰	۱۵/۶۰

* پی اچ و قابلیت هدایت الکتریکی خاک و بیوچار در حالت اشباع و کمپوست با نسبت ۵:۱ اندازه‌گیری شد.

پس از گذشت ۶ ماه خاک ستون‌ها هوا خشک شد و سپس حدود خمیریایی (رطوبت حد بالای خمیریایی (UPL)، رطوبت حد پایین خمیریایی (LPL) به روش میرخانی و همکاران (۱۳۸۶) و شاخص خمیریایی (PI) از اختلاف این دو بدست آمد (بایوردی، ۱۳۸۸). بافت خاک به روش هیدرومتری، کربن آلی خاک به روش والکی بلک (۱۹۳۴)، کربن و نیتروژن کمپوست و بیوچار با دستگاه آنالیز کننده CHNS مدل (LEO ۱۴۵۵ VP) و نیتروژن خاک با روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS (۱/۹) و مقایسه تیمارها با آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر کاربرد بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر میزان کربن آلی خاک

نتایج نشان داد با کاربرد سطوح ۲٪، ۴٪ و ۶٪ بیوچار، میزان کربن آلی به ترتیب ۶۸/۷۵، ۸۱/۱۰۷ و ۱۴۰/۶۲ درصد در تمامی سطوح به صورت معنی داری (سطح ۵٪) نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. (جدول ۲) این بررسی با نتایج هراد و همکاران (۲۰۱۴) و چان و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. کاربرد کمپوست در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار موجب افزایش کربن آلی خاک شد و این افزایش در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار در سطح ۵٪ معنادار بود. همچنین بین تیمار ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). این نتایج با بررسی‌های گلستان و همکاران (۱۳۷۵) و ملکوتی و همکاران (۱۳۸۱) مطابقت دارد.

جدول ۲- اثر کاربرد سطوح مختلف بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر کربن آلی خاک (درصد)

سطوح	شاهد	۲٪ بیوچار	۴٪ بیوچار	۶٪ بیوچار	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
کربن آلی (%)	a ۰/۷۸*	b ۳۲/۱	c ۶۳/۱	d ۸۹/۱	۷۸/۰a	ab ۹۱/۰	b ۹۴/۰	c ۱۴/۱

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند.

اثر کاربرد بیوچار و کمپوست باگاس نیشکر بر حدود خمیریایی آتریگ رطوبت حد بالای خمیریایی

در تمام تیمارهای حاوی بیوچار، رطوبت حد بالای خمیریایی نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت (سطح ۵٪). که این افزایش نسبت به شاهد در تیمارهای ۲٪، ۴٪ و ۶٪ به ترتیب ۸/۱۶، ۱۲/۶۸ و ۵۴/۵۸ درصد بوده است. اما بین تیمارهای ۲ و ۴ درصد تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). در تیمارهای کمپوست نیز در سطح ۵ درصد افزایش معنی داری رطوبت بالای خمیریایی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. و در تیمار ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار به ترتیب ۲/۲۵، ۴/۳۸ و ۸/۸۳ درصد این افزایش مشاهده شد. اما در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار این افزایش معنی داری نبود و با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشتند.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

تنها در تیمار ۳۰ تن در هکتار سطح معنی داری مشاهده شد (جدول ۳). علت افزایش رطوبت در تیمارهای حاوی اصلاح کننده می تواند به خاطر افزایش مواد آلی باشد زیرا مواد آلی به علت داشتن سطح ویژه و بیشتر نسبت به ذرات خاک می توانند آب بیشتری را جذب و حفظ کنند (علوی و همکاران ۱۳۹۱).

جدول ۲- اثر کاربرد سطوح مختلف بیوجار و کمپوست باگاس نیشکر بر رطوبت حد بالای خمیرایی

سطوح	شاهد	۴%	۴%	۶%	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
رطوبت حد بالای خمیرایی (%)	*۲۹/۰a	۳۱/۰b	b ۳۳/۰	۴۵/۰c	۲۹/۰a	۳۰/۰a	ab ۳۰/۰	b ۳۲/۰

* میانگین هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند.

رطوبت حد پایین خمیرایی

نتایج نشان می دهد که کاربرد بیوجار در سطوح ۴% و ۶% نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشته است و این افزایش به ترتیب ۱۱/۲۹ و ۵۲/۵۰ درصد بوده است. سطح ۲% بیوجار نیز نسبت به شاهد به میزان ۵/۳۲ درصد افزایش داشته ولی این افزایش معنی دار نبوده است. در تیمارهای حاوی کمپوست نیز میزان ۱۰ تن در هکتار نسبت به شاهد ۲/۳۶ درصد افزایش داشت اما معنی دار نبود. سطح ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار نسبت به شاهد به میزان ۸۵/۴ و ۵۶/۹ درصد در سطح ۵ درصد افزایش معنی دار داشته است. لازم به ذکر است بین سطوح ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). دی گانگ و همکاران (۱۹۹۰) نیز به این نتیجه دست یافتند که با افزایش سطوح ماده آلی میزان رطوبت حد پایینی نیز افزایش می یابد.

جدول ۳- اثر کاربرد سطوح مختلف بیوجار و کمپوست باگاس نیشکر بر رطوبت حد پایین خمیرایی

سطوح	شاهد	۲%	۴%	۶%	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
رطوبت حد پایین خمیرایی (%)	*۱۹/۰a	۲/۰ab	۲۱/۰b	۲۹/۰c	۱۹/۰a	۱۹/۰ab	۲/۰b	۲۱/۰c

* میانگین هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند.

شاخص خمیرایی

نتایج نشان داد که کاربرد بیوجار فقط در سطح ۶% به میزان ۴۸/۶۲ درصد نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری دارد و در سایر تیمارها چنین تفاوتی مشاهده نشد. در هیچ یک از تیمارهای کمپوست مورد استفاده نسبت به شاهد تفاوت معنی داری در میزان شاخص خمیرایی مشاهده نشد (جدول ۴). این نتیجه با گزارش زانگ و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. علت تفاوت در معنی داری در تیمارها می تواند ناشی از تفاوت در نوع و ویژگی های مواد آلی مورد استفاده باشد (علوی و همکاران ۱۳۹۱).

سطوح	شاهد	۲%	۴%	۶%	شاهد	۱۰ تن در هکتار کمپوست	۲۰ تن در هکتار کمپوست	۳۰ تن در هکتار کمپوست
شاخص خمیرایی (%)	*۹۹/۰a	۱۱/۰a	۱۱/۰a	۱۶/۰b	۹۹/۰a	۱۰/۰a	۱۰/۰a	۱۰/۰a

* میانگین هایی که در هر ردیف با حروف مشابه نشان داده شده اند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد با آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند.

منابع

بابوردی، م. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.



- علوی، ف.، ثامنی، ع.، کریمیان، ن. ع.، موسوی، ع. ا.، زارعی، م. ۱۳۹۱. اثر کاربرد لجن فاضلاب بر کربن آلی و حدود خمیرایی یک خاک آهکی. صفحه‌های ۸-۱. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
- گلستان، م.، حسنی لنگرودی، م. ۱۳۷۵. فرایند کمپوست از ضایعات نیشکر از سری مقالات نیشکر و تازه‌های آن. انتشارات وزارت کشاورزی.
- محمدیان، م.، ملکوتی، م. ۱۳۸۱. ارزیابی تاثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۶، شماره ۲. صفحه‌های ۱۴۹-۱۴۳.
- میرخانی، ر.، سعادت، س.، شعبان‌پور شهرستانی، م.، آریا، پ. و.، یگانه، م. ۱۳۸۶. برآورد حدود پایداری خاک با استفاده از ویژگی‌های زود یافت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲۱، شماره ۲، صفحه‌های ۲۰۷-۲۰۵.
- Azam F., Yosef M. ۱۹۹۱. Response of *sesbania aculeata* Lpers to compost application and its long-term effect for improvement of soil fertility. Sarhad Journal of Agricultures, ۷۲: ۱۶۰-۱۵۳.
- De Gong E., Acton D. F., Stonehouse H. B. ۱۹۹۰. Estimating the atterberg limits of southern Saskatchewan soils from texture and carbon contents. Canadian journal of Soil Science. ۷۰: ۵۴۳-۵۵۴.
- Herath H. M. S. K., Camps-Arbestain M., Hedley M., Van Hale R., Kaal J. ۲۰۱۴. Fate of biochar in chemically- and physically-defined soil organic carbon pools. Organic Geochemistry. ۷۳: ۳۵-۴۶.
- Lal R., Shukla M. R. ۲۰۰۴. Principles of Soil Physics. Marcel Dekker, New York, NY, USA
- Rajkovich S., Enders A., Hanley K., Hyland C., Zimmerman A. ۲۰۱۲. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. Biol Fertl Soils. ۴۸: ۲۷۱-۲۸۴.
- Reynolds W. D., Bowman B. T., Dury C. F., Tan C. S., & Lux. ۲۰۰۷. Indicators of soil physical quality: density and storage parameter. Geoderma, ۱۱۰: ۱۳۱-۱۴۶.
- Riccardo S., Alessandro P. ۲۰۱۳. Effects of field managements for soil organic matter stabilization on water-stable aggregate distribution and aggregate stability in three agricultural soils. Geochemical Exploration, ۱۲۹: ۴۵-۵۱.
- Sheng G., Fang-Fang S., Tong Z. ۲۰۱۴. Effect of rice husk biochar and coal fly ash on some physical properties of expansive clayey soil (Vertisol). Catena, ۱۱۴: ۱۷-۴۴.
- Sihang D., Singh J. P., ۱۹۹۷. Effect of organic materials on ammonia volatilization losses from urea under submerged condition. Journal of the Indian Society Soil Science, ۸۲۲: ۸۲۲-۸۲۵.
- Walkey A., Black T. A. ۱۹۳۴. An examination of the Degljarell method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, ۳۷: ۲۹-۳.
- Zong Y., Chen D. ۲۰۱۴. Impact of biochars on swell-shrinkage behavior, mechanical strength, and surface cracking of clayey soil. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. ۰۰۰: ۱-۷.

Abstract

Most soils in arid and semi-arid regions contain less than ۱% organic matter, while the organic matters are useful for soil quality. Application of biochar and compost can improve soil quality. In this research soil was amended at different rates of ۲% ۴% and ۶% biochar and ۱۰, ۲۰ and ۳۰ t/h sugarcane bagasse compost and its plasticity limits and organic carbon were analyzed. Plasticity limits increased by adding organic matters, but except for the treatment of biochar ۶%, this increasing were not significant in other treatments. By adding biochar and compost amount of organic carbon was increased.



تلفات خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان

فاطمه سروش^۱، وحید افشار^۲ و سمیرا اخوان^۳
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، ۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

فرسایش جویچه‌ای ناشی از آبیاری سبب از دست رفتن خاک فوقانی و آلودگی آبهای سطحی می‌شود. هدف از این مطالعه مقایسه تلفات خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان و مرسوم می‌باشد. مطالعه در مزرعه دستجرد دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بود. دو تیمار آزمایش شامل (۱) شاهد (آبیاری جویچه‌ای مرسوم) و (۲) آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت بودند. نتایج نشان داد که فرسایش ناشی از جویچه‌های یک در میان به طور معنی‌داری کمتر از جویچه‌های مرسوم در آبیاری اول و سوم بودند. علاوه بر این متوسط تلفات خاک بر واحد سطح (یک هکتار) جویچه‌های یک در میان ۶۰٪ کمتر از جویچه‌های آبیاری شده به روش مرسوم بود. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه آبیاری جویچه‌ای یک در میان برای کاهش تلفات خاک حاصلخیز فوقانی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش، آبیاری سطحی، آبیاری جویچه‌ای.

مقدمه

ایران کشوری خشک و نیمه خشک می‌باشد که متوسط بارندگی سالیانه آن از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه جهانی کمتر می‌باشد. علاوه بر این منابع آب در بسیاری از نقاط جهان رو به کاهش است و با توجه به افزایش روز افزون مصرف آب در بخش شرب و صنعت، سرانه مصرف آب و رو به کاهش می‌باشد (Martinez, ۱۹۹۹). در اکثر مناطق جهان به ویژه در ایران، عامل محدود کننده تولیدات کشاورزی آب است. این در حالی است که این بخش بیش از ۹۰ درصد آب برداشت شده در کشور را به مصرف می‌رساند (علیزاده، ۱۳۸۵).

بخش کشاورزی علاوه بر این که بزرگترین مصرف کننده آب می‌باشد، خود با فرسایش و انتقال املح در مزارع سبب کاهش کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود. آلودگی و غنی شدن آب‌های سطحی به واسطه تخلیه زه‌آب حاصل از آبشستگی و فرسایش خاک‌های حاوی کودهای نیتراژ، فسفات و پتاسه صورت می‌گیرد. فرار مواد مغذی به درون زه‌آب علاوه بر ایجاد معضلات زیست‌محیطی، باعث کاهش کارایی تولید محصولات زراعی می‌گردد (Owens and Edwards, ۱۹۹۲).

روش و مدیریت سیستم آبیاری نقش بسزایی در کنترل فرسایش و تلفات مواد مغذی از انتهای مزرعه دارد. درصد زیادی از اراضی فاریاب جهان همچنان با روش‌های آبیاری سطحی آبیاری می‌شوند. این روش‌ها هزینه ساخت، نگهداری و هزینه کارگری کمی دارند. اما چنانچه به درستی مدیریت نشوند، تلفات آب بالایی خواهند داشت. استفاده از سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای یک در میان و استفاده از رژیم کاهش جریان از جمله روش‌های مدیریتی برای کاهش تلفات آب در سیستم‌های آبیاری سطحی می‌باشند (ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۹۰ و عباسی، ۱۳۸۷). روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان در حقیقت یک روش کم‌آبیاری است، در این روش آبیاری برخلاف روش آبیاری جویچه‌ای معمولی که تمام جویچه‌ها در آن آبیاری می‌گردد، جویچه‌ها به صورت یک در میان آبیاری می‌شوند. آبیاری متناوب یا یک در میان به طور گسترده‌ای در ایالات متحده آمریکا از سال ۱۹۶۲ تاکنون استفاده می‌شود و در کشت‌های سیب‌زمینی، ذرت، سورگوم، چغندر قند و پنبه نتایج خوبی داده است (فائو، ۱۹۷۳). شینی دشتگل (۱۳۸۸) گزارش کردند که روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان حجم رواناب خروجی از مزرعه را به ترتیب ۲۰ و ۱۳ درصد نسبت به روش‌های نواری و جویچه‌ای معمولی کاهش می‌دهد. علاوه بر این کارایی مصرف آب روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ۱۹ و ۳۳ درصد بیش از روش‌های نواری و جویچه‌ای معمولی می‌باشد. آبیاری جویچه‌ای یک در میان یک فن‌آوری صرفه‌جویی در مصرف آب است که نسبتاً ارزان بوده و اجرای آن ساده است. این روش در واقع با دستکاری آب خاک، عکس‌العمل ذاتی گیاه به خشکی را کاهش می‌دهد (Davies et al., ۲۰۰۲). استفاده از آبیاری جویچه‌ای یک در میان سبب افزایش راندمان مصرف آب خواهد شد (Webber et al., ۲۰۰۶). فرسایش و تلفات خاک از معضلات آبیاری سطحی می‌باشد. تاکنون مطالعه‌ای در زمینه بررسی فرسایش در جویچه‌های یک در میان صورت نگرفته است. بنابراین، این مطالعه با هدف مقایسه تلفات خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان و مرسوم انجام گردید.



مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا واقع در دستجرد در فاصله ۳۷ کیلومتری از شهر همدان (۵۲/۴۸ درجه شرقی و ۲/۳۵ درجه شمالی و ارتفاع ۱۶۹۰ متری از سطح دریا) انجام گرفت. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). جویچه‌ها به طول ۱۲۰ متر و فواصل ۷۵/۰ متر ایجاد شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)	مواد آلی %
۰-۳۰	لومی رسی	۵۴/۷	۵۰/۰	۵۹/۰
۳۰-۶۰	لومی رسی	۳۷/۷	۶۳/۰	۴۳/۰

شیب جویچه‌های آزمایشی و شیب متوسط مزرعه (به طور متوسط ۰۰۱/۰ متر بر متر) با استفاده از تراز یاب اندازه‌گیری شد. جهت کنترل و اندازه‌گیری دبی ورودی و خروجی، در ابتدا و انتهای جویچه‌ها فلوم WSC (تیپ دو) نصب شد. برای ثابت نگه‌داشتن مقدار دبی ورودی به جویچه از یک مخزن ۲۲۰ لیتری که دارای یک سرریز (برای تثبیت ارتفاع فشاری آب) است، استفاده شد. آزمایشات در سه آبیاری متوالی (IR_1 ، IR_2 و IR_3) با دبی‌های ثابت ۳ و ۸/۱، ۷/۱ لیتر بر ثانیه و فاصله زمانی ۸ روز انجام شدند. حداکثر دبی ورودی به جویچه‌ها با توجه به بافت خاک مزرعه آزمایشی (لوم رسی)، شیب جویچه (۱/۰٪) تعیین گردید (واکر و همکاران، ۱۹۸۷). جویچه‌های آزمایشی از محل نصب فلوم ورودی به فواصل ۱۰ متری ایستگاه‌بندی شد. پس از شروع آزمایش، زمان‌های پیشروی و پسروی آب در طول جویچه در ایستگاه‌های فوق یادداشت شد. پس از رسیدن آب به انتهای جویچه، هیدروگراف خروجی قرائت شد.

آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. دو تیمار آزمایش شامل (۱) شاهد (آبیاری جویچه‌ای مرسوم) و (۲) آبیاری جویچه‌ای یک در میان بودند. سطح مقطع جویچه‌ها با استفاده از دستگاه مقطع‌سنج جویچه در فواصل ۳۰، ۶۰ و ۹۰ متری از ابتدای جویچه‌ها اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری از آب جهت برآورد بار کل رسوب پس از پایان زمان پیشروی آب به داخل جویچه‌ها و در سه زمان (۲۴، ۴۸ و ۷۲ دقیقه پس از شروع آبیاری) با استفاده از ظروف نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌های تهیه شده پس از عبور از کاغذ صافی در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت نگاه‌داری و سپس توزین شد. مقدار خاک خروجی از انتهای جویچه‌های آزمایشی در بازه‌های زمانی ۰-۲۴، ۲۴-۴۸، ۴۸-۷۲ و ۷۲-۹۰ دقیقه با استفاده از متوسط دبی خروجی و غلظت بار رسوب در هر بازه زمانی برآورد و در نهایت کل بار خاک خروجی از انتهای جویچه‌ها از مجموع بار خروجی در سه بازه زمانی در همان جویچه محاسبه گردید.

$$M_s = \frac{(Q_R^{t+\Delta t} + Q_R^t)}{2} \times \frac{(C^{t+\Delta t} + C^t)}{2} \quad (1)$$

که در آن، C : دبی جریان خروجی از جویچه در زمان t بر حسب لیتر بر ثانیه؛ C^t : غلظت رسوب خارج شده از جویچه در زمان t بر حسب میلی گرم بر لیتر و M_s : جرم خاک خارج شده از جویچه به همراه رواناب بر حسب میلی گرم. با توجه به اینکه در آبیاری جویچه‌ای یک در میان در واقع در هر آبیاری نیمی از مساحت مزرعه آبیاری می‌شود. مقدار تلفات خاک از انتهای جویچه‌های مزرعه‌ای به وسعت یک هکتار، برای هر دو روش آبیاری محاسبه شد:

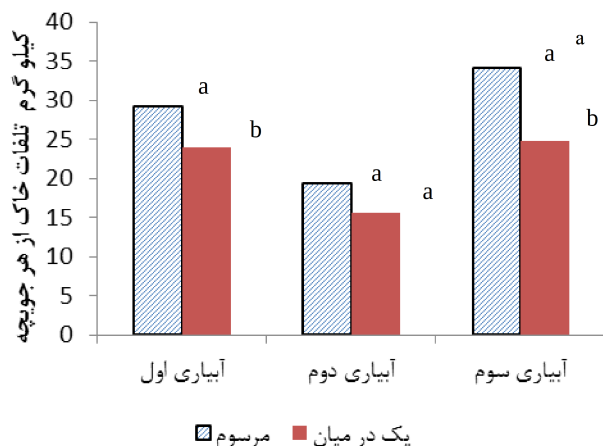
$$M_e = M_{ef} \times \left(\frac{10000}{A_f} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

که در این معادله، A_f : مساحت هر جویچه (۷۵/۰ × ۱۲۰ = ۹۰) طول جویچه × فاصله دو جویچه) بر حسب متر مربع؛ M_{ef} : تلفات خاک از انتهای هر جویچه بر حسب کیلوگرم و M_e : تلفات خاک از انتهای جویچه‌های آزمایشی در هر هکتار بر حسب کیلوگرم. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ تلفات خاک از انتهای جویچه‌های آزمایشی را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، مقدار تلفات خاک از انتهای جویچه‌های یک در میان در آبیاری اول و سوم به طور معنی‌داری کمتر از جویچه‌های مرسوم بود. اختلاف خاک فرسایش

یافته از انتهای جویچه‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار بودند. در آبیاری دوم استفاده از روش یک در میان سبب کاهش تلفات فرسایش خاک گردیده است. اما اختلاف بین روش آبیاری معنی‌دار نبوده است.



شکل ۱- تلفات خاک از انتهای جویچه‌های آزمایشی

مجموع خاک خروجی از انتهای جویچه‌های یک در میان به طور متوسط در آبیاری اول ۲۵٪ کمتر از جویچه‌های مرسوم بود. میزان کاهش تلفات خاک خروجی از انتهای جویچه‌های یک در میان در آبیاری دوم و سوم به ترتیب به ۲۰ و ۳۷٪ رسید. بنابراین میزان فرسایش از انتهای جویچه‌های آبیاری که جویچه مجاور آن آبیاری نمی‌شود کمتر از جویچه‌هایی می‌باشد که به طور همزمان آبیاری می‌شوند. مجموع تلفات خاک از انتهای هر جویچه یک در میان پس از سه آبیاری به طور متوسط ۶۴ کیلوگرم بود که نسبت به جویچه‌های مرسوم (۸۳ کیلوگرم)، ۲۲٪ کاهش داشت.

شکل ۲ مقدار فرسایش از انتهای دو مزرعه آبیاری جویچه‌ای یک در میان و مرسوم به وسعت یک هکتار را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در هر سه آبیاری اختلاف معنی‌داری (در سطح ۱٪) بین تلفات خاک در هکتار جویچه‌های یک در میان و مرسوم وجود داشت. استفاده از روش آبیاری یک در میان به ترتیب سبب کاهش ۵۹، ۵۶ و ۶۴ درصدی تلفات خاک در آبیاری اول، دوم و سوم در یک هکتار مزرعه شد. مجموع کل تلفات خاک از انتهای یک مزرعه یک هکتاری با جویچه‌های یک در میان پس از سه آبیاری ۳۵۷۴ کیلوگرم بود که نسبت به مزرعه با جویچه‌های مرسوم (۹۱۸۰ کیلوگرم)، ۶۱٪ کاهش در فرسایش به همراه داشت.



شکل ۲- تلفات بر واحد سطح مزرعه (یک هکتار)

بنابراین روش آبیاری یک در میان علاوه بر اینکه سبب کاهش آب مصرفی کشاورزی و افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد، به حفاظت خاک حاصلخیز کشاورزی نیز کمک خواهد کرد.



منابع

- شینئی دشتگل، ع.، کشکولی، ح. ع.، ناصری ع. ع. و برومند نصب س. ۱۳۸۸. اثر آبیاری جویچه‌ای یک در میان روی کارایی مصرف آب و ویژگی‌های نیشکر در جنوب اهواز، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۴۹: ۴۵-۵۷.
- عباسی، ف.، ۱۳۸۷. روش‌های بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی، دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی، کرج، صفحات ۱۲-۱.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. جلد اول. انتشارات دانشگاه امام رضا. ۴۵۰ صفحه.
- Davies W.J., Wilkinson S. and Loveys B. ۲۰۰۲. Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. *New Phytol.* ۱۵۳: ۴۴۹-۴۶۰.
- F.A.O., ۱۹۷۳. *Water Quality for Agriculture, Irrigation and Drainage.* paper ۲۱, FAO, Rome
- Martinez J. ۱۹۹۹. Irrigation with Saline water: benefits and environmental impact. *Agricultural Water Management.* ۴۰: ۱۸۳-۱۹۴.
- Owens L.B. and Edwards W.M. ۱۹۹۴. Groundwater nitrate levels under fertilized grass and grass legume pastures. *Journal of Environmental Quality.* ۲۳, ۷۵۲-۷۵۸.
- Martinez, J. ۱۹۹۹. Irrigation with Salinewater: benefits and environmental impact. *Agric. Water Manage.* ۴۰: ۱۸۳-۱۹۴.
- Walker W.R. and Skogerboe. G.V. ۱۹۸۷. *Surface Irrigation: Theory and Practice.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Webber H.A., Madramootoo C.A., Bourgault M. b, Horst M.G., Stulina G. and Smith D.L. ۲۰۰۶. Water use efficiency of common bean and green gram grown using alternate furrow and deficit irrigation. *Agricultural Water Management,* ۸۶: ۲۵۹-۲۶۸

Abstract

Irrigation-induced furrow erosion reduces topsoil depth and pollutes surface waters. The object of this study was to compare soil losses in conventional and alternate furrow irrigation. The study was conducted in Dastjerd field in Bu- Ali Sina University. The experimental design was a randomized complete block with three replicates. The two treatments included ۱) a control (conventional furrow irrigation) and ۲) fixed alternate furrow irrigation. The results showed that alternate furrows induced erosion were significantly less than conventional furrows in first and third irrigation. In addition, the mean soil losses per unit area (۱ Hectare) of alternate furrows was ۶۰% less than conventional furrows irrigated field. Therefore, based on the results of this study, alternate furrow irrigation is recommended to reduce topsoil losses.



تاثیر کاربرد کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک

بهارسادات سرمدی^۱، مهدی قاجارسیپانلو^۲، محمدعلی بهمنیار^۳، سید مصطفی عمادی^۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۴- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی تاثیر کاربرد کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک، ۹ تیمار شامل شاهد، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کود گاوی و تلفیق ۱۵ تن در هکتار کود گاوی و ۱۵ تن در هکتار کمپوست و ۳۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰ تن در هکتار کمپوست در مزرعه اعمال گردید. بعد یک دوره رشد از گیاه اسفناج، پارامترهای جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، درصد تخلخل و میزان ظرفیت نگهداشت آب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد کاربرد تیمارها بر جرم مخصوص حقیقی خاک اثر معنی دار نداشت و بر سایر پارامترها اختلافات معنی دار بوجود آورد. تیمار ۶۰ تن در هکتار کود گاوی نسبت به شاهد دارای کمترین جرم مخصوص ظاهری و بیشترین تخلخل و ظرفیت نگهداشت آب را داشته است. واژه های کلیدی: کمپوست زباله شهری، کود گاوی، خصوصیات فیزیکی خاک.

مقدمه

مواد آلی به عنوان یکی از ارکان های مهم باروری خاک محسوب می شود و افزودن آن به خاک از معمول ترین روش ها جهت بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می باشد. انواع مواد آلی شامل فضولات دامی، بقایای گیاهی، لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری می باشد (آستارایی و خندان، ۱۳۸۴). تولید و استفاده از کمپوست زباله شهری یکی از راه های جلوگیری از دفن بی رویه زباله ها و اثرات زیست محیطی ناشی از آن می باشد (پاپن و پاینده، ۱۳۸۹) و امروزه با توجه به اهمیت کشاورزی ارگانیک و کاهش مشکلات زیست محیطی در کشاورزی پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک که عمدتاً از حاصلخیزی پایینی برخوردارند، افزودن مواد آلی به خاک موجب فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان شده و همچنین خصوصیات شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک را بهبود می بخشد (آستارایی و خندان، ۱۳۸۴). تحقیقات زیادی در خصوص اثرات کمپوست زباله شهری بر محصولات کشاورزی در دنیا انجام شده که حاکی از مفید بودن آن در بهبود شرایط فیزیکی خاک می باشد (آستارایی و همکاران ۱۳۸۸). احمدآبادی و قاجارسیپانلو (۱۳۹۱) طی آزمایشی با اعمال تیمارهای ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بیان داشتند کاربرد کمپوست زباله شهری باعث افزایش معنی دار تخلخل، ظرفیت نگهداشت آب در خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کود) شده است. همچنین نظمی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند مصرف کمپوست زباله شهری موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می شود و دلیل آن را کم بودن چگالی خود کمپوست و تاثیر آن را بر افزایش اندازه و مقدار خلل و فرج خاک بیان کردند. آستارایی و خندان (۱۳۸۴) نیز به کاهش چگالی ظاهری خاک و افزایش ظرفیت نگهداشت آب و افزایش درصد تخلخل در تیمارهای کود گاوی و کمپوست زباله شهری اشاره نمودند. بدین منظور هدف از تحقیق حاضر تاثیر زباله شهری و کود گاوی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. این مطالعه با ۹ تیمار آزمایشی شامل شاهد (بدون کود) T_۱، سه تیمار ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری به ترتیب T_۲، T_۳ و T_۴، سه تیمار ۱۵، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار کود گاوی به ترتیب T_۵، T_۶ و T_۷، و دو تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۱۵ تن در هکتار کود گاوی T_۸ و تلفیق ۳۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و ۳۰ تن در هکتار کود گاوی T_۹، در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی در کرت های ۳×۲ متر انجام شد. در زمین زراعی گیاه اسفناج کشت شد و پس از برداشت اسفناج نمونه برداری از خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی متری انجام شد و پس از هوا خشک نمودن و گذر از الک ۲ میلیمتری برخی از پارامترهای فیزیکی خاک اندازه گیری شد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جرم مخصوص ظاهری خاک: از روش سیلندر نمونه‌گیری انجام شد. خاک دست نخورده توسط سیلندرها از هر کرت برداشته شده و پس از انتقال خاک به درون ظرف دیگر، بمدت ۲۴ ساعت در Oven خشک شده و با توجه به حجم مشخص سیلندرها جرم مخصوص ظاهری خاک مورد نظر طبق معادله زیر محاسبه شده است.

$$\frac{M_s}{V_t}$$

$$= P_b$$

در این معادله P_b جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، M_s جرم خاک خشک (گرم) و V_t حجم خاک دست نخورده (سانتی‌متر مکعب) می‌باشد.

جرم مخصوص حقیقی خاک: با استفاده از روش پیکنومتری اندازه‌گیری شد.

$$\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} = P_s \quad (2)$$

در این معادله P_s جرم مخصوص حقیقی خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، W_1 جرم پیکنومتر (گرم)، W_2 جرم پیکنومتر + خاک (گرم)، W_3 جرم پیکنومتر + آب مقطر (گرم) و W_4 جرم پیکنومتر + آب مقطر + خاک (گرم) می‌باشد.

ظرفیت نگهداشت آب: پس از تهیه گل اشباع، مقداری از آن داخل Oven قرار داده شد و پس از ۲۴ ساعت میزان رطوبت آن اندازه‌گیری شد.

(۳)

$$\frac{M_w}{M_s} = m_s * 100$$

m_s میزان درصد رطوبت گل اشباع، M_w جرم آب (گرم) و M_s جرم خاک خشک (گرم) می‌باشد.

تخلخل کل: با مشخص بودن پارامترهای جرم مخصوص ظاهری و جرم مخصوص حقیقی خاک و با استفاده از معادله زیر می‌توان میزان کل تخلخل خاک را محاسبه نمود.

(۴)

$$\left(\frac{P_b}{P_s} \right) - n = 1$$

n میزان تخلخل کل، P_b جرم مخصوص ظاهری خاک و P_s جرم مخصوص حقیقی خاک می‌باشد.

کلیه داده‌ها توسط نرم افزار statstix-۸ مورد آنالیز قرار گرفت و آزمون مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد کاربرد تیمارها بر جرم مخصوص حقیقی خاک اثر معنی دار نداشت (جدول ۱). کاربرد تیمارهای کودی بر جرم مخصوص ظاهری، تخلخل و ظرفیت نگهداشت آب تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد از خود نشان دادند (جدول ۱). جرم مخصوص ظاهری تیمار TV (۶۰ تن در هکتار کود گاوی) در مقایسه با شاهد کمترین میزان بوده است و نسبت به شاهد کاهش ۱۴/۳۸ درصدی را نشان داده است. خندان و آستارایی (۱۳۸۴) نیز به کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار کود گاوی اشاره نمودند. در رابطه با پارامتر ظرفیت نگهداشت آب در خاک نیز تیمار TV نسبت به سایر تیمارها در مقایسه با شاهد بیشترین میزان بوده و نسبت به شاهد ۲۳/۱۶ درصد افزایش داشته است. افزایش تخلخل خاک در تیمار TV در مقایسه با شاهد ۸۰/۲۷ درصد می‌باشد و نسبت به سایر تیمارها بیشترین تفاوت را با شاهد دارد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۱ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک

تیمار	جرم مخصوص حقیقی	جرم مخصوص ظاهری	درصد تخلخل کل	درصد ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک
T1	^a ۵۲/۲	^a ۳۴/۱	^b ۸۷/۴۶	^{ab} ۸۶/۵۵
T2	^a ۵۱/۲	^a ۲۹/۱	^b ۷۶/۴۸	^b ۴۴/۵۵
T3	^a ۵۴/۲	^{ab} ۲۱/۱	^{ab} ۱۲/۵۲	^{ab} ۶۷/۵۷
T4	^a ۵۳/۲	^a ۳۵/۱	^b ۸۲/۴۶	^{ab} ۹۲/۵۶
T5	^a ۴۸/۲	^a ۲۸/۱	^b ۱۵/۴۸	^{ab} ۹۵/۶۰
T6	^a ۴۶/۲	^{ab} ۷۹/۵۰	^{ab} ۷۹/۵۰	^{ab} ۹۶/۵۸
T7	^a ۴۴/۲	^b ۹۷/۰	^a ۹۰/۵۹	^a ۹۳/۶۴
T8	^a ۵۴/۲	^{ab} ۲۱/۱	^{ab} ۲۱/۵۲	^{ab} ۴۸/۶۱
T9	^a ۵۶/۲	^a ۱۶/۱	^{ab} ۳۵/۵۴	^{ab} ۰۹/۶۰

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی دار ندارند.

منابع

احمدآبادی، ز. و قاجارسیپانلو، م. ۱۳۹۱. تاثیر کاربرد کودهای آلی روی برخی از خصوصیات فیزیکی خاک. دومانهامه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. سال نوزدهم، شماره ۲، صفحه‌های ۹۹-۱۱۶.

آستارایی، ا. والصالح، ع. و امامی، ح. و فتوت، ا. ۱۳۹۲. اثر لجن فاضلاب، کمپوست زباله‌شهری و کلات آهن بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک‌های اهکی. ۹ صفحه، دومین همایش ملی و توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم.

آستارایی، ع. و خندان، ا. ۱۳۸۴. تاثیر کودهای آلی (کمپوست زباله‌شهری، کود گاوی) و شیمیایی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله بیابان، جلد دهم، شماره ۲، صفحه‌های ۳۶۸-۳۶۲.

آستارایی، ع. وزمانی، غ. و قیامتی، گ. ۱۳۸۸. تاثیر کمپوست زباله‌شهری و گوگرد بر عملکرد چغندر قند و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۱، صفحه‌های ۱۶۲-۱۵۳.

پاپن، پ. و پاینده، خ. ۱۳۸۹. اثر پسماند کمپوست زباله‌شهری بر میزان آلیاژ خاک، سلامت گیاه و روند بهبود کیفی خاک. ۵ صفحه. همایش ملی آب پاک.

سعادت، س. و میرزاشاهی، ک. ۱۳۸۹. تاثیر مواد آلی مختلف بر کلزا و برخی خصوصیات خاک در شمال خوزستان. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، الف، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۲۹-۲۱.

شعبانپور، م. و نظمی، ل. و هاشمی‌مجد، ک. ۱۳۹۰. تاثیر نوع و مقدار کمپوست ضایعات آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی دو نوع خاک. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، الف، جلد ۲۵، شماره ۲، صفحه‌های ۱۰۲-۹۳.

کریمیان، ن. ۱۳۹۰. تحقیقات کود در ایران: نگاهی به گذشته، رهنمودی برای آینده. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، الف، جلد ۲۵، شماره ۴، صفحه‌های ۲۷۸-۲۶۵.

Abstract

In this study was undertaken to evaluate the effect of municipal solid waste compost and Cow Manure application on some soil physical properties. Nine treatments were including control treatment, ۱۵, ۳۰ and ۶۰ tons/ha municipal solid waste compost, ۱۵, ۳۰ and ۶۰ cow manure tone/ha and integration of ۱۵ tone/ha of cow manure and ۱۵ tone/ha of compost and ۳۰ tone/ha of cow manure and ۳۰ tone/ha of compost. After harvesting the spinach some soil physical properties such as bulk density, particle density, porosity and water retention capacity were measured. The results indicated that the all treatments had no significant effects on soil particle density however made the significant differences on other parameters. The treatment of ۶۰ tone/ha of cow manure in comparison to the control treatment had the lowest bulk density, the highest porosity and water retention capacity.



شناسایی مناسب‌ترین شاخص‌های منابع رسوب محوطه دانشگاه شهرکرد به روش رگرسیون خطی گام به گام

سید مصطفی علوی اشکفتکی^۱، مهدی نادری خوراسگانی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

یکی از اولویتهای تشخیص و ارائه راه کارهای مدیریتی کنترل فرسایش، شناخت منشأ رسوبات است. هدف از این تحقیق استفاده از روش آماری رگرسیون خطی گام به گام به منظور شناسایی مناسب‌ترین شاخص‌های منابع رسوب واقع در شمال شرق محوطه دانشگاه شهرکرد، در استان چهارمحال و بختیاری می باشد. برای تحقق این هدف ۳۳ نمونه خاک سطحی از عمق (۱۰-۰ سانتیمتری) کاربری‌های مختلف و محل تقاطع مسیل‌ها برداشته شد. پس از تیمارهای اولیه تعدادی عناصر سنگین، کربن آلی (OC)، فسفر قابل جذب، درصد اجزاء شن، سیلت و رس، هدایت الکتریکی و pH نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در مجموع شاخص‌های Fe، sand و %OC، ۳/۹۴٪ و ۳/۹۴٪ از تغییرات منابع تولید رسوب را به خود اختصاص داده‌اند و می‌توانند شاخص بار رسوب و منشأ رسوبات در منطقه مطالعاتی را به هم مرتبط سازند. واژه‌های کلیدی: منشأیابی، رگرسیون خطی، شهرکرد

مقدمه

فرسایش خاک و انتقال فزاینده رسوبات، به عنوان یک معضل اساسی در سراسر جهان شناخته شده است (Evanse, ۲۰۱۰). تشخیص و ارائه راه کارهای مدیریتی در مورد کنترل رسوب، نیازمند شناخت منشأ رسوبات است (Collins and Walling, ۲۰۰۴). روش‌های آماری تعیین منابع مختلف رسوب، شامل تعیین یکسری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوبات است که منعکس‌کننده منابع اولیه آن‌ها است (Walling and Woodward, ۱۹۹۵). حکیم‌خانی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از معادلات تحلیل تشخیص اقدام به تعیین مناسب‌ترین ترکیب ردیاب‌های ژئوشیمیایی جهت انگشت‌نگاری رسوب واحد‌های سنگ‌شناسی در آبخیزهای واقع در استان آذربایجان غربی پرداختند. این محققین برای تفکیک مناسب واحد‌های سنگ‌شناسی به ترکیبی با ۱۲ عنصر و قدرت جداسازی ۸۸ درصدی دست یافتند. تحقیق حاضر در اراضی شمال‌شرقی محوطه دانشگاه شهرکرد در شهرستان شهرکرد و استان چهارمحال و بختیاری صورت پذیرفت. کاربری این اراضی عمدتاً مرتع ضعیف، با پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد است. همچنین در ۱۰ ساله‌ی اخیر بخش‌هایی از منطقه توسط بخش خصوصی تغییر کاربری یافته است که به کشت علوفه و غلات آبی اختصاص داده شده‌اند. با توجه به اهمیت و ارزش اراضی، مطالعه فرسایش در این ناحیه ضرورت دارد و این مطالعه در راستای تحقق اهداف ذکر شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طی بازدید میدانی و با استفاده از نقشه گوگل ارث منطقه مورد مطالعه، نقشه کاربری اراضی تهیه شد. کاربری‌های عمده عبارتند از (۱) مراتع با پوشش گیاهی ضعیف، (۲) اراضی مرتعی تخریب شده، (۳) اراضی کشاورزی و (۴) بستر رودخانه‌های فصلی به عنوان منابع بالقوه تولید رسوب در منطقه تشخیص داده شدند بنابراین با توجه به هدف مطالعه، ۳۳ نمونه خاک به مقدار کافی از بخش سطحی (۱۰-۰ سانتیمتری) خاک کاربری‌ها به عنوان منابع رسوب و بستر آبراهه‌ها و محل‌های اتصال آبراهه‌ها برداشته شد. نمونه‌ها هواخشک، سپس کوبیده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. مقدار کل فلزات سنگین (Zn, Fe, Pb, Cd) به روش هضم در اسید نیتریک ۴ مولار (Sposito et al., ۱۹۸۲)، کاتیون‌های بازی K^+ و Na^+ در عصاره ۱ به ۵ خاک به استات آمونیوم ۱ مولار عصاره‌گیری و با دستگاه فلیم فتومتر قرائت گردید (Benton Jones, ۲۰۰۱)، کربن آلی (OC) به روش والکلی و بلاک (Sparks, ۱۹۹۶)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen et al., ۱۹۵۴)، بافت خاک (درصد اجزاء شن، سیلت و رس) به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، هدایت الکتریکی و pH، در عصاره ۱ به ۵ خاک به آب مقطر عصاره‌گیری شد و به ترتیب به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی و پتانسیومتر اندازه‌گیری شدند. رگرسیون خطی گام به گام، روشی تحلیلی رگرسیونی است که در آن همه‌ی متغیرهای ورودی وارد تحلیل می‌شوند و در روند محاسبات متغیر یا متغیرهایی که تأثیر محسوس‌تری در ارتباط با متغیر وابسته نداشته باشند از تحلیل حذف می‌شوند (زارعی چاهوکی ۱۳۸۹). نتایج حاصل از این پژوهش به کمک نرم افزار آماری SPSS آنالیز شد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نتایج و بحث

جدول شماره ۱، نتایج تجزیه واریانس مدل رگرسیون را نشان می دهد که بیانگر معنی دار بودن آزمون F است به این معنی که برازش مدل رگرسیونی و میزان باقیمانده های مدل در حد قابل قبول است.

مدل ۱	مجموع مربعات	درجه آزادی	مجدور مربعات	اماره F
رگرسیون	۱۵۰/۲۸	۱	۱۵۰/۲۸	**۳۳۴/۲۵۹
باقیمانده	۳۶۵/۳	۳۱	۱۰۹/۰	
مجموع	۵۱۵/۳۱	۳۲		
مدل ۲	۱۶۱/۲۹	۲	۵۸۱/۱۴	**۸۲۱/۱۸۵
رگرسیون	۲۵۴/۲	۳۰	۰۷۸/۰	
باقیمانده	۵۱۵/۳۱	۳۲		
مجموع	۷۱۴/۲۹	۳	۹۰۵/۹	**۴۳۷/۱۵۹
رگرسیون	۸۰۲/۱	۲۹	۰۶۲/۰	
باقیمانده	۵۱۵/۳۱	۳۲		
مجموع				

** به مفهوم معنی داری در سطح ۱ درصد ($P < 0.01$) می باشد

جدول شماره ۲، تحلیل رگرسیونی در گام های مختلف را نشان می دهد بر این اساس مقدار واریانس تبیین شده (تغییرات ضریب تبیین)، ۳/۹۴ درصد است و بدین مفهوم که این مدل می تواند تا ۳/۹۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته (منابع رسوب یا انواع کاربری) را پیش بینی کند. در اینجا لازم است که صحت ضریب R^2 به دست آمده مورد سنجش قرار بگیرد به این منظور از مقدار عددی شاخص شرایط (Condition Index) و آماره دوربین واتسن، استفاده شد. مقدار شاخص شرایط برای مدل های خوب ۲۰-۱۵ و مقدار آماره دوربین واتسن برای مدل های خوب ۵/۲-۵/۱ است (زارعی چاهوکی، ۱۳۸۹). بنابراین با توجه به جدول شماره ۲ مشاهده می شود که مقدار شاخص شرایط در هر ۳ مدل، کمتر از ۱۰ و همچنین مقدار آماره دوربین واتسن مدل برابر ۳۴۴/۲ است بنابراین مدل رگرسیون اعتبار خوبی دارد.

نوع مدل	مقدار R	مقدار R^2	خطای معیار	تغییرات R^2	درصد تجمعی R	شاخص شرایط (Condition Index)	آماره دوربین واتسن
گام اول	۹۴۵/۰	۸۹۳/۰	۳۳۰/۰	۸۹۳/۰	۳۰/۸۹	۳۱۹/۵	
گام دوم	۹۶۲/۰	۹۲۵/۰	۲۸۰/۰	۰۳۲/۰	۵۰/۹۲	۵۳۲/۶	۳۴۴/۲
گام سوم	۹۷۱/۰	۹۴۳/۰	۲۵۰/۰	۰۱۸/۰	۳۰/۹۴	۹۶۰/۸	

جدول شماره ۳، نتایج حاصل از آزمون رگرسیون خطی چند متغیره را نشان می دهد. در این جدول ضرایب B نشان دهنده ضرایب رگرسیون هستند. همچنین ضرایب بتا (t)، ضرایب استاندارد شده رگرسیون هستند که بیانگر قدرت متغیرهای ورودی در پیش بینی تغییرات متغیر وابسته است. بالا بودن مقدار ضرایب بتا، بیانگر این است که متغیرهای ورودی در پیش بینی تغییرات، کارایی بالایی دارند و پایین بودن مقدار این ضرایب به این معنی است که متغیرها، توان لازم جهت نشان دادن تغییرات متغیر وابسته را ندارند (زارعی چاهوکی، ۱۳۸۹). بر این اساس متغیرهای Fe، sand و % oc با داشتن ضرایب بالا، به عنوان متغیرهای قوی در پیش بینی تغییرات هستند. همچنین معنی داری آزمون t، نیز بیانگر این است که متغیرهایی که بر این اساس معنی دار هستند متغیرهای قوی در پیش بینی تغییرات متغیر وابسته هستند.

معادلات	ضرایب B	خطای معیار	ضرایب بتا (t)	مقدار t
گام اول	مقدار ثابت	۲۴۸۰/۵	۱۵۸۱/۰	**۲۳۳/۳۳
Fe	۰۰۰۲/۰	۰۰۰۱/۰	-۹۴۵/۰	-۱۰۴۰/۱۶
گام دوم	مقدار ثابت	۵۰۸۰/۵	۱۵۳۰/۰	**۱۱۵۰/۳۶
Fe	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۱/۰	-۸۸۷/۰	-۸۹۱۳/۱۶
sand	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۱/۰	-۸۹۱۳/۱۶	-۸۹۱۳/۱۶



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

	**					
	**۵۹۰۴/۳	-۱۸۸۲/۰	۰۰۴۳/۰	-۰۱۳۰/۰	sand	
	**۱۹۹۰/۲۹		۱۷۷۱/۰	۱۶۹۰/۵	مقدار ثابت	گام
						سوم
$Y = 5/169 + 0/0001 Fe - 0/112 * sand + 0/9984 OC$	-۰۰۷۲/۱۸	-۸۵۸۴/۰	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۱/۰	Fe	
	**					
	**۱۷۱۰/۳	-۱۵۳۳/۰	۰۰۳۲/۰	-۰۱۱۲/۰	sand	
	**۹۸۲۳/۲	۱۴۲۱/۰	۳۳۵۰/۰	۹۹۸۴/۰	Oc	

*: به مفهوم متغیر وابسته

** : به مفهوم معنی داری در سطح ۱ درصد ($P < 0/01$) می باشد

بر این اساس متغیرهای ورودی که شامل درصد کربن آلی، آهن، روی، درصد شن، سیلت، هدایت الکتریکی و پتاسیم تبادل یافته حاصل آنالیز مقایسه میانگین در مرحله قبل بودند به عنوان متغیرهای ورودی (ردیاب ها) به تحلیل رگرسیونی وارد شدند. در این بین، متغیر آهن (Fe)، اولین ردیابی است که وارد تحلیل شده است. این ردیاب به تنهایی ۳/۸۹ درصد از تغییرات منابع رسوب را پیش بینی کرده است. همچنین متغیر درصد شن، به عنوان دومین ردیاب مهم وارد تحلیل شده و متغیر درصد کربن آلی سومین ردیابی است که وارد تحلیل شده است این سه ردیاب در مجموع ۳/۹۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته (منابع رسوب یا انواع کاربری) را به خود اختصاص داده اند و می توانند به عنوان بهترین ترکیب ردیاب ها جهت منشایابی رسوبات محوطه دانشگاه شهرکرد تشخیص داده شوند. علی دوست (۱۳۹۰) روش منشایابی چندگانه کمی را به منظور تعیین منابع عمده رسوب در حوضه ناو واقع در غرب استان گیلان مورد ارزیابی قرار داد، خطای نسبی پائین مدل (کمتر از ۱ درصد) نشان دهنده صحت و دقت بالای مدل بود.

منابع

- حکیم خانی، ش. احمدی، ح. غیومیان، ج. فیض نیا، س. بی همتا، ح.ر. ۱۳۸۶. تعیین ترکیب مناسبی از عناصر ژئوشیمیایی برای جداسازی واحدهای سنگ شناسی حوضه پخش سیلاب پلدشت. مجله ی منابع طبیعی ایران، دوره ۶۰، شماره ۶، صفحه های ۶۳۹ تا ۷۱۱.
- زارعی چاهوکی، م. ع. ۱۳۸۹. روش های تحلیل چند متغیره در نرم افزار اس. پی. اس. اس، انتشارات دانشگاه تهران.
- علی دوست، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی روش انگشت نگاری چند پارامتری به منظور منشایابی رسوب منطقه موردی در غرب گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.
- Bentonjones J. ۲۰۰۱. Laboratory Guide For Conducting Soil Tests And Plant Analysis, CRC Press Boca Raton London NEWYORK WASHINGTON, D.C
- Evans R. ۲۰۱۰. Runoff and soil erosion in arable Britain: changes in perception and policy science ۱۹۴۵. Environ. Sci. Policy B: ۱۴۱-۱۴۹.
- Collins A.L. and Walling D.E. ۲۰۰۴. Document catchment suspended sediment sources: Problems Approaches and Prospects. Progress in Physical Geography, ۲۸: ۱۵۹-۱۷۵.
- Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle Size Analysis. In: Klute A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲nd ed. Agronomy. Monogr. ۹. ASA. Madison. Wisconsin. pp. ۳۸۳-۴۱۱
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S. and Dean L.A. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate, USDA Circular. ۹۳۹. U.S Government Printing Office Washington D.C.
- Sparks D.L. (eds.) ۱۹۹۶. Method of soil analysis, part ۳ Chemical Methods, Agronomy Monograph. VOL ۹. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Sposito G., Land L. J. and Change A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in aridzone field soil amended sewage sludge :I. Fraction of Ni, Cu, Zn, Cd, Pb in solid phases. Soil Science Society of America Journal, ۴۶: ۲۶۰-۲۶۴.
- Walling D.E. and Woodward J.C. ۱۹۹۵. Tracing sources of suspended sediment in River Basins. A case study of the River Clum, Devon, UK, Marine and Freshwater Research, ۴۶: ۳۲۷-۳۳۶.

Abstract

One of the priorities of diagnosis and management practices of erosion control is recognition of sediment resources. The purpose of this study was using stepwise linear regression to identify the most appropriate indicators of sediment sources in the North East of Shahrekord University, Chaharmahal and Bakhtiary province. To achieve this goal ۳۳ surface soil samples (۰-۱۰ cm) from different land uses and the intersection of rivers were removed. After primitive treatments some heavy metals, organic carbon, phosphorus resorbable, composition of sand, silt and



clay, sodium and potassium exchange and solution, electrical conductivity and pH of soil samples were measured. The results showed that Fe, sand% and OC% cover ۹۴/۳% of the variation of sediment indicators which can link sediment loads and resources in study area.



تأثیر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک بر روی حدود پایداری خاک‌های شالیزاری استان گیلان

زهرا حیدری پورلاخانی^۱، محمود شعبانپور^۲ و صفورا اسدی کپورچال^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده

به منظور بررسی تأثیر برخی پارامترهای فیزیکی خاک بر حدود پایداری (آتربرگ) خاک‌های شالیزاری استان گیلان تعداد ۵۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر از نقاط مورد نظر و با فاصله ۹ کیلومتر از هم برداشته شد. سپس پارامترهای بافت خاک، جرم ویژه ظاهری، ماده آلی و آهن آزاد کل اندازه‌گیری شد. برای تعیین حدود پایداری، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری را به دست آورده و با استفاده از روش رگرسیون بهترین مدل رگرسیونی برازش داده شده برای هر متغیر مشخص شد. نتایج نشان داد برای هر دو پارامتر حد روانی و حد خمیری بهترین مدل مربوط به متغیر رس بود. همچنین، بر اساس نتایج به دست آمده از همبستگی بین متغیرهای مستقل با استفاده از نرم افزار SPSS از بین متغیرهای مستقل، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری همبستگی معنی‌داری با متغیرهای درصد رس، جرم ویژه ظاهری و ماده آلی دارند به طوری که حد روانی و خمیری با افزایش مقدار رس افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: حد خمیری، حد روانی، رس، شاخص خمیری، ماده آلی

مقدمه

عوامل متعددی بر روی ویژگی‌های مکانیکی خاک مؤثر هستند، یکی از این عوامل حدود استحکام خاک (حدود آتربرگ) می‌باشد که در خاک‌های مختلف متناسب با برخی ویژگی‌های زود یافت خاک تغییر می‌کند. حدود پایداری آتربرگ خاک از ویژگی‌های مکانیکی مهم خاک می‌باشد که در خاک‌های چسبنده برای اهداف مهندسی به کار می‌رود و همبستگی بالایی با سایر ویژگی‌های خاک دارد. در کشاورزی نیز این ویژگی‌های مکانیکی خاک کاربرد دارند. با توجه به اهمیت حدود پایداری و وقت‌گیر بودن و نیاز به تجربه کافی برای اندازه‌گیری آن‌ها لازم است که این خصوصیات با استفاده از سایر خصوصیات زود یافت خاک با دقتی قابل قبول برآورد شوند.

حدود آتربرگ یک معیار تعریف شده برای میزان رطوبت خاک است. بر اساس این معیار سه حد برای مقدار رطوبت موجود در آب تعریف می‌شود. حد انقباض (SL)، حد خمیری (PL) و حد روانی (LL). خاکهای ریزدانه بر اساس مقدار آب جذب شده توسط آنها حالت‌های مختلفی به خود می‌گیرند. این سه حد مرز میان چهار حالت رفتار خاک که شامل سفت (جامد)، نیمه سفت (نیمه جامد)، خمیر (پلاستیک) و مایع (روان)، می‌باشند. حد انقباض کم کاربردترین حدود آتربرگ است. این مقدار در واقع مقدار رطوبتی است که خاک با از دست دادن مقدار بیشتر از آن کاهش حجمی نخواهد داشت. حد خمیری، در صد رطوبتی است که در آن نقطه خاک از حالت نیمه سفت به حالت خمیر در می‌آید و حد روانی درصد رطوبتی است که در آن یک توده شیار داده شده توسط شیارکشی با ابعاد استاندارد، درون دستگاه حد روانی استاندارد در اثر ۲۵ ضربه در طولی معادل ۷/۱۲ میلی‌متر (۵/۰ اینچ) به هم برسد (Stuart et; al., 2014 Ying and Qi, 2009).

میرخانی و همکاران (۱۳۸۶) طی تحقیقی نشان دادند که حد روانی و حد خمیری با متغیرهای ظرفیت تبادل کاتیونی، جرم ویژه ظاهری و رطوبت اشباع خاک به صورت معنی‌داری تغییر می‌کند. حد روانی و خمیری با افزایش مقدار رس افزایش می‌یابد. در واقع با کاهش اندازه ذرات، رطوبت حد خمیری و روانی افزایش یافته اما افزایش حد روانی بیشتر می‌باشد. در نتیجه افزایش شاخص خمیری بیش از حد خمیری می‌باشد (Budhu, 2001). کارگر و همکاران (۱۳۸۸) نمونه‌های مصنوعی گچی شده با درصد‌های مختلف گچ را در آزمایشگاه تهیه و حدود آتربرگ، تراکم، نشست تحت بار ثابت در حالت معمولی و همراه با آبشویی و مقاومت روی نمونه‌ها را تعیین کردند. نتایج آنها نشان داد که افزایش مقدار گچ در کاهش حدود آتربرگ، نقش مهمی را ایفا کرده و آبشویی فاکتوری بسیار مهم در نشست‌های بعدی و کاهش مقاومت این خاک‌ها بوده است.

حدود آتربرگ برای طبقه‌بندی خاک‌های چسبنده بسیار مهم بوده و برای تفسیر مقاومت کششی، ظرفیت بردباری، تراکم‌پذیری و پتانسیل انقباض خاک‌ها مفید می‌باشد (Mcbride, 2002). تلاش محققان روی تعیین همبستگی بین زاویه اصطکاک خاک و شاخص‌های خاک مانند حدود آتربرگ متمرکز شده است (Kaya and Kwong, 2007). طی تحقیقی بر روی خاک‌های مناطق گرمسیری برای توسعه مدل‌های ساده برآورد و توصیف خواص مهندسی خاک با استفاده از خصوصیات زود یافت خاک، یک رابطه



خطی بین حد روانی، حد خمیری و حد انقباض از یکسو و ظرفیت تبادل کاتیونی، مواد آلی و درصد رس از سوی دیگر نشان دادند (Mbagwu and Abeh, ۱۹۹۸).

در تحقیق انجام شده توسط Moradi (۲۰۱۳b)، تاثیر کربن آلی بر حدود پایداری و پارامترهای تحکیم روی چهار بافت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری، بررسی و مشخص شد که تغییرات کربن آلی از ۳/۰ درصد در خاک لومی رسی تا ۲۸/۱ درصد در خاک رسی بوده است. همچنین نتایج نشان داد که مواد آلی به طور معنی داری باعث افزایش ویژگی‌های مکانیکی خاک و کاهش تحکیم آن شده و در تمام آزمایش‌ها، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری افزایش داشته و بیشترین این مقادیر در بافت رسی دیده شده است. ارتباط بین کربن آلی و حدود پایداری به صورت خطی معنی دار شده و کربن آلی یکی از مشخصه‌های مهم حدود پایداری و آتربگ خاک بیان شده است (Moradi, ۲۰۱۳b).

در تحقیق مشابهی (Moradi ۲۰۱۳a)، تاثیر ظرفیت تبادل کاتیونی بر حدود پایداری و شاخص خمیری روی چهار بافت خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری، بررسی و عنوان کرده کمترین و بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب در خاک لومی رسی و رسی بوده است. نتایج نشان که حد خمیری خاک ارتباط مستقیم و معنی داری با ظرفیت تبادل کاتیونی خاک دارد و در تمام آزمایش‌ها، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری افزایش داشته و بیشترین این مقادیر در بافت رسی دیده شده است. در خاک رسی مقدار حد روانی به طور معنی داری بیشتر از حد روانی و شاخص خمیری در خاک‌های دیگر گزارش شده است (Moradi, ۲۰۱۳a). با توجه به اهمیت حدود پایداری در خاک‌های مختلف و تأثیر آن در اندازه‌گیری مقاومت خاک، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر پارامترهای فیزیکی خاک از قبیل بافت خاک (درصد رس، سیلت و شن)، ماده آلی، جرم ویژه ظاهری و میزان آهن بر حدود پایداری (آتربگ) خاک‌های شالیزاری استان گیلان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ بر روی خاک‌های شالیزاری استان گیلان انجام شد. پس از تعیین نقاط نمونه برداری به روش سیستماتیک و با فاصله ۹ کیلومتر از هم، تعداد ۵۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متر برداشته شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن، کوبیده و از الک ۲ میلی متر عبور داده شد. به منظور بررسی همبستگی حدود آتربگ و ویژگی‌های فیزیکی خاک پارامترهای بافت خاک به روش هیدرومتری با قرائت کامل، جرم ویژه ظاهری به روش کلوخه و پارافین، ماده آلی به روش والکی و بلاک و آهن آزاد کل اندازه‌گیری شد (Page et al., ۱۹۸۶; Klute et al., ۱۹۸۶).

به منظور تعیین حدود پایداری (آتربگ)، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری محاسبه گردید. حد روانی به روش تک نقطه‌ای یا تک نمونه ای با استفاده از دستگاه کاساگراند اندازه‌گیری شد. بدین صورت که نمونه خاک هوا خشک شده را از الک ۴/۰ میلی متر عبور داده و حدود ۱۰۰ گرم از آن را داخل بشر ریخته و مقداری آب به آن اضافه و خمیری یکنواخت تهیه شد. سپس خمیر تهیه شده را داخل جام دستگاه کاساگراند ریخته و با شیارکش، شیاری در امتداد محور جام ایجاد کرده و دسته دستگاه با سرعت حدود دو ضربه در هر ثانیه چرخانده شد. این کار تا زمان بسته شدن شیاری در طولی به اندازه ۱۳ میلی متر انجام و تعداد ضربات لازم برای بسته شدن شیاری ثبت گردید. خمیر مورد نظر به گونه‌ای ایجاد شد که شیاری در فاصله بین ۲۰ تا ۳۰ ضربه بسته شد. سپس مقداری خمیر از قسمت بسته شده شیاری داخل جام برای تعیین مقدار رطوبت برداشته شد (Klute, ۱۹۸۶). در نهایت حد روانی از معادله ۱ بدست آمد.

$$LL = \omega n \times (N/25)^{0.121} \quad (1)$$

که در آن ωn درصد رطوبت مربوط به بسته شدن شیاری در طول ۷/۱۲ میلی متر، N تعداد ضربات و LL حد روانی می‌باشد. حد خمیری به روش تهیه فتیله اندازه‌گیری شد. برای این منظور میزان ۲۰ گرم از خمیر تهیه شده برای حد روانی را برداشته و سپس رطوبت خاک را کاهش داده تا بتوان آن را در دست لوله کرده بدون اینکه به دست بچسبد. عمل لوله کردن تا جایی ادامه پیدا کرده که قطر لوله حدوداً به ۲/۳ میلی متر برسد. این عمل آنقدر تکرار شد تا ترک‌هایی روی لوله به وجود آمده، به طوری که لوله به تکه‌های جدا از هم تبدیل شد و رطوبت آن اندازه‌گیری شد (Klute, ۱۹۸۶). در نهایت حد خمیری از معادله ۲ بدست آمد.

$$PL = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \quad (2)$$

که در آن W_1 وزن ظرف (gr)، W_2 وزن خاک مرطوب همراه وزن ظرف (gr)، W_3 وزن خاک خشک همراه وزن ظرف (gr) و PL حد خمیری است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شاخص خمیریایی (PL)، دامنه‌ای از رطوبت که خاک در آن خاصیت خمیریایی دارد که در عمل رطوبت بین حد روانی و خمیری بوده و از معادله ۳ بدست آمد.

$$PI = LL - PL \quad (3)$$

نتایج و بحث

بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل با استفاده از نرم افزار SPSS نشان داد از بین متغیرهای مستقل، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری همبستگی معنی داری با متغیرهای درصد رس، جرم ویژه ظاهری و ماده آلی دارند. سپس با استفاده از روش رگرسیون گام به گام، مناسب‌ترین ترکیب از متغیرهای مستقل برای برآورد حد روانی، حد خمیریایی و شاخص خمیریایی انتخاب و بهترین مدل رگرسیونی برازش داده شده برای هر متغیر مشخص شد. جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب نتایج بهترین مدل برازش داده شده حد روانی و حد خمیری برای متغیرهای مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج بهترین مدل برازش داده شده به متغیرهای مورد بررسی برای حد روانی

پارامتر	ضرایب ثابت		آماره های مدل			معادله
	a	b	R	SE	Sig F	
رس (%)	۲۲.۸۸	۰.۲۶	۰.۷۰	۰.۲۰	۰.۰۰۱	$y = 22.88x^{0.26}$
سیلت (%)	۲۶.۶۷	۰.۲۱	۰.۶۰	۰.۲۵	۰.۰۰۱	$y = 26.67x^{0.21}$
شن (%)	۷۳.۹۵	-۰.۵۳	۰.۶۰	۱۰.۵۹	۰.۰۰۱	$y = 73.95 - 0.53x$
ماده آلی	۴۶.۴۲	۹.۰۰	۰.۶۱	۰.۲۶	۰.۰۰۱	$y = 46.42 + 9 \ln x$
آهن	۷۰.۵۲	۰.۱۴	۰.۳۴	۰.۲۶	۰.۰۰۱	$y = 70.52x^{0.14}$
جرم ویژه ظاهری	۳۰.۳۴	۰.۳۹	۰.۶۳	۰.۲۷	۰.۰۰۱	$y = 30.34e^{0.39x}$

جدول ۲- نتایج بهترین مدل برازش داده شده به متغیرهای مورد بررسی برای حد خمیری

پارامتر	ضرایب ثابت		آماره های مدل			معادله
	a	b	R	SE	Sig F	
رس (%)	۷.۰۴	۷.۸۱	۰.۴۴	۱۱.۵۶	۰.۰۰۲	$y = 7.04 + 7.81 \ln x$
سیلت (%)	-۵.۴۷	۱۱.۱۴	۰.۴۳	۱۲.۳۸	۰.۰۰۲	$y = -5.47 + 11.14 \ln x$
شن (%)	۴۱.۱۸	-۰.۲۳	۰.۳۳	۱۰.۳۷	۰.۰۰۲	$y = 41.18 - 0.23x$
ماده آلی	۲۴.۴	۶.۸۱	۰.۴۳	۱۱.۸۹	۰.۰۰۲	$y = 24.4 + 6.81 \ln x$
آهن	۳۶.۴	-۰.۵۴	۰.۱۶	۱۲.۷	۰.۰۰۲	$y = 36.4 - 0.54x$
جرم ویژه ظاهری	۲۹.۰۱	۲.۷۲	۰.۴۰	۱۰.۶۵	۰.۰۰۲	$y = 29.01 + 2.72x$

با توجه به جدول‌های ۱ و ۲، بهترین مدل مربوط به متغیر رس بوده که برای هر دو پارامتر حد روانی و حد خمیریایی به ترتیب معادله توانی و لگاریتمی به دست آمد. در نهایت، بر اساس نتایج به دست آمده حد روانی و حد خمیری با متغیرهای درصد رس، جرم ویژه ظاهری و ماده آلی به صورت معنی داری تغییر می‌کند. به طوری که حد روانی و خمیری با افزایش مقدار رس افزایش می‌یابد. در واقع با کاهش اندازه ذرات، رطوبت حد خمیری و روانی افزایش یافته که این افزایش برای حد روانی بیشتر بوده است. در نتیجه افزایش شاخص خمیریایی بیش از حد خمیری می‌باشد که این با نتایج میرخانی و همکاران (۱۳۸۶) و (Moradi ۲۰۱۳b) همخوانی دارد.



منابع

- کارگر، س.، رئیسی، ع. و رحیمی، ح. ۱۳۸۸. تأثیر گچ بر تغییرات خواص فیزیکی و مکانیکی خاک رسی. هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه شیراز، شیراز.
- میرخانی، ر.، سعادت، س.، شعبانپور شهرستانی، م.، آریا، پ. و یگانه، م. ۱۳۸۶. برآورد حدود پایداری خاک با استفاده از ویژگی‌های زودپافت خاک. مجله علوم خاک و آب، جلد ۲۱، شماره ۲، صفحه‌های ۲۰۱ تا ۲۰۷.
- Budhu M. ۲۰۰۱. Soil mechanics and foundation. 1st edition. John Wiley and Sons. Inc, ۵۷۰ p.
- Kaya A. and Kwong K.P. ۲۰۰۷. Evaluation of Common Practice Empirical Procedures for Residual Friction Angle of Soils: Hawaiian Amorphous Materials Rich Colluvial Soil Case Study. Engineering Geology, ۹۲: ۱-۲.
- Klute A. ۱۹۸۶. Methods of Soil Analysis. Part ۱. Physical and Mineralogical properties Methods. Soil Science Society of America, Wisconsin, USA.
- Mbagwu J.S.C. and Abeh O.G. ۱۹۹۸. Prediction of engineering properties of tropical using intrinsic pedagogical parameters. Soil Science, ۱۶۳(۲): ۹۳-۱۰۲.
- Moradi S. ۲۰۱۳a. Effects of CEC on Atterberg limits and Plastic Index in Different Soil Textures. International Journal of Agronomy and Plant Production, ۴(۹): ۲۱۱۱-۲۱۱۸.
- Moradi S. ۲۰۱۳b. Impacts of organic carbon on consistency limits in different soil textures. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, ۵(۱۲): ۱۳۸۱-۱۳۸۸.
- McBride R.A. ۲۰۰۲. Atterberg limits. Hi: Methods of Soil Analysis, Part ۴: Physical Methods. SSSA No. ۵. J. H. Dane and G. C. Topp (Eds.). Soil Science Society of America, Madison, WI, pp: ۳۸۹-۳۹۸.
- Page A.L. ۱۹۸۶. Methods of Soil Analysis. Part ۲. Chemical and Mineralogical Methods. Soil Science Society of America, Wisconsin, USA.
- Stuart K., Haigh P. and Vardanega J. ۲۰۱۴. Fundamental basis of single-point liquid limit measurement approaches. Applied Clay Science, ۱۰۲: ۸-۱۴.
- Ying G. and Qi W. ۲۰۰۹. Experimental research on fall cone test to determine liquid limit and plastic limit of silts. Rock and Soil Mechanics, ۳۰(۹۰): ۲۵۶۹-۲۵۷۴.

Abstract

To study the effect of some soil physical parameters on soil consistency (Atterberg limits) of paddy soils of Guilan province ۵۰ samples were taken from depth of ۰-۲۰ cm with distance of ۹ km from each other. Then parameters of soil texture, bulk density, organic matter and total free iron were measured. To determine consistency limits, liquid limit, plastic limit and plastic index were obtained and the best regression model for each variable was determined by using regression method. The results indicated that best model was related to clay variable for both parameters of liquid limit and plastic limit. Also, based on the results of the correlation between the independent variables by using SPSS software, liquid limit, plastic limit and plastic index have significantly correlation with variables of clay content, bulk density and organic matter and liquid and plastic limits have increased with increasing clay content of soil.



کاربرد مدل پویایی سیستم در شبیه سازی فرسایش خاک

سهیلا اسمعیلیان^۲، علی طالبی^۲ و مجید اسماعیلیان^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه یزد، ۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، ۳- استادیار دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان

چکیده

جهت بررسی و کنترل فرسایش و هدررفت خاک، روش‌ها و مدل‌های متعددی ارائه گردیده که یکی از این مدل‌ها، مدل پویایی سیستم یا سیستم دینامیکی می‌باشد. در این مطالعه، میزان فرسایش و هدررفت خاک ایستگاه تحقیقاتی سنگانه خراسان رضوی با استفاده از مدل مذکور شبیه‌سازی شده که نتایج حاکی از آن است که در یک رگبار با حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای، شدت متوسط و مدت زمان بارش ثابت، در یک پلات به طور مثال با افزایش ۵/۲ درصدی ماده آلی خاک و کاهش ۲۰ درصدی شیب و عامل پوشش گیاهی از ۲۶/۰ به ۰۰۸/۰ که به معنای افزایش پوشش گیاهی و کمتر شدن سهم آن در فرسایش است، میزان فرسایش خاک از ۷۱۸/۴۰۱ به ۲۶/۲ گرم در مترمربع در ساعت رسیده است. واژه‌های کلیدی: فرسایش خاک، مدل پویایی سیستم، ایستگاه تحقیقاتی سنگانه-خراسان رضوی.

مقدمه

فرسایش و هدررفت خاک یکی از عوامل اصلی در کاهش حاصلخیزی خاک، انباشت رسوبات در آبراهه‌ها، کانال‌های آبیاری و رودخانه‌ها، کاهش ظرفیت مخازن سدها و تشدید وقوع سیلاب‌های مخرب و آلودگی محیط‌زیست می‌باشد. برای بررسی و کنترل این مهم، روش‌ها و مدل‌های متعددی ارائه گردیده است. یکی از این مدل‌ها، مدل پویایی سیستم یا سیستم دینامیکی می‌باشد. این مدل با در نظر گرفتن روابط بین اجزای سیستم رفتار سیستم را پیش بینی می‌کند. پویاشناسی سیستم نیز یک روش برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده و دارای بازخورد می‌باشد. سیستم‌های طبیعی به عنوان مثال سیستم فرسایش و تولید رسوب، سیستم پیچیده‌ای است که برای رسیدن به روابط میان آن‌ها و تجزیه و تحلیل سایر عوامل مؤثر در آن باید از روش‌های دقیق بهره جست. هدف از انجام این تحقیق اولویت‌بندی عوامل مؤثر در فرسایش آبی با استفاده از فرمول جهانی فرسایش خاک تجدیدنظر شده (RUSLE) در مدل مذکور بوده که توسط نرم‌افزار Vensim انجام می‌پذیرد.

از تحقیقات داخلی انجام شده در این زمینه می‌توان به ثمره هاشمی و همکاران در سال ۱۳۸۸ با عنوان بررسی مکانیزم‌های مؤثر بر کاهش سطح سفره آب زیر زمینی در استان همدان با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها، اسدی و همکاران در سال ۱۳۸۹ با عنوان ارزیابی و پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک با استفاده از معادله جهانی تلفات خاک اصلاح شده (RUSLE)، ناصری و همکاران در سال ۱۳۸۹ مدل‌سازی بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب پایاب سد شهرچای (ارومیه) به روش پویایی سیستم، علیپور و همکاران در سال ۱۳۹۰ با عنوان بررسی عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز میاندشت اسفراین، باقری و همکاران در سال ۱۳۹۰ با عنوان بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در وقوع فروچاله در حوزه شهرستان ابرکوه با رویکرد پویایی سیستم‌ها، ملا حسینی و صلوی تبار در سال ۱۳۹۱ با عنوان ارزیابی اثر ایجاد ظرفیت ذخیره در کاهش خسارت سیلاب با استفاده از مدل بهینه‌سازی شبیه‌سازی مبتنی بر پویایی سیستم و ... اشاره نمود.

از تحقیقات خارجی انجام شده در این زمینه نیز می‌توان به تحقیق شین چنگ یه و همکاران در سال ۲۰۰۶ اشاره نمود که فرسایش خاک را در حوزه آبخیزی در تایوان با استفاده از مدل یکپارچه سیستم دینامیک شبیه‌سازی نموده‌اند. مطالعه دیگری توسط شوک‌وی و همکاران در سال ۲۰۱۲ تحت عنوان شبیه‌سازی سیستم دینامیک برای ارزیابی اثرات اقتصادی اجتماعی سطوح مختلف تخصیص جریان در حوزه رودخانه وی در چین انجام شده است. شی و کیم لنگ در سال ۲۰۱۳ جهت مدیریت کارآمد منابع آب در سنگاپور از این مدل استفاده نموده‌اند.

با توجه به بخش قبل خواهیم دید که تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با شبیه‌سازی و تخمین فرآیند فرسایش با استفاده از سیستم دینامیک صورت نگرفته و بیشتر مطالعات انجام شده با استفاده از این روش در زمینه منابع طبیعی یا علوم محیطی مربوط به مدیریت و روش‌های بهینه بهره‌برداری از منابع آبی مثل سد و ذخایر آب زیرزمینی بوده است. بنابراین در این پژوهش کارایی روش مذکور در شبیه‌سازی فرآیند فرسایش خاک نشان داده خواهد شد.

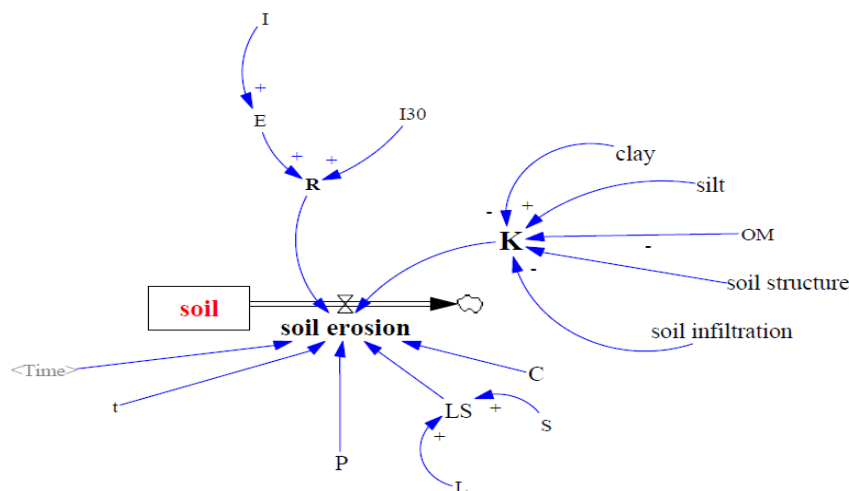
مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانهدر شمالشرق ایران و در ۱۰۰ کیلومتری شمال شرقی مشهد واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا حدود ۷۰۰ متر، متوسط بارندگی سالیانه ۲۵۷ میلی‌متر و اقلیم منطقه به روشد ومارتن، نیمه‌خشکمی باشد. سازندهای سرچشمه و سنگانه مهم‌ترین واحدهای سنگی عرصه مورد مطالعه را تشکیل داده و تیپپوشش گیاهی غالب عرصه درمنه - پوآمیباشد.

در این تحقیق، ابتدا داده‌های مربوط به چندین بارش (که در این جا فقط دو بارش شبیه‌سازی شده است- جدول ۱) و پلات‌های منتخب (جدول ۲) در منطقه جمع‌آوری و سپس از معادله RUSLE و پارامترهای آن جهت سنجش میزان تأثیر هر یک از آن‌ها در میزان فرسایش خاک استفاده گردیده و پارامترها و ارتباطات متقابل آن‌ها در محیط نرم‌افزار Vensim وارد (شکل ۱) و کد نویسی شده و سرانجام برای پلات‌های منتخب در منطقه، نرم‌افزار اجرا گردیده و میزان سهم هر بارش در فرسایش خاک مشخص شده است. همچنین می‌توان با تغییر در میزان هر یک از عوامل، تأثیر آن را در فرسایش خاک به طور مستقیم مشاهده نموده و بدین ترتیب سناریوهایی را جهت مدیریت و حفاظت بهتر خاک در منطقه مطرح نمود.

جدول ۱- اطلاعات بارش‌های منتخب

تاریخ	مدت بارش(ساعت)	شدت متوسط(میلی‌متر بر ساعت)	حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای(میلی‌متر بر ساعت)
۲۵/۸/۸۵	۹۳/۸	۰۳/۱	۲/۵
۳۰/۱۱/۸۵	۰۳۳/۲۸	۴۲/۰	۶/۳



شکل ۳- مدل ساخته شده در نرم‌افزار VENSIM

جدول ۲- مشخصات پلات‌های منتخب

plot	۶	۷	۹	۱۶	۱۷	۲۶	۲۷	۲۹	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۸	۶۹	۷۰	۷۱
S	۶۰	۳۶	۴۰	۶۷	۶۷	۵۵	۶۵	۴۰	۶۰	۳۶	۴۰	۴۰	۴۰	۶۰	۶۰	۶۰
L	۲۰	۵	۱۰	۱۰	۵	۵	۱۰	۱۰	۲۰	۵	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۱۵
C	۰/۱۴/۰	۰/۱۴/۰	۰/۱۱/۰	۲۳/۰	۲۴/۰	۲۵/۰	۲۶/۰	۰/۷/۰	۲۱/۰	۱۵/۰	۰/۰/۰	۰/۰۶/۰	۱۲/۰	۲۶/۰	۲۶/۰	۲۷/۰
OM	۸/۰	۸/۰	۳/۳	۴/۱	۴/۱	۹/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۸/۰	۳/۳	۳/۳	۶/۱	۹/۰	۹/۰	۹/۰
clay	۱۶	۱۶	۱۲	۱۴	۱۴	۵/۱۳	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۲	۱۲	۱۶	۱۵	۱۵	۱۵



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

silt	۳۰	۳۰	۵/۲۷	۲۷	۲۷	۵/۲۳	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵/۲۷	۵/۲۷	۲۵	۲۳	۲۳	۲۳
------	----	----	------	----	----	------	----	----	----	----	------	------	----	----	----	----

ساختار معادله RUSLE و نحوه تعیین پارامترها

معادله جهانی هدرفت خاک (RUSLE) متوسطس_____الانتهلفاتخاکرا به صورت ترکیب از شش فاکتور که نشان دهنده نیروی فرسایش و فرسایش پذیر خاک، طول و درجه شیب (LS)، پوشش گیاهی (C) و عملیات مدیریتی (P) است، تخمین می زند و ساختار آن به صورت زیر است:

$$A = R.K.L.S.C.P$$

که در آن، چهار فاکتور R، S، C و P بدون بعد هستند. در ادامه روش تعیین هر یک از فاکتورها شرح داده می شود.

فاکتور فرسایش پذیری خاک (K)

$$K = (2.1M^{1.14} * 10^{-4} * (12 - \%OM) + 3.25(S - 2) + 2.5(P - 3))/100$$

M = حاصل ضرب (۱۰۰-%RS) در (درصد شن ریز)

OM = درصد ماده آلی

S = کلاس ساختمان خاکدانه ها

P = کلاس نفوذ پذیری خاک.

R = مقدار فرسایش پذیری باران

مقدار فرسایش پذیری باران معین برابری حاصل ضرب آنرژیک رگبار (E) در حداکثر شدت ۳۰ دقیقه ای (I₃₀ آنرگبار است).

فاکتور طول و درجه شیب (LS)

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22.1}\right)^m (0.065 + 0.045 S + 0.0065 S^2)$$

که در آن λ طول شیب بر حسب متر و S شیب زمین به درصد می باشد.

عامل پوشش گیاهی (C)

عامل C عبارتست از نسبت مقدار خاک از بین رفته از زمین زیر کشت به خاک فرسوده شده از همان قطعه در طی یک آیش مداوم و عاری از پوشش با باقیمانده گیاهی. عواملی که در مقدار C تأثیر دارند عبارتند از: آسمان گیاهی^{۱۶}، بقایای گیاهی در سطح یعنی مالچ^{۱۷}، بقایای گیاهی مخلوط شده با خاک، اثر زراعت قبلی، عملیات شخم و ناهمواری های سطح زمین. عامل C در واقع حاصل ضرب همه عوامل فرعی مربوط است.

عامل حفاظت خاک (P)

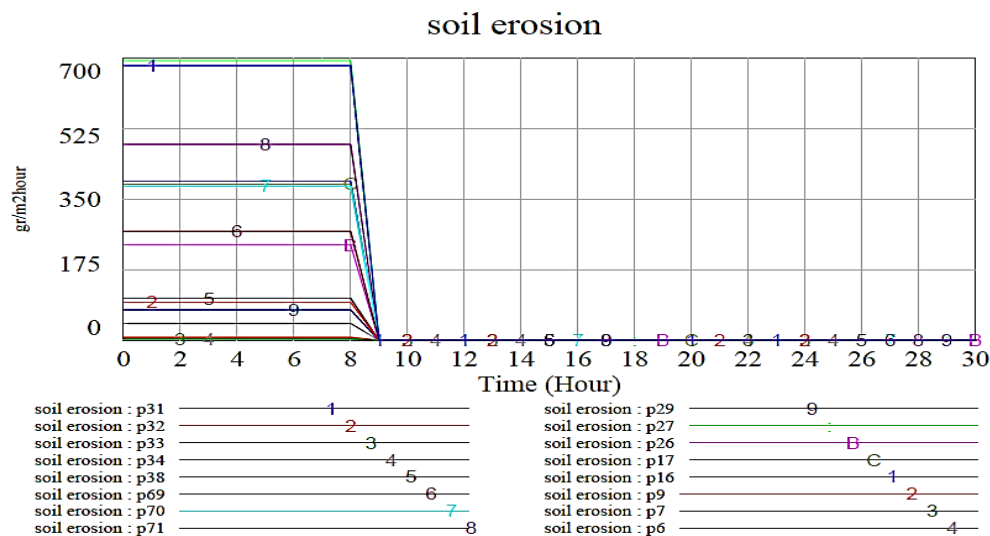
عامل حفاظت خاک عبارتست از نسبت مقدار خاک از بین رفته در واحد سطح یک زمین حفاظت شده، به زمینی که لخت بوده و در جهت بالا و پایین تندترین شیب شخم زده می شود. در اینجا منظور از کارهای حفاظتی بیشتر کشت در روی خطوط تراز، کشت نواری و تراس بندی است. اگر هیچ گونه عملیات حفاظتی انجام نگردد P برابر یک بوده (رفاهی، ۱۳۷۸) که در این مطالعه این عامل برابر با ۱ فرض گردیده است.

نتایج و بحث

پس از وارد کردن معادلات و اطلاعات مربوط به بارش ها و اجرای نرم افزار مربوطه، میزان فرسایش خاک و خاک از دست رفته در ۱۶ پلات منتخب به صورت نمودارهای زیر بدست آمده است.

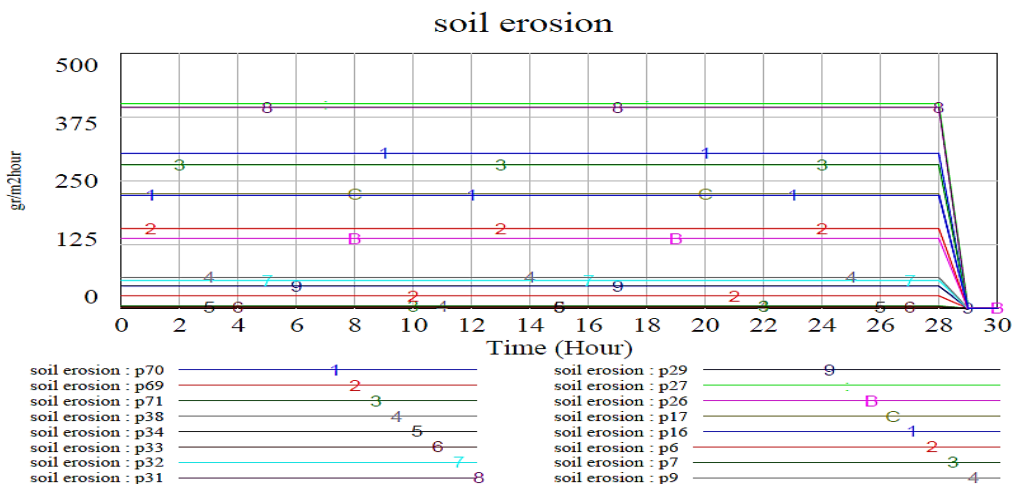
^{۱۶} Crop canopy

^{۱۷} Residue mulch

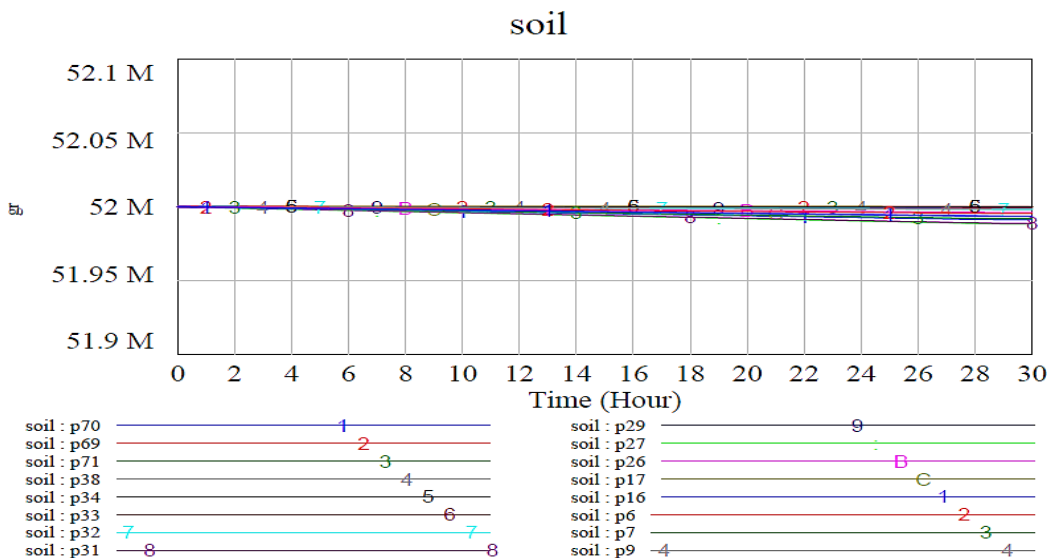


شکل ۴- میزان فرسایش خاک ۱۶ پلات منتخب در بارش ۲۵/۸/۸۵

با توجه به نمودار و جداول بالا و مقایسه مقادیر شیب، ماده آلی، عامل C و دیگر خصوصیات پلات‌ها (به طور مثال پلات ۳۱ و ۳۲) می‌توان دریافت که با افزایش مقدار شیب و کاهش ماده آلی و افزایش مقدار عامل C، میزان فرسایش افزایش یافته به طوری که عامل C و شیب نقش بیشتری در این افزایش داشته‌اند.



شکل ۵- میزان فرسایش خاک ۱۶ پلات منتخب در بارش ۳۰/۱۱/۸۵



شکل ۶- میزان خاک از دست رفته ۱۶ پلات بارش ۳۰/۱۱/۸۵

در این رگبار نیز به دلیل مدت زیاد زمان بارش و شدت کم آن، میزان هدررفت خاک در هر پلات با توجه به خصوصیات مربوطه کمتر از رگبار قبل بوده است. در این نمودار هم می‌توان دریافت که هر پلاتی که دارای شیب بیشتر، مقدار ماده آلی و پوشش گیاهی کمتر و در نتیجه عامل C بیشتر بوده، میزان فرسایش و هدررفت خاک بیشتری دارد. پس در نهایت باید با کنترل و مدیریت عواملی همچون پوشش گیاهی، اقدامات محافظتی و دیگر عواملی که در دست انسان است، میزان فرسایش و تخریب و هدررفت خاک را در مناطق به حداقل رساند.

منابع

اسدی، ح. ۱۳۸۹. ارزیابی و پهنه بندی خطر فرسایش خاک با استفاده از معادله جهانی تلفات خاک اصلاح شده (RUSLE). سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در حوزه آبخیز ناورود. شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان.

ناصری، ح. ر. احمدی، س. صلوی تبار، ع. ۱۳۸۹. مدل‌سازی بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب پایاب سد شهر چای (ارومیه) به روش پویایی سیستم. فصلنامه زمین‌شناسی ایران. شماره شانزدهم.

باقری هارونی، مح. محمودپور، ط. باقری، ع. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در وقوع فروچاله در حوضه شهرستان ابرکوه با رویکرد پویایی سیستم‌ها و بررسی گزینه‌های مدیریتی. ششمین کنگره ملی مهندسی عمران. سمنان. دانشگاه سمنان.

ثمره هاشمی، م. انوری تفتی، ص. باقری، ع. ۱۳۸۸. بررسی مکانیزم‌های مؤثر بر کاهش سطح سفره آب زیرزمینی در استان همدان با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها. دهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان. دانشگاه شهید باهنر.

علیپور، ح. اقبالی، و. صباغ‌زاده، س. ۱۳۹۰. بررسی عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز میاندشت اسفراین. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار.

ملاحسینی، م. صلوی تبار، ع. ۱۳۹۱. ارزیابی اثر ایجاد ظرفیت ذخیره در کاهش خسارت سیلاب با استفاده از مدل بهینه سازی شبیه سازی مبتنی بر پویایی سیستم. نهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران. اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان.

رفاهی، ح. فرسایش آبی و کنترل آن. ۱۳۷۸. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

- Azmi, M. and Liaghat, A. and Sarmadi, F. ۲۰۱۱. Evaluation of surface irrigation system performance using System Dynamics (SD) approach. Irrig Drainage Syst. ۲۶۵-۲۷۸.
- Wei, Sh. and Yang, H. and Song, J. and Abbaspour, K. and Xu, Z. ۲۰۱۲. System dynamics simulation model for assessing socio-economic impacts of different levels of environmental flow allocation in the Weihe River Basin China. European Journal of Operational Research ۲۲۱. ۲۴۸-۲۶۲.
- Xi, X. and Poh, K. ۲۰۱۳. Using system dynamics for sustainable water resources management in Singapore. Procedia Computer Science ۱۶ (۲۰۱۳) ۱۵۷-۱۶۶.
- Yeh, S. and Wang, Ch. and Yu, H. ۲۰۰۶. Simulation of soil erosion and nutrient impact using an integrated system dynamics model in a watershed in Taiwan. Environmental Modelling & Software ۲۱. ۹۳۷-۹۴۸.



Abstract

Several models and methods for studying soil erosion and soil loss are provided, which one of them is system dynamic. In this study, the values of soil erosion and soil loss at SANGANEH research station are simulated by using system dynamic. The results of this method indicate that in a event with constant maximum intensity of 30 minutes, constant average intensity and constant time duration of rainfall, for example in a plot with 2.5% increasing of soil organic matter, 20% reduction in slope and canopy cover factor from 0.26 to 0.08, soil erosion has been reduced from 401.718 to 2.26 $gr/(m^2 \cdot hour)$.



بررسی اثرات تعداد نمونه و روش درونیابی بر صحت ارزیابی تغییرات مکانی پتاسیم در خاک

فهیمه خرمی زاده^۱ و ناصر دواتگر^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان، ۲- استادیار پژوهش گروه خاکشناسی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

انتخاب روش درونیابی و تراکم نمونه برداری مناسب به منظور ارزیابی صحیح متغیرها، از فاکتورهای مهم در مدیریت خاص مکانی است. در این مطالعه اثر تعداد نمونه و روش درونیابی بر صحت درونیابی و تخمین مقادیر پتاسیم قابل دسترس و درصد رس خاک در نقاط نمونه برداری نشده بررسی گردید. بنابراین ۹ گروه داده از مناطق شالیزاری شمال ایران انتخاب و ویژگی های مورد نظر در آن ها اندازه گیری شد. روش درونیابی کریجینگ و وزن دهی عکس فاصله با نمای یک تا چهار مورد استفاده قرار گرفت. ارزیابی دوگانه به منظور تعیین انحراف تخمین ها از مقادیر اندازه گیری شده انجام شد و میانگین خطا (ME) و ریشه میانگین مربعات خطا استاندارد شده (NRMSE) محاسبه گردید. نتایج نشان داد روند تغییرات میزان خطا محاسبه شده با تعداد نمونه ها کاهش یافته و افزایش تعداد نمونه ها از یک حدمعین، تأثیری در صحت ارزیابی نداشته و صافا سبب افزایش هزینه نمونه برداری و آنالیز خواهد گردید. کلمات کلیدی: آمار مکانی، نمونه برداری، درونیابی، پتاسیم قابل تبادل

مقدمه

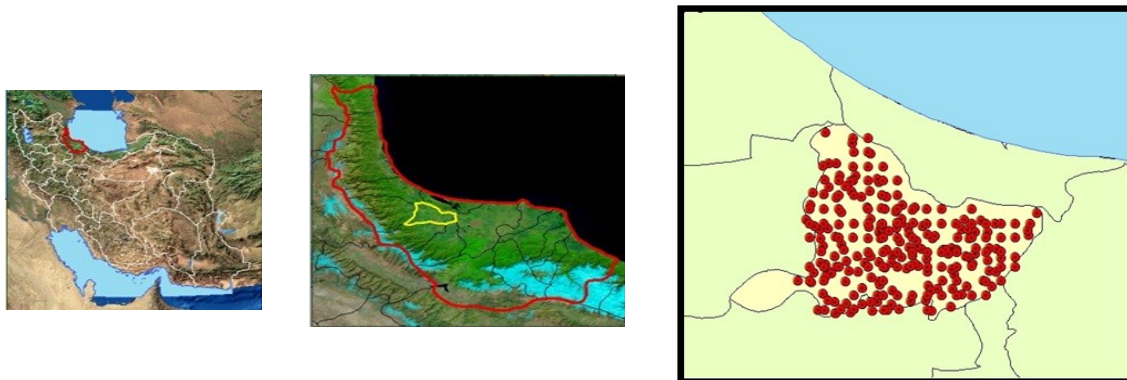
بررسی صحت روش های درونیابی در مطالعات بسیاری مورد ارزیابی قرار گرفته است. برخی از این مطالعات کریجینگ (K) و برخی دیگر روش وزن دهی عکس فاصله (IDW) را به عنوان روش برتر معرفی کرده اند. کراوچنکو و بولاک (۱۹۹۹) روش IDW و KG را رایج ترین روش های درونیابی استفاده شده در کشاورزی معرفی کرده و بهبود تخمین ها را نتیجه انتخاب روش درونیابی مطلوب با در نظر گرفتن ماهیت و خواص داده ها جهت بدست آوردن ویژگی های خاک در مناطق نمونه برداری نشده و کاربرد مناسب روش ها معرفی کردند. زایمرمن و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند علی رغم نوع لند فرم و الگوی نمونه برداری، KG تخمین بهتری نسبت به روش IDW ایجاد می کند. در مقابل تحقیقات زیادی روش IDW را به عنوان روش دقیق تری برای درونیابی معرفی کردند. وبر و انگلوند (۱۹۹۴) نقشه های حاصل از روش IDW را تایید کردند. تراکم نمونه برداری و انتخاب روش درونیابی مناسب از فاکتورهای مهم و مؤثر بر کیفیت نقشه های تغییر پذیری خاک است (سادلر و همکاران، ۱۹۹۸). این مطالعه به منظور تعیین تعداد نمونه لازم برای تعیین صحیح تغییرات مکانی متغیر پتاسیم و میزان رس خاک و همینطور تعیین بهترین روش درونیابی جهت پهنه بندی این متغیرها در اراضی شالیزاری استان گیلان انجام شد. هدف این مطالعه کاهش خطای تخمین و همینطور کاهش هزینه های نمونه برداری و آنالیز آزمایشگاهی و افزایش صحت نتایج بود.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در اراضی شالیزاری شهرستان صومعه سرا واقع در استان گیلان به مساحت تقریبی ۲۶۰ کیلومتر مربع (۲۶۰۰۰ هکتار) قرار دارد (شکل ۱). در این مطالعه نمونه برداری تنها از خاک سطحی (عمق ۰ تا ۲۰ سانتیمتر) و به تعداد ۲۵۰ نمونه در ۹ گروه (۱۰-۲۰-۴۰-۶۰-۸۰-۱۰۰-۱۵۰-۲۰۰-۲۵۰) به صورت تصادفی از میان منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. پتاسیم به روش استات آمونیوم یک نرمال و بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه گیری شد (علی احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۳). در این مطالعه داده های پرت با شناسایی مقادیر بزرگ تر / کوچک تر چهار برابر انحراف معیار از میانگین تعیین و سپس حذف شدند (بورگس و همکاران، ۲۰۰۱). آماره های میانگین، میانه، چولگی، کشیدگی، ضریب تغییرات، واریانس و انحراف معیار برای هر ویژگی محاسبه گردید. به علاوه ضریب همبستگی پیرسون (r) برای تشخیص ارتباط بین ویژگی های خاک محاسبه گردید. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم افزار SPSS ۱۷ استفاده شد.

^{۱۸} Kriging

^{۱۹} Inverse Distance Weighting



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه برداری شده خاک در منطقه مورد مطالعه

آنالیز امار مکانی و درونیابی

الگوی توزیع مکانی متغیرهای مورد مطالعه با استفاده از روش‌های آماری مورد بررسی قرار گرفت. تغییرنمای تجربی عبارت از میانگین مربع اختلاف بین دو مشاهده $Z(x)$ و $Z(x+h)$ در دو موقعیت مکانی x_i و $x_i + h$ واقع در فضای نمونه برداری است که توسط فاصله h از هم جدا شده‌اند.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_i + h))^2 \quad (1)$$

که در آن $\hat{\gamma}(h)$ مقدار نیم واریانس $N(h)$ تعداد جفت داده است. پس از محاسبه نیم تغییرنمای تجربی، انواع مدل‌های نیم تغییرنمای خطی، نمایی، کروی و اثر قطعه‌ای بر آن برازش داده شد. برازش بهترین مدل‌های نیم تغییرنما بر پایه آماره ضریب تعیین (R^2) و کمترین مجموع مربعات باقیمانده (RSS)، انجام شد. در روش IDW، فرض بر این است که نسبت همبستگی و شباهت‌ها بین نمونه‌های همسایه متناسب با فاصله بین آن‌ها است:

$$Z^*(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^N (Z(x_i) \times d_i^{-\alpha})}{\sum_{i=1}^N d_i^{-\alpha}} \quad (2)$$

که در آن $Z^*(x_0)$ مقدار تخمین زده شده متغیر Z در نقطه مورد تخمین، $Z(x_i)$ مقدار هر یک از نمونه‌های واقع در همسایگی محل تخمین، d_i فاصله نقطه مورد تخمین تا هر یک از نمونه‌های واقع در همسایگی آن، N تعداد نقاط واقع در همسایگی برای ارزیابی نقطه مورد تخمین و پارامتر نما است که وزن‌ها را بر اساس فاصله تعیین می‌کند. در این مطالعه از پارامترهای نما () در دامنه یک تا چهار استفاده گردید. برای آنالیزهای امار مکانی از نرم افزار GS+ (version 5.1) استفاده شد. برای ارزیابی صحت درونیابی روش‌های IDW و KG از راهکار اعتباریابی جک نایف^{۲۰} استفاده شد و سپس از آماره‌های میانگین خطا^{۲۱} و ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده^{۲۲} (کراوچنکو و بولاک، ۱۹۹۹) استفاده شد.

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (Z(x_i) - Z^*(x_i)) \quad (3)$$

که در آن $Z^*(x_i)$ مقدار برآورد شده و $Z(x_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر است. ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده (NRMSE)، همان ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) است که بر اساس میانگین مشاهدات نرمال شده است و هر چه مقدار آن کمتر باشد، نشان‌دهنده صحت بیشتر در برآورد متغیر است:

^{۲۰} Jackknife

^{۲۱} Mean Error (ME)

^{۲۲} Normalized Root Mean Square Error (NRMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z(x_i) - Z^*(x_i))^2} \quad (4)$$

$$NRMSE = \frac{RMSE}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z(x_i)} \quad (5)$$

نتایج: آماره‌های توصیفی:

آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. ضریب تغییرات (CV) برای متغیر پتاسیم قابل دسترس در تمام گروه‌ها و برای درصد رس به جز دو گروه اول، در تمام گروه‌ها بیشتر از ۳۵ درصد بود. ویلدینگ و درس (۱۹۸۳) متغیرهای با CV بیشتر از ۳۵ درصد را در گروه متغیرهای با تغییرات زیاد گروه‌بندی کردند. هرگاه ضریب تغییرات خصوصیتی از خاک زیاد باشد، نشان‌دهنده تنوع عوامل تاثیرگذار بر رفتار آن خصوصیت است (ترانگمار و همکاران، ۱۹۸۵). نتایج حاصل از محاسبه ضریب همبستگی خطی پیرسون (جدول ۲) نشان داد رابطه مثبت و معنی‌داری بین پتاسیم قابل دسترس و درصد رس خاک با ضریب همبستگی (r=۰/۵۵) وجود دارد.

انتخاب بهترین روش درون‌یابی و ارزیابی صحت درون‌یابی:

نتایج ارزیابی صحت درون‌یابی دو روش KG و IDW (جدول ۳) نشان داد به جز گروه اول (۱۰ نمونه خاک) به دلیل کافی نبودن تعداد داده مورد نیاز برای نشان دادن ساختار مکانی، برای سایر متغیرها در سایر گروه‌ها، مدل واریوگرام مناسب به نیم‌تغییرنما برآزش گردید. صحت برآورد روش‌های درون‌یابی KG و IDW بر پایه آماره‌های میانگین خطا و ریشه میانگین مربعات خطا نرمال شده برای هر دو پارامتر در ۹ گروه داده با یکدیگر مقایسه گردید و روشی که کمترین میزان میانگین خطا و ریشه میانگین مربعات خطا نرمال شده را داشت به عنوان روش درون‌یابی برتر انتخاب گردید. نتایج نشان داد تعداد نمونه‌های خاک از عوامل مهم برای انتخاب روش درون‌یابی است. کراوچنکو (۲۰۰۳) عنوان کرد زمانی که تعداد نمونه‌ها کافی نباشد و یا فاصله بین نمونه‌ها زیاد باشد بهترین روش، IDW است. بر اساس نتایج جدول (۳) بهترین روش درون‌یابی برای پتاسیم قابل دسترس در خاک در تمام گروه‌ها، IDW با نما یک بود و برای رس خاک نیز به جز دو گروه ۱۵۰ و ۲۰۰ تایی، بهترین مدل روش IDW شناخته شد. این نتایج با نتایج چاپلت و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت. بر اساس نظر آنها، زمانی که ضریب تغییرات در میان داده‌ها بالا باشد، روش IDW به KG ترجیح داده می‌شود و در روش IDW نما یک بهترین نتایج را خواهد داشت. این نتایج مطابق نتایج گاتوی و همکاران (۱۹۹۶) بود که بیان کردند نما یک بهترین نتایج را در میان داده‌های با تغییرات زیاد دارد.

پتاسیم قابل استفاده (میلی گرم بر کیلوگرم)									
تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	مد	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات (%)
۱۰	۲۲.۷۴	۱۶۲.۶۷	۸۰.۷۳	۸۷.۳۳	۴۳.۲۲	۱۸۶۹.۱	۰.۳۶	۰.۱۱-	۵۳.۵۴
۲۰	۲۲.۷۴	۱۶۲.۶۷	۸۷.۸۴	۸۷.۲۹	۴۰.۱۳	۱۶۱۰.۱	۰.۲۷	۰.۷۳-	۴۵.۶۸
۴۰	۲۲.۷۴	۳۱۰.۹۱	۱۰۰.۴	۹۲.۱۴	۵۱.۲	۲۶۲۱.۱	۱.۸	۶.۳	۵۰.۹۹
۶۰	۴.۰۲	۳۱۰.۹۱	۹۴.۱۳	۹۰.۲۲	۴۸.۹۷	۲۳۹۷.۶۸	۱.۴۶	۵.۴۷	۵۲.۰۲
۸۰	۴.۰۲	۳۳۱.۸۵	۹۲.۲۵	۸۲.۴۴	۵۳.۲۲	۲۸۳۱.۸۸	۲.۲۲	۷.۶۹	۵۷.۶۸
۱۰۰	۴.۰۲	۳۱۰.۹۱	۹۱.۷۲	۸۴.۶۵	۴۵.۲۸	۲۰۵۰.۳۶	۱.۵	۵.۱۴	۴۹.۳۷
۱۵۰	۴.۰۲	۳۱۰.۹۱	۱۰۱.۰۸	۹۶	۴۵.۹۶	۲۱۱۲.۳۴	۱.۰۴	۲.۷۸	۴۵.۴۷
۲۰۰	۴.۰۲	۳۱۰.۹۱	۱۰۴.۳۸	۱۰۰	۴۷.۲	۲۲۲۷.۸۷	۰.۹۷	۱.۸	۴۵.۲۲
۲۵۰	۴.۰۲	۳۱۰.۹۱	۱۰۶.۰۴	۱۰۰.۱۵	۴۵.۸۲	۲۰۸۹.۸۱	۰.۹۴	۱.۷۷	۴۳.۲۱
رس (%)									
۱۰	۴	۴۲	۲۵.۸	۳۰.۵	۱۲۱.۵۱	۱۵۶.۶۲	۰.۵۵-	۰.۹۸-	۴۸.۵۱
۲۰	۴	۴۲	۲۷.۷	۲۹	۹.۹۷	۹۹.۴۸	۰.۷۶-	۰.۲۱	۳۶.۰۱
۴۰	۴	۴۸	۳۰.۲۸	۳۲	۹.۹۵	۹۹.۰۳	۰.۴۹-	۰.۲	۳۲.۸۷
۶۰	۴	۴۸	۲۹.۶۷	۳۲	۹.۵۷	۹۴.۹۷	۰.۶-	۰.۲۶	۳۲.۸۵
۸۰	۴	۴۸	۲۹.۱۱	۳۱.۵	۹.۳۲	۸۶.۸۹	۰.۵۵-	۰.۱۷	۳۲.۰۲
۱۰۰	۴	۴۸	۲۹.۰۲	۳۰	۸.۷۸	۷۷.۰۵	۰.۵۳-	۰.۲۸	۳۰.۲۵
۱۵۰	۴	۵۴	۲۹.۷۱	۳۰.۵	۹.۳۵	۸۷.۴۳	۰.۱۸-	۰.۰۱	۳۱.۴۷
۲۰۰	۲	۵۴	۲۹.۱۱	۳۰	۹.۳۹	۸۸.۲۳	۰.۱۵-	۰.۰۴-	۳۲.۲۷
۲۵۰	۲	۵۴	۲۹.۳۸	۳۰	۹.۴۶	۸۹.۵۳	۰.۰۷-	۰.۰۲-	۳۲.۲۱

جدول ۱- آماره‌های توصیفی متغیرها در ۹ گروه نمونه‌های خاک



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های مورد مطالعه خاک

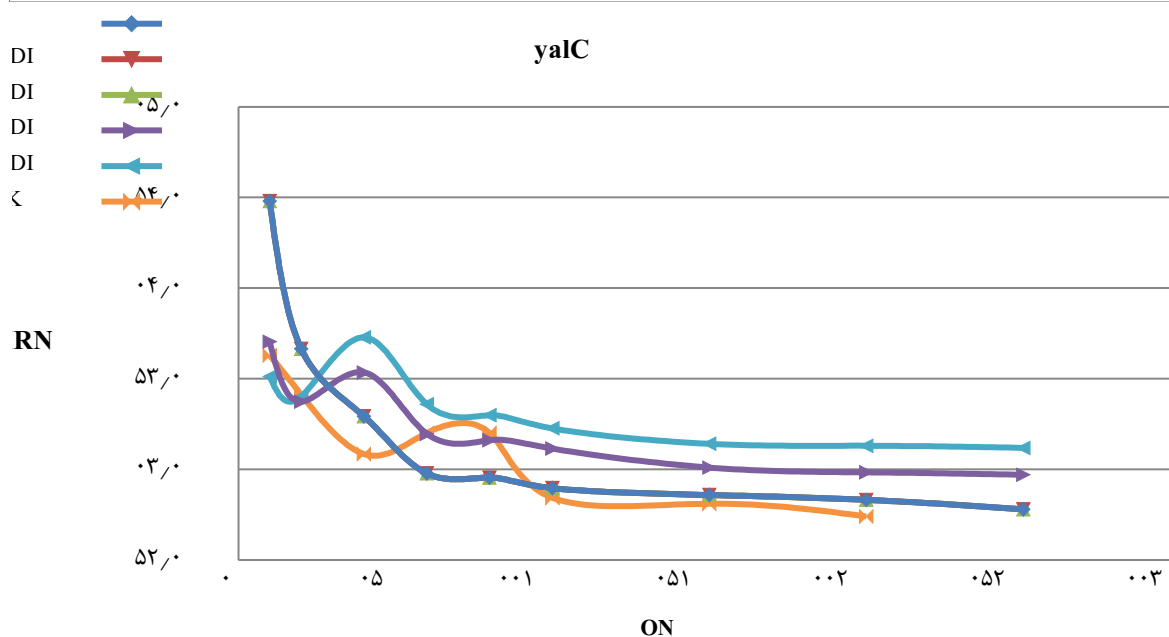
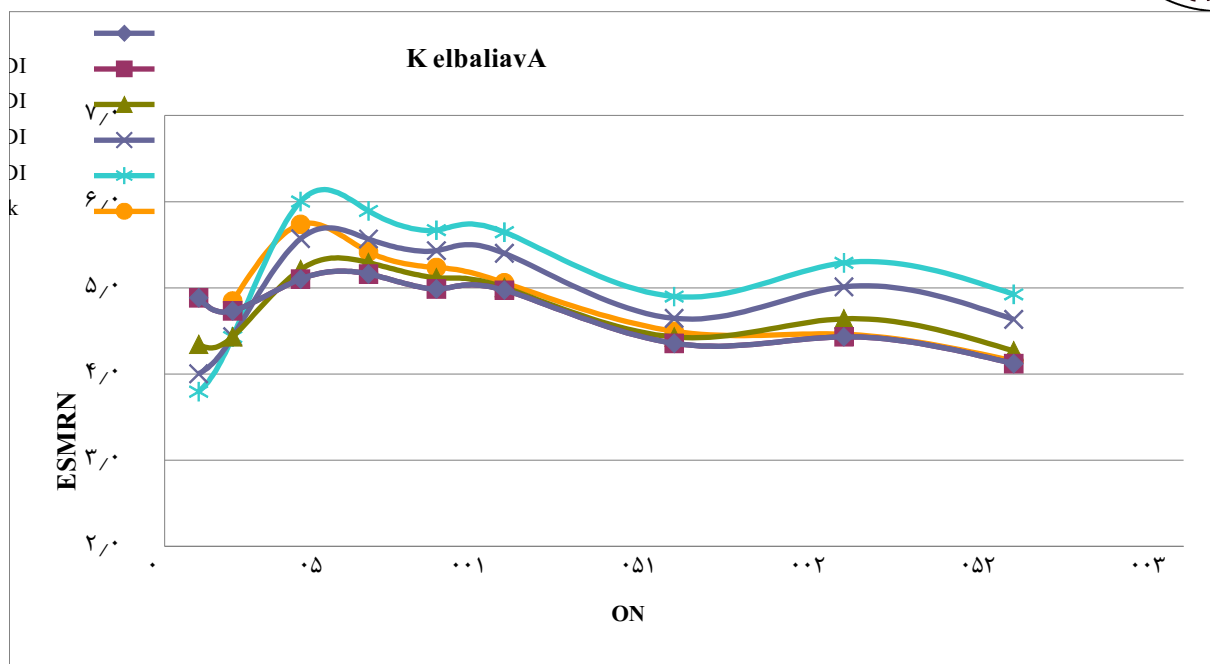
	K (mg/kg)	(%) Clay
K (mg/kg)	۱	
Clay (%)	***.۵۵	۱

به منظور نمایش تاثیر افزایش تعداد نمونه‌های خاک در کاهش مقدار خطا، رابطه میزان NRMSE محاسبه شده برای تمامی گروه داده‌ها در هر دو روش درون‌یابی KG و IDW با نما ۱ تا ۴ برای هر دو ویژگی مورد مطالعه رسم گردید. نتایج نشان داد با افزایش تعداد نمونه‌های خاک، به علت تاثیر تعداد اطلاعات نقطه‌ای در تخمین نقطه نمونه برداری نشده، دقت روش درونیابی و تخمین‌های حاصل از آن افزایش یافته و خطای تخمین کاهش یافت. با توجه به شکل (۲) گرچه تفاوت‌هایی در روند تغییرات NRMSE برای دو ویژگی پتاسیم قابل استفاده و رس خاک مشاهده گردید اما روند کلی تغییرات برای این دو ویژگی کاهش بود. نتایج روند تغییرات NRMSE نشان داد که پس از ۱۵۰ عدد نمونه روند تغییرات NRMSE تقریباً ثابت بوده، بنابراین تعداد ۱۵۰ نمونه خاک می‌تواند معیار مناسبی برای تعیین تعداد نمونه لازم برای ارزیابی صحیح متغیرها در نقاط نمونه برداری نشده باشد. به علاوه براساس شکل (۳) روند تقریباً مشابهی در دو روش KG و IDW با نما یک برای دو متغیر مورد مطالعه مشاهده گردید. بنابراین می‌توان گفت با توجه به ضریب تغییرات بالای این دو متغیر، این دو روش نتایج تقریباً یکسانی داشته و با توجه به ماهیت داده‌ها و وجود ضریب تغییرات بالا در آن‌ها، می‌توان از روش IDW با نما یک استفاده نمود.

پتاسیم قابل استفاده (میلی گرم بر کیلوگرم)								
	مدل برتر	مدل واریوگرام (KG)	C.	C.+C	100*(C./C.+C)	A.	R ²	RSS
۱۰	IDW ۴	.	.	.	.	.	.	.
۲۰	IDW ۴	نمایی	۰.۰۹	۱.۰۱	۸.۹۱	۵۱۱۰۰	۸.۹۱	۰.۴۶
۴۰	IDW ۱	کروی	۰.۱۰	۳۱.	۳۲.۲۵	۲۰۱۶۰	۳۲.۲۵	۷۸.
۶۰	IDW ۱	نمایی	۱۳۵۰	۴۸۱۰	۲۸.۰۷	۲۱۲۷۰	۲۸.۰۷	۰.۹۳
۸۰	IDW ۱	نمایی	۱۶۱۶	۳۲۳۳	۴۹.۹۸	۳۱۱۰۰	۴۹.۹۸	۰.۷۳
۱۰۰	IDW ۱	نمایی	۴.۰۹	۸.۱۸	۵۰.۰۰	۳۱۱۰۰	۵۰.۰۰	۰.۵۵
۱۵۰	IDW ۱	نمایی	۱۳۲۱	۲۶۴۳	۴۹.۹۸	۱۳۶۰۰	۴۹.۹۸	۰.۸
۲۰۰	IDW ۱	نمایی	۱۶۳۱	۳۲۶۳	۴۹.۹۸	۲۰۸۷۰	۴۹.۹۸	۰.۸۴
۲۵۰	IDW ۱	نمایی	۱۶۳۱	۳۲۶۳	۴۹.۹۸	۲۰۸۷۰	۴۹.۹۸	۰.۸۴
رس (%)								
۱۰	IDW ۴	.	.	.	.	.	.	.
۲۰	IDW ۳	نمایی	۷۹.۸	۲۰۸.۸	۲۲.۳۶	۶۱۱۰۰	۳۸.۲۲	۰.۶۴
۴۰	IDW ۱	کروی	۴۹.۸	۱۲۳.۸۸	۳۸.۲۲	۳۱۱۰۰	۴۰.۲۰	۰.۹
۶۰	IDW ۱	خطی	۷۱.۴۱	۷۱.۴۱	۴۰.۲۰	۹۰۴۲	۱۰۰.۰۰	۰.۴۳
۸۰	IDW ۱	کروی	۴۰	۶۹	۵۴.۵۲	۲۳۰۰	۵۷.۹۷	۰.۴۵
۱۰۰	IDW ۱	نمایی	۵۱.۷	۲۳۱.۲	۵۵.۱۹	۵۱۱۰۰	۲۲.۳۶	۰.۶
۱۵۰	Kriging	نمایی	۵۹.۷	۱۳۶.۴	۳۴.۶۵	۲۹۲۸۰	۴۳.۷۷	۰.۹۶
۲۰۰	Kriging	نمایی	۴۷.۶	۱۴۶.۲	۳۲.۵۲	۲۳۴۹۰	۳۲.۵۶	۰.۹۹
۲۵۰	IDW ۴	نمایی	۵۱.۷	۲۳۱.۲	۳۱.۵۲	۵۱۱۰۰	۲۲.۳۶	۰.۶

جدول ۳- پارامترهای مدل‌های برازش داده شده بر نیم تغییرنمای ویژگی‌های مورد مطالعه و برترین مدل درونیابی

؛ C_0 واریانس قطعه‌ای، $C + C_0$ سقف، A. دامنه، R^2 ضریب تبیین، RSS مجموع مربعات باقی مانده، $\frac{C_0}{C + C_0} \times 100$ نسبت اثر قطعه‌ای به سقف



شکل ۲- ارتباط بین تعداد نمونه‌ها و میزان NRMSE محاسبه شده برای تخمین‌های حاصل از روش‌های درون‌یابی

نتیجه‌گیری کلی:

در این مطالعه مشخص شد حداقل ۱۵۰ عدد نمونه خاک برای تعیین تغییرات مکانی ویژگی‌های مورد مطالعه در خاک مورد نیاز می‌باشد. این نتایج یافته‌های وبستر و الیور (۱۹۹۲) را مبنی بر لزوم حداقل ۱۵۰ نمونه برای رسم یکواریوگرام قابل اعتماد را تایید کرد. نتایج نشان داد با افزایش تعداد نمونه‌های خاک، به علت تاثیر تعداد اطلاعات نقطه‌ای در تخمین نقطه نمونه‌برداری نشده،



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

دقت روش درونیابی و تخمین‌های حاصل از آن افزایش یافته و خطای تخمین کاهش می‌یابد. به علاوه هنگامی که ضریب تغییرات ویژگی‌های مورد مطالعه زیاد باشد، روش IDW با یک نتایج بهتر و دقیق‌تری خواهد داشت.

منابع:

- علی‌احیایی، م. و بهبهانی‌زاده، ع.ا. ۱۳۷۳. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، موسسه تحقیقات خاک و آب
- Burgess T.M., and Webster R. ۱۹۸۰. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties, The semivariogram and punctual kriging. *Soil science*, ۳۱: ۳۱۵-۳۳۱.
- Chaplot V., Darboux F., Bourennane H., Leguedois S., Silvera N. and Phachomphon K. ۲۰۰۶. Accuracy of interpolation techniques for the variation of digital elevation models in relation to landform types and data density. *Geomorphology*, ۷۷: ۱۲۶-۱۴۱.
- Creutin J.D., and Obled C. ۱۹۸۲. Objective analyses and mapping techniques for rainfall fields: an objective comparison. *Water Resources Research*, ۱۸, ۴۱۳-۴۳۱.
- Gotway C.A., Ferguson R.B., Herget G.W. and Peterson T.A. ۱۹۹۶. Comparison of Kriging and Inverse-Distance methods for mapping soil parameters. *Journal of Soil Science. Soc. Am.*, ۶۰: ۱۲۳۷-۱۲۴۷.
- Kravchenko A. and Bullock D.G. ۱۹۹۹. A comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. *Journal of Agron*, ۹۱: ۳۹۳-۴۰۰.
- Kravchenko A.N. ۲۰۰۳. Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methods. *Journal of Soil Sci. Soc. Am.*, ۶۷: ۱۵۶۴-۱۵۷۱.
- Weber D.D. and Englund E.J. ۱۹۹۴. Evaluation and comparison of spatial interpolators. *Journal of Math Geology*, ۲۴: ۵۸۹-۶۰۲.
- Webster R., and Oliver M.A. ۱۹۹۲. Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science*, ۴۳ (۱), ۱۷۷-۱۹۲.
- Wilding L.P. and Drees L.R. ۱۹۸۳. Spatial variability and pedology. Pp ۸۳-۹۷, In: Wilding, L.P., Smeck N.E. and Hall G.F. (eds.), *Pedogenesis and Soil Taxonomy*. Elsevier. New York.
- Sadler E.J., Busscher W.J., Bauer P.J. and Karlen D.L. ۱۹۹۸. Spatial scale requirements for precision farming. A case study in the southeastern USA. *Journal of Agron*, ۹۰(۸): ۱۹۱-۱۹۷.
- Trangmar B.B., Yost R.S. and Uehara G. ۱۹۸۵. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. *Journal of Advances in Agronomy*, ۳۸: ۴۵-۹۴.
- Zimmerman D., Pavlik C., Ruggles A. and Armstrong M. ۱۹۹۹. An experimental comparison of ordinary and universal kriging and inverse distance weighting. *Mathematical Geology*, ۳۱: ۳۷۵-۳۹۰.

Abstract

Choosing an optimal interpolation method and suitable sampling density in order to accurate evaluation of variables are very important in site specific management. In this study, we compared the effect of the number of soil samples and the interpolation methods in determining the accuracy of interpolation methods to estimate soil available potassium and soil clay in unsampled areas. So, ۹ groups of soil samples were selected from paddy fields in the north of Iran. Kriging and IDW with powers ۱ to ۴ were used. Cross validation was used to determine the deviation of estimations from measured values. Mean error and normalized root mean square estimation error were calculated. Results showed decreasing trend between the calculated error and number of samples, so by increasing the number of soil samples from a criteria, there is no changes in the accuracy of evaluation, but the cost of sampling and analysis will be increased.



اثر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب و عملکرد سه رقم آفتابگردان در اصفهان

محسن دهقانی^۱ و بهزاد قربانی^۲

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۲- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهرکرد

چکیده

کشور ایران با داشتن آب و هوای خشک و نیمه خشک با کمبود منابع آبی مواجه است. یکی از روشهای استفاده بهینه از منابع محدود ذخایر آب در کشور کاربرد کم آبیاری در کشاورزی است. در این روش می توان یک یا چند نوبت آبیاری که ضرورت کمتری داشته و یا حداقل تنش را را به گیاه وارد می کند حذف نمود. بر این اساس این طرح تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی رودشت در ۶۵ کیلومتری شرق اصفهان و بصورت بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل حذف آبیاری در مرحله گلدهی (۱۱)، حذف آبیاری در مرحله دانه بندی (۱۲)، حذف آبیاری بصورت یک در میان از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد (۱۳)، حذف آبیاری از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد (۱۴) و آبیاری کامل به عنوان شاهد (۱۵) بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و روغن مربوط به تیمار آبیاری کامل و بدون تنش و برابر ۳۵۳۴ و ۸/۱۵۲۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. عملکرد تیمارهای ۱۱ تا ۱۴ بترتیب بصورت ۳۰۸۸، ۳۲۶۴، ۲۸۴۴، و ۲۲۳۰ کیلوگرم در هکتار و معادل ۸۷، ۹۲، ۸۰ و ۶۳ درصد آبیاری کامل بود. اگر چه درصد روغن در این آزمایش تحت تاثیر تنش و کم آبیاری قرار نگرفت، ولی عملکرد روغن تحت تاثیر تنش و کم آبیاری قرار گرفت. بدین صورت عملکرد روغن در تیمارهای ۱۱ تا ۱۴ به ترتیب برابر ۳/۱۳۲۶، ۵/۱۴۲۸، ۶/۱۲۵۶ و ۳/۱۰۰۳ کیلوگرم در هکتار و معادل ۷/۸۶، ۴/۹۳، ۲/۸۲ و ۶/۵۶ درصد عملکرد روغن در روش آبیاری کامل بدست آمد. بطور کلی می توان گفت گرچه آفتابگردان پس از استقرار، نسبت به تنش آبی از حساسیت کمی برخوردار است ولی آبیاری در مرحله گلدهی می تواند مفید بوده و تنش در این مرحله باعث خسارت قابل توجهی می گردد. واژه های کلیدی: آفتابگردان، تنش خشکی، حذف آبیاری

مقدمه

با توجه به تغییرات آب و هوایی در جهان، کشور ایران به سرعت در حال تبدیل شدن به یک منطقه گرم و خشک است و متوسط بارندگی از میزان کنونی هم کمتر خواهد شد. این تغییرات به حدی سریع است که نسل حاضر آن را خواهد دید. تبدیل ایران به منطقه گرم و خشک باعث کمبود منابع آب در کشور خواهد شد. با توجه به سهم زیاد مصرف آب در بخش کشاورزی نسبت به بخشهای دیگر و راندمان نسبتا پایین آبیاری استفاده از روشهایی مثل کم آبیاری که بتوان در آن یک یا چند نوبت آبیاری را حذف نمود و یا در هر آبیاری درصدی از آب را حذف نمود امری غیر قابل اجتناب می باشد.

گیاه آفتابگردان (*Helianthus annulus L.*) از جمله دانه های روغنی است که منبع مهم تولید روغن بوده و نقش مهمی در تغذیه دام دارد. طبق اظهارات راضی (۱۳۷۷) حدودا ۸۰ درصد آفتابگردان جهت مصارف روغن کشتی است و ارقام جدید آن ۳۹ تا ۴۹ درصد روغن دارند. روغن آفتابگردان به دلیل رنگ روشن، فقدان بو، طعم مطلوب، درجه دودی شدن بالا و کیفیت غذایی مطلوب بسیار با ارزش است. آفتابگردان دارای دامنه سازگاری اقلیمی گسترده بوده و نسبت به اکثر گیاهان زراعی یک ساله قادر به تحمل کم آبی است و در مناطق خشک و نیمه خشک دوره های تنش کمبود آب را بهتر تحمل نموده و عملکرد قابل قبولی تولید می کند. کرم و همکاران (۲۰۰۷) کارایی مصرف آب را در شرایط آبیاری کامل آفتابگردان ۷۴/۰ کیلوگرم در متر مکعب برآورد کردند و نشان دادند با کم آبیاری در اوایل گل دهی این مقدار کاهش یافته و در مراحل بعدی افزایش یافت به طوری که با کم آبیاری در اوایل تشکیل دانه به بالاترین مقدار رسید.

عرشی (۱۳۷۲) اعتقاد دارد که آفتابگردان به ساختمان خاک نسبت به بافت خاک حساسیت بیشتری دارد.

تاکنون پژوهشهای زیادی در زمینه میزان آب بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان انجام شده است. مظفری و همکاران (۱۳۷۵) با بررسی تاثیر تنش خشکی و کم آبیاری بر صفات مورفوفیزیولوژیکی و اجزاء عملکرد آفتابگردان نتیجه گرفتند که بسیاری از این خصوصیات از جمله عملکرد دانه، بیوماس و طول دوره رشد رویشی تحت تاثیر تنش و کم آبی قرار گرفته و کاهش می یابند. کرمی (۱۳۵۱) نیز با انجام آزمایشی نشان داد که آبیاری مطلوب باعث افزایش عملکرد و درصد روغن می شود.

نتایج یک تحقیق سه ساله توسط فررز و همکاران (۱۹۸۳) بر روی شرایط عادی و تنش آبی در آفتابگردان نشان داد که بین شاخص حساسیت به تنش و بیوماس اندام هوایی با عملکرد دانه همبستگی خطی معنی داری وجود ندارد ولی بین شاخص برداشت و عملکرد دانه در شرایط تنش همبستگی موجود است. آنان دلیل شاخص برداشت را کاهش قطر طبق و تعداد دانه در طبق و افزایش درصد پوکی دانه اعلام کردند. ایشان در ادامه بیان کردند که با کاهش شاخص برداشت، حساسیت به خشکی بیشتر شده بود.



نتایج یک تحقیق دیگر توسط کوکس و همکاران (۱۹۸۶) نشان داد که در اثر تنش خشکی تولید ماده خشک در آفتابگردان تا ۵۰ درصد، عملکرد تا ۵۱ درصد و مساحت طبق تا ۳۸ درصد نسبت به شرایط معمول کاهش می یابد. فری رز و همکاران (۱۹۸۳) اعلام کردند که در اثر تنش خشکی در آفتابگردان سطح برگ به سرعت کاهش یافته و سریعاً بر روی عملکرد دانه تأثیر منفی می گذارد. ضمناً سرعت پیری برگ ها نیز تشدید شده و تولید ماده خشک افت شدیدی می کند. فری رز و همکاران (۱۹۸۶) اظهار داشتند که تنش آبی باعث پیری زودرسی برگ، کاهش تعداد برگ، قطر طبق، سطح برگ و نتیجتاً عملکرد دانه می شود. همچنین اعلام کردند یک دوره بحرانی برای کمبود آب در آفتابگردان ۲۰ روز قبل تا خاتمه گرده افشانی است و اگر کمبود آب در این دوره اتفاق بیفتد، عملکرد، درصد روغن، وزن هزاردانه و درصد پروتئین تحت تأثیر قرار می گیرد.

مواد و روش ها

این طرح تحقیقاتی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی رودشت در ۶۵ کیلومتری شرق اصفهان و بصورت بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل حذف آبیاری در مرحله گلدهی (I_۱)، حذف آبیاری در مرحله دانه بندی (I_۲)، حذف آبیاری بصورت یک در میان از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد (I_۳)، حذف آبیاری از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد (I_۴) و آبیاری کامل به عنوان شاهد (I_۵) بود. قبل از انجام آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک از قطعه مورد نظر و از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری مرکب صورت گرفت. عملیات تهیه بستر شامل شخم و دیسک انجام و سپس فاروهای به فواصل ۶۰ سانتی متری در خاک ایجاد گردید. میزان عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس تجزیه نمونه خاک تعیین و با استفاده از کودهای شیمیایی قبل از کاشت به خاک اضافه گردید و با خاک مخلوط شد. عملیات کاشت در بوسيله دست و با مصرف میران ۱۲ کیلوگرم بذر در هکتار اجرا گردید. در این تحقیق از بذر آفتابگردان رقم تجارتي آذرگل استفاده گردید. در طول مرحله داشت عملیات وجین علفهای هرز توسط دست و مصرف کود ازته سرک انجام شد. جهت محافظت دانه ها از خسارت گنجشک پس از پایان مرحله گرده افشانی طبقهای دو خط میانی با روزنامه پوشانده شدند. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی در هر کرت پنج بوته انتخاب و ارتفاع بوته و قطر ساقه و طبق آنها سپس هر کرت فرعی بطور جداگانه برداشت و دانه ها بوسیله دست جدا گردید و عملکرد هر کرت اندازه گیری و برای یک بوته میانگین گیری گردید. از بذور هر کرت نمونه بذری جهت اندازه گیری وزن هزار دانه و ارسال به مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر برای تعیین درصد روغن انتخاب گردید.

نتایج و بحث

میانگین نتایج عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری در جدول شماره یک آمده است.

جدول ۱- میانگین نتایج عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	روغن (%)	عملکرد روغن (kg/ha)	آب مصرفی (m ³ /ha)	کارایی مصرف آب آبیاری (kgm ^{-۳})
شاهد	۳۵۳۴	۲۶/۴۳	۸/۱۵۲۸	۷۱۰۴	۴۹۷/۰
I _۱	۳۰۸۸	۹۵/۴۲	۳/۱۳۲۶	۶۲۰۴	۴۹۷/۰
I _۲	۳۲۶۴	۷۰/۴۳	۵/۱۴۲۸	۶۲۵۴	۵۲۰/۰
I _۳	۲۸۴۴	۲۱/۴۴	۶/۱۲۵۶	۴۵۵۴	۶۲۰/۰
I _۴	۲۳۳۰	۹۹/۴۴	۳/۱۰۰۳	۲۸۵۴	۷۸۰/۰

نتایج جدول شماره یک نشان می دهد که بیشترین عملکرد دانه و روغن مربوط به تیمار آبیاری بصورت کامل و بدون تنش و برابر ۳۵۳۴ و ۸/۱۵۲۸ کیلوگرم در هکتار می باشد که با نتایج دیگر محققان تطابق دارد. کمترین مقدار عملکرد دانه و روغن مربوط به تیمار حذف آبیاری از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد و معادل ۲۳۳۰ و ۳/۱۰۰۳ کیلوگرم در هکتار می باشد. درصد عملکرد دانه آفتابگردان در تیمارهای I_۱ تا I_۴ نسبت به تیمار شاهد و آبیاری کامل به ترتیب برابر ۸۷، ۹۲، ۸۰ و ۶۳ درصد می باشد که این درصد برای عملکرد روغن برابر ۷/۸۶، ۴/۹۳، ۲/۸۲ و ۶/۶۵ درصد می باشد. همانطوری که نتایج نشان می دهد حذف یک نوبت آبیاری در مرحله پر شدن دانه نسبت به حذف یک نوبت آبیاری در مرحله گلدهی کاهش عملکرد کمتری را به دنبال دارد و اهمیت آبیاری در دوره گلدهی را بیشتر نمایان می سازد. حذف آبیاری بر روی درصد روغن تأثیر نداشت ولی از طریق عملکرد روغن تأثیر خود را نشان داد. اگر چه کارایی مصرف آب آبیاری در تیمار I_۴ بیشترین مقدار را نشان داد ولی به علت عملکرد دانه و روغن کم بدست آمده نمی توان این تیمار را به عنوان بهترین معرفی نمود. میانگین ارتفاع بوته، قطر طبق، قطر ساقه و وزن صد دانه در جدول شماره ۲ آمده است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- میانگین ارتفاع بوته، قطر طبق، قطر ساقه و وزن صد دانه

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	قطر طبق (cm)	قطر ساقه (mm)	وزن صد دانه (gr)
شاهد	۴۳/۱۴۱	۳۸/۱۸	۴۶/۲۱	۴۳/۷
I _۱	۱/۱۳۰	۶۰/۱۶	۵۳/۲۰	۲۸/۶
I _۲	۳/۱۳۴	۸۰/۱۶	۱/۲۱	۶۲/۶
I _۳	۶/۱۱۷	۴۸/۱۵	۱۸/۱۸	۶۶/۵
I _۴	۵/۱۱۲	۸۵/۱۳	۰/۱۷	۱۴/۵

نتایج نشان داد که حذف آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان به جز بر ارتفاع بوته بر بقیه صفات تاثیر معنی داری نداشته است. بیشترین کاهش قطر ساقه، قطر طبق و ارتفاع بوته مربوط به حذف آبیاری از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد بود و کمترین مقدار کاهش مربوط به حذف مرحله دانه بندی بدست آمد. بیشترین کارایی مصرف آب آبیاری مربوط به تیمار حذف آبیاری از مرحله گلدهی تا آخر دوره رشد و برابر ۸۷/۰ کیلوگرم بر متر مکعب و کمترین مقدار مربوط به تیمار آبیاری کامل و حذف آبیاری در مرحله گلدهی و برابر ۴۹/۰ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. حذف آبیاری به صورت متناوب از مرحله گلدهی تا آخر فصل رشد نسبت به تیمار آبیاری کامل در شرایط مناطق خشک می تواند روشی موثر برای استفاده بهینه و کارآمد از واحد آب مصرفی باشد و یا سطح کشت بیشتری را تحت پوشش قرار می دهد. به طوریکه در این روش نسبت به آبیاری کامل ۶۴ درصد آب مصرف شد و حدود ۳۶ درصد آب صرفه جویی می شود.

منابع

راضی، ه و آساد، م. ۱۳۷۷. ارزیابی تغییرات صفات مهم زراعی و معیارهای سنجش تحمل به خشکی در ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دوم، شماره ۱. صفحه های ۴۳ تا ۳۱.
 عرشی، ی. ۱۳۷۳. علوم و تکنولوژی آفتابگردان، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور زراعت و اداره کل پنبه و دانه های روغنی ایران، ۶۵ صفحه.
 کرمی، ع و سیونیت، ن. ۱۳۵۱. اثر رژیمهای آبیاری و تراکم بوته در عملکرد و پوکی دانه آفتابگردان. نشریه تحقیقاتی شماره ۱، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۱۰ صفحه.
 مظفری، ک، عرشی، ی. و زینالی خواه، ح. ۱۳۷۵. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰۰ صفحه.

Cox WJ, and Joliff GP, ۱۹۸۶. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. *Agronomy Journal* ۷۸: ۲۲۶-۲۳۰

Fereres E, Gimenez C, Berenjena J, Fernandez J and Dominguez J, ۱۹۸۳. Genetic variability of sunflower cultivars in response to drought. *Helia* ۶: ۱۷-۲۱

Ferere E, and Fernandez JM, ۱۹۸۶. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. ۱-Yield relationships. *Australian Journal of Agriculture Research* ۳۷: ۵۷۳-۵۸۲

Karam F, Lahoud R, Masaad R, Kabalan R, Breidi J, Chalita C. and Roupael Y, ۲۰۰۷. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management* ۹۰: ۲۱۳-۲۲۳

Abstract

Iran has dry climate is facing a shortage of water resources. One way to optimize the use of limited resources in the use of irrigation water resources in agriculture. This method can be watered once or several times or at least less necessary tension to remove plant imports. Based on this research project at the Agricultural Research Station at ۶۵ km East of Rudasht and a randomized complete block design with three replications was conducted. Treatments include removing irrigation at flowering stage (I_۱), the removal of irrigation in seed formation stage (I_۲), the removal of water in a flowering stage until the end of the growing season (I_۳), the removal of water from flowering



stage until the end of the growing season (I۴) Full irrigation controls (I۵), respectively. The results showed that the highest seed and oil yield of irrigation and without stress and ۱۵۲۸.۸ to ۳۵۳۴ kg per hectare respectively. The I۱ to I۴ respectively in ۳۰۸۸, ۳۲۶۴, ۲۸۴۴, and ۲۲۳۰ kg per hectare, equivalent to ۸۷, ۹۲, ۸۰ and ۶۳ percent water was perfect. Although the oil content in the test were not affected by the drought and low water, but oil yield was affected by drought and irrigation. Thus oil yield I۱ to I۴ respectively ۱۳۲۶.۳, ۱۴۲۸.۵, ۱۲۵۶.۶ and ۱۰۰۳.۳ kg per hectare, equivalent to ۸۶.۷, ۹۳.۴, ۸۲.۲ and ۵۶.۶ percent oil yield All were in irrigation. In general it can be said, however, after the sunflower, little sensitive to water stress, but can be useful for irrigation at flowering stage and the stress caused considerable damage is at this stage.



بررسی تأثیر انواع زیرشکن با فواصل مختلف بر روی کاهش فشردگی خاک در عملیات بازرویی مزارع نیشکر

عبدالغفور احمدپور داشلی برون^۱ و کامران مقامیان^۱
۱_ کارشناس ارشد خاکشناسی و زراعت در کشت و صنعت امام خمینی خوزستان

چکیده

فشردگی خاک ایجاد شده توسط ماشین آلات سنگین کشاورزی مخصوصاً در هنگام برداشت نیشکر یکی از عوامل محدود کننده‌ی رشد ریشه نیشکر می‌باشد. یکی از معمول‌ترین روش‌های ارزیابی فشردگی خاک اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک می‌باشد. در این تحقیق با اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک قبل و بعد از عملیات بازرویی تأثیر گذاری این عملیات بر روی کاهش فشردگی خاک بررسی شد. نتایج نشان دهنده‌ی کاهش فشردگی خاک در تمام تیمارها حتی در تیمار شاهد بود. در تیمارهای بدون عملیات بازرویی (T₀)، فاصله زیرشکن ۲۰ سانتیمتر و بالهدار (T₁)، فاصله زیرشکن ۲۰ سانتیمتر (T₂)، عملیات بازرویی در دو نوبت با فاصله زیرشکن ۲۰ و ۵۰ سانتیمتر (T₃)، فاصله زیرشکن ۵۰ سانتیمتر (T₄) و فاصله زیرشکن ۳۵ سانتیمتر (T₅) به ترتیب ۳/۴، ۶/۶، ۴/۶، ۱/۸، ۹/۵ و ۶/۶ درصد کاهش وزن مخصوص ظاهری مشاهده گردید که تمام تیمارها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند.

کلمات کلیدی: بازرویی، فشردگی خاک، نیشکر، وزن مخصوص ظاهری خاک

مقدمه

گیاه غول پیکر نیشکر با سیستم فتوسنتزی C₄ با توجه به فصل رشد گرم همراه با تبخیر و تعرق بالا احتیاج به یک سیستم ریشه ای توسعه یافته جهت پاسخگویی به نیاز آبی و مواد غذایی مورد نیاز جهت رشد دارد. تعداد زیادی از محققین از جمله ماسل (۲۰۰۲) و فراگریا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که اختلال و تاخیر در رشد گیاه اغلب به کاهش حجم ریشه مربوط می‌شود. برداشت مکانیزه نیشکر و ورود ماشین آلات سنگین به داخل مزرعه باعث ایجاد فشردگی در خاک مزارع نیشکر می‌گردد. عوامل دیگری نیز طی دوره رشد نیشکر از جمله آبیاری، تردد ماشین آلات داشت و غیره در ایجاد فشردگی خاک مزارع نیشکر موثر می‌باشند.

بازرویی یعنی گیاه نیشکر و برخی محصولات خاص، پس از بریده شدن در زمان برداشت، بدون آن‌که مجدداً کشت گردند می‌توانند گیاهی تازه را به وجود بیاورند. عملیات بازرویی عبارت است از زیرشکنی و دیسک زنی داخل جوی‌هایی که محل تردد ماشین آلات برداشت نیشکر بوده اند و باعث فشردگی خاک شده اند.

لرزاده و همکاران (۱۳۸۱) در کشت و صنعت امام خمینی (ره) به نتیجه رسیدند که چنانچه فشردگی خاک از حدی بیشتر شود بر روی عملکرد ساقه، ارتفاع، تعداد پنجه در واحد سطح و وزن خشک گیاه نیشکر اثر منفی و کاهش‌دهنده دارد.

فشردگی ایجاد شده به اشکال مختلف می‌تواند رشد گیاه نیشکر را در راتون‌های بعدی دچار اختلال نماید و محققین زیادی به این مسئله اشاره کرده اند از جمله لیجیما و همکاران (۱۹۹۱) و یامایوچی (۱۹۹۳) اعلام کردند که جذب آب و مواد غذایی معدنی اصولاً بوسیله حجم قلمرو و تراکم ریشه و میزان ازدیاد و رشد طولی ریشه تعیین می‌گردد. این عوامل که ارتباط تنگاتنگی با روابط آب و فتوسنتز گیاه دارند، تحت تأثیر فشردگی خاک می‌باشند. جانسون و همکاران (۱۹۸۶) یافتند که فشردگی خاک نتایجی از قبیل ۱- محدودیت در رشد ریشه ۲- تهویه ضعیف در منطقه ریشه ۳- زهکشی ضعیف که منجر به کاهش تهویه و اکسیژن در ناحیه ریشه و تلفات زیاد ازت از طریق دنیتریفیکاسیون می‌گردد.

یکی از معمولی‌ترین روش‌های ارزیابی تراکم خاک، اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک می‌باشد. همچنین اثرات تخریبی تردد ماشین آلات بر تراکم خاک را با بکاربردن زیرشکن‌ها برای سست کردن لایه‌های سخت و متراکم بوجود آمده می‌توان کاهش داد (برزگر ۱۳۸۰).

با توجه به مطالب فوق، کاستن فشردگی خاک مزارع نیشکر ضروری است و این کاراز طریق عملیات بازرویی (زیرشکنی در محل جویهای آبیاری) پس از برداشت انجام می‌گردد. در انجام این عملیات از دنباله‌بندی به نام چهارشکن استفاده می‌گردد که همزمان دو فارو را زیرشکنی می‌کند و در هر فارو دو شنک قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه هدف اصلی این عملیات کاهش فشردگی خاک از طریق از بین بردن قسمت‌های فشرده شده در خاک می‌باشد، اطلاعاتی از محل این فشردگی‌ها در خاک لازم است و اینکه چگونه بایستی آنها را از بین برد.

با توجه به مطالب فوق اهداف این تحقیق عبارتند از:



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۱. عملیات بازرویی تأثیری بر روی کاهش فشردگی خاک دارد؟
۲. فاصله مناسب بین دو شنک موجود در هر فارو جهت رسیدن به بهترین کارایی چقدر است؟

مواد و روشها

این تحقیق در مزرعه SC ۱۵-۲۳ مزرعه ای راتون سه با رقم CP۴۸-۱۰۳ از مزارع اداره سوم کشاورزی واقع در کشت و صنعت امام خمینی (ره) انجام شد. در این مزرعه سه مرتبه عملیات برداشت در شرایط نسبتاً مناسب رطوبتی صورت گرفته است. خاک کرت‌های آماری تا عمق ۶۰ سانتی متری جهت اندازه گیریهای مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه برداری شد. تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به شرح ذیل اجرا گردید:

- T₀ = بدون عملیات بازرویی
- T₁ = فاصله تیغه زیر شکن ۲۰ سانتیمتر و باله دار
- T₂ = فاصله تیغه زیر شکن ۲۰ سانتیمتر و بدون باله
- T₃ = نوبت اول فاصله تیغه زیر شکن ۲۰ سانتیمتر، نوبت دوم فاصله تیغه زیر شکن ۵۰ سانتیمتر
- T₄ = فاصله تیغه زیر شکن ۵۰ سانتیمتر
- T₅ = فاصله تیغه زیر شکن ۳۵ سانتیمتر

جهت بررسی وضعیت فشردگی اولیه خاک مزرعه ابتدا قبل از اجرای تیمارها نمونه برداری از اعماق و فواصل مختلف از بوته نیشکر در کف فارو (یک نقطه کنار پشته، نقطه بعدی ۲۰ سانتیمتری فارو و نقطه سوم ۴۰ سانتیمتری فارو یعنی تقریباً وسط فارو) جهت اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک به روش پارافین انجام شد. سپس اجرای عملیات بازرویی بر اساس تیمارهای ذکر شده صورت پذیرفت. بعد از انجام عملیات بازرویی و بعد از حدود ۴ نوبت آبیاری و زمانی که رشد ساقه و ریشه نیشکر رو به افزایش می باشد و ریشه جهت رشد نیاز به خاک مناسب دارد یک بار دیگر از نقاط مذکور اقدام به نمونه برداری جهت اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری شد تا تأثیر انجام انواع روش عملیات بازرویی بر روی کاهش فشردگی مشخص تر شود. نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز واریانس گردید.

نتایج و بحث

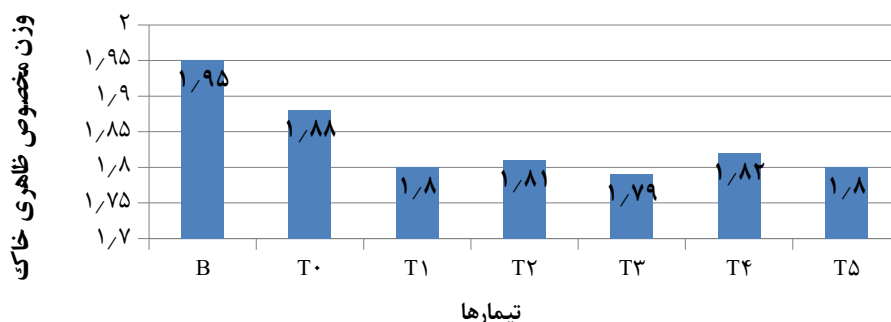
قبل از اجرای طرح از کرت‌های مختلف نمونه برداری خاک جهت اندازه گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

تیمار	در صد رس	درصد ماسه	درصد سیلت	Ec(ds/m)	Ph	درصد آهک معادل	%O.M	درصد رطوبت
T ₀	۴۵	۷	۴۸	۱/۲	۰۶/۸	۱/۴۰	۸/۰	۱/۱۶
T ₁	۴۵	۶	۴۷	۲/۲	۹۹/۷	۵/۴۱	۸/۰	۲/۱۷
T ₂	۴۴	۷	۴۷	۵/۲	۸۰/۷	۳/۴۰	۷/۰	۸/۱۶
T ₃	۴۵	۶	۴۹	۹/۲	۷۶/۷	۸/۳۹	۹/۰	۴/۱۶
T ₄	۴۴	۶	۵۰	۱/۲	۰۳/۸	۸/۴۱	۸/۰	۱/۱۷
T ₅	۴۵	۷	۴۸	۶/۲	۸۵/۷	۳/۴۲	۹/۰	۸/۱۶

همان طور که از نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک‌های تیمارهای مختلف مشاهده می شود این خاک‌ها دارای خصوصیات نزدیک به هم و شرایط یکسانی می باشند و خاک محل آزمایش یکنواخت می باشد. در نتیجه خصوصیات خاک نمی تواند بر روی نتایج به دست آمده تأثیر متفاوت داشته باشد.

وزن مخصوص ظاهری در تمام تیمارها قبل از اجرای طرح تقریباً نزدیک به هم بوده و دامنه تغییرات آن بین ۹۱/۱ تا ۹۸/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب قرار داشت. وزن مخصوص ظاهری خاک بعد از انجام طرح نیز دارای دامنه تغییرات ۷۹/۱ تا ۸۸/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب بود که بیشترین عدد مربوط به تیمار T₀ (شاهد یا بدون انجام عملیات راتونینگ) و کمترین عدد مربوط به تیمار T₃ (فاصله تیغه ۲۰ و ۵۰ سانتیمتر توأم) مربوط می باشد. در شکل ۱ نمودار مقایسه میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک قبل از عملیات راتونینگ در مقایسه با تیمارهای مختلف بعد از انجام عملیات راتونینگ نشان داده شده است.



شکل ۱- نمودار میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای مختلف

همان‌طور که از این شکل مشخص می‌باشد تیمارهای T₄، T₃، T₂، T₁ و T₅ در سطح ۱ درصد با وزن مخصوص ظاهری قبل از انجام راتونینگ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند اما تیمار T₀ با وزن مخصوص ظاهری قبل از انجام راتونینگ در یک گروه قرار می‌گیرند. این موضوع در واقع نشان دهنده تأثیر مثبت عملیات راتونینگ در کاهش وزن مخصوص ظاهری و فشردگی خاک می‌باشد. این مقایسه برای نشان دادن اهمیت عملیات راتونینگ در کاهش فشردگی خاک بوجود آمده در اثر عملیات برداشت بود. با توجه به اهمیت میزان کاهش فشردگی خاک در اثر عملیات راتونینگ و بهتر نشان دادن تأثیر این عملیات بر روی کاهش فشردگی خاک، مقدار درصد کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را در تیمارهای مختلف نسبت به وزن مخصوص ظاهری خاک قبل از انجام عملیات راتونینگ محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده و در شکل ۲ نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در تمام تیمارها، حتی تیمار بدون عملیات راتونینگ (شاهد) اتفاق افتاده است.

جدول ۲- میانگین درصد کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای مختلف و در نقاط مختلف فارو

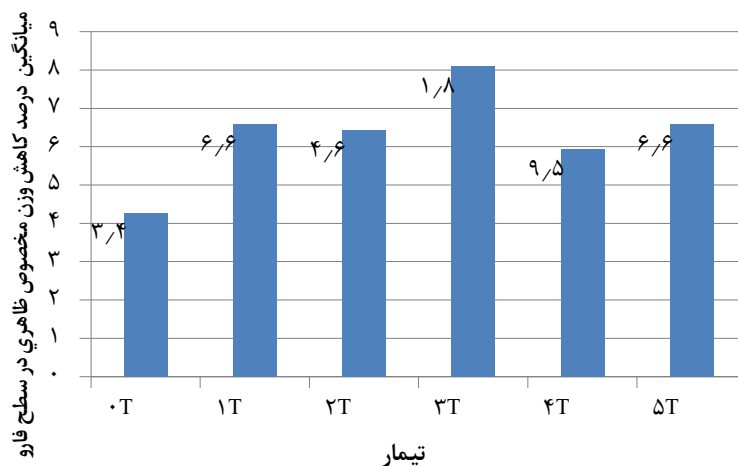
T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁	T ₀	Treatment
d	b	e	c4/6	d6/6	a	bd
6/6	6/5	1/8			3/4	

توضیح: اعداد مذکور در سطح ۰/۱/۰ معنی دار می‌باشند.

شکل ۲- نمودار میانگین درصد کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای مختلف در سطح فارو



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



کاهش درصد فشردگی خاک در تیمار شاهد (T₀) یا بدون عملیات بازرویی احتمالاً به دلیل رشد علف‌های هرز و وجود ریشه‌های این گیاهان در لایه‌های بالای خاک بوده است. ضمن این که پراتوانگ و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی در تایلد به نتیجه‌ی مشابهی دست یافتند. در تحقیق آنها نتیجه شد که آبیاری سنگین و زیاد اثر کاهشی کمی بر روی فشردگی خاک دارد.

از میان سایر تیمارها بیشترین اثر کاهش فشردگی خاک را تیمار T₃ یا تیمار انجام عملیات بازرویی در نوبت با فاصله تیغه زیرشکن ۲۰ و ۵۰ سانتی‌متر به میزان ۱/۸ درصد داشته است. در این تیمار چون تمام سطح فارو با دو بار انجام عملیات بازرویی تحت تأثیر قرار گرفته و مؤثرتر واقع شده است. به نظر می‌رسد چنانچه این تیغه‌ها با این فواصل بر روی یک دستگاه اعمال شود نتیجه و تأثیر بهتری داشته باشد. تیمار T₄ یا انجام عملیات بازرویی با فاصله تیغه‌های زیرشکن ۵۰ سانتی‌متر کمترین اثر را بر روی کاهش درصد فشردگی خاک داشته است. در این تیمار تیغه‌ها فقط کناره‌ی پشت‌ها را تحت تأثیر قرار داده‌اند ولی قسمت وسط فارو که بیشترین مقدار فشردگی را در اثر حرکت ماشین آلات سنگین برداشت دارند تحت تأثیر عملیات بازرویی قرار نگرفته است. به همین دلیل کمترین تأثیر را در کاهش فشردگی خاک داشته است.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری و پیشنهادات ذیل را مورد توجه قرار داد:
عملیات بازرویی در کاهش فشردگی خاک مؤثر بوده است.

- ۱- فاصله بین تیغه‌های زیرشکن در کارایی عملیات بازرویی جهت کاهش فشردگی خاک مهم می‌باشد.
- ۲- باله دار کردن تیغه‌های زیرشکن در این عملیات برای کاهش فشردگی خاک مفید واقع شده است.
- ۳- چنانچه از تیغه‌های زیرشکن ترکیبی و توأم همانند تیمار T₃ بر روی یک دستگاه استفاده شود کارایی این عملیات به مراتب بیشتر می‌شود.
- ۴- البته نباید تأثیر میزان رطوبت خاک را در کارایی عملیات بازرویی نادیده گرفت. چنانچه خنیفر و همکاران (۱۳۸۹) در هفت تپه در تحقیقی به نتیجه رسیدند که انجام عملیات بازرویی در شرایط رطوبتی نامناسب تأثیر منفی بر عملکرد دارد.

منابع

- برزگر، ع. ۱۳۸۰. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- خنیفر، ح. قاسمی‌پور، ع. رحمتی، م. ۱۳۸۹. بررسی شخم زیرشکن و کولتیواتور در مزارع راتونینگ نیشکر. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون.
- CP48- لرزاده، ش. نادبان، ح. ۱۳۸۱. اثرات سطوح مختلف تراکم خاک بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان قند نیشکر واریته در استان خوزستان. مجله علوم زراعی ۴(۱): ۳۶-۴۷ ۱۰۳.
- Fageria NK, Balingar VC, Clark RB, ۲۰۰۶. Physiology crop production. The Haworth Press Inc., New York, London, Oxford, pp.۲۳-۶۰.
- Johnson BS, Erickson AE, Smucker AJM, ۱۹۸۶. Alleviation of compaction on a fine textured soil. ASAE Paper No 86-1517. St. Joseph, MI: ASAE.



- Lijima M, Kono Y, Yamauchi A, Padales Jr JR, ۱۹۹۱. Effects of soil compaction on the development of rice and maize root system. *Environ. Exp. Bot.* ۳۰: ۳۳۳-۳۴۲.
- Masle J, ۲۰۰۲. High soil strength mechanical force at play on root morphogenesis in root shoot signaling. In: Waisel, Y, Eshel, A, Kafkafi, U. Eds., *Plant Roots the hidden Half*. Marshel Dekker Inc, New York, Basel. pp. ۸۰۷-۸۱۹.
- Prathuang U, Tanya N, ۲۰۱۰. Effects of Machine-Induced soil compaction on growth and yield of sugarcane. Yamauchi, A, ۱۹۹۳. Significance of root system structure in relation to stress tolerance in cereal crop. In: *Low-input sustainable crop production system in Asia*. Korean Soc. Crop Sci., Korea, pp. ۳۴۷-۳۶۰.

Abstract

Soil compaction caused by heavy machinery in agriculture, particularly at harvest sugar cane is one of the limiting factors plasticizers root skins. One of the methods to evaluate soil compaction measuring the soil bulk density. Therefore by measuring soil bulk density before and after the ratoon operation impact on the reduction of soil compaction was investigated. Results showed that reduced soil compaction in all treatments, even in the control. No operations treatments (T۰), subsoiler distance of ۲۰ cm and fins (T۱), the subsoiler ۲۰ cm (T۲), operations in subsoiler twice with an interval of ۲۰ and ۵۰ cm (T۳), subsoiler distance of ۵۰ cm (T۴) and the sub-breaking ۳۵ cm (T۵), respectively, ۳.۴, ۶.۶, ۴.۶, ۱.۸, ۹.۵ and ۶.۶% lower bulk density was observed that all treatments differed spectively.



تأثیر طول کرت بر رواناب سطحی در زمین شیب‌دار در منطقه نیمه خشک

مژگان نوقان^۱ و علیرضا واعظی^۲
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

کرت‌های آزمایشی به‌عنوان محدوده‌های قابل‌مدیریت، از مهم‌ترین ابزارهای کسب اطلاعات در رابطه با تولید رواناب در زمین‌های شیب‌دار به‌شمار می‌آیند. در این مطالعه اثر طول کرت بر تولید رواناب در زمینی تحت شرایط آیش با شیب ۱۰ درصد تحت رخدادهای باران طبیعی بررسی شد. برای این منظور تعداد ۲۲ کرت با طول‌های ۱ تا ۱/۲۲ متر احداث شد. پس از هر رخداد، رواناب تولیدشده در هر کرت برای مدت یک سال (۱۳۹۲-۱۳۹۳) اندازه‌گیری شد. از بین رخدادهای باران طی دوره مطالعاتی، ۳۲ رخداد آن منجر به رواناب در کرت‌ها شدند. مقدار کل رواناب و نیز رواناب در واحد سطح هر دو تحت تأثیر طول کرت قرار گرفتند. با افزایش طول کرت مقدار کل رواناب افزایش یافت. در کرت‌های بزرگتر از ۸ متر افزایش رواناب تدریجی بود. همچنین، رواناب در واحد سطح تا طول هشت متر افزایش، و بعد از آن کاهش یافت.

کلمات کلیدی: باران طبیعی، رواناب کل، رواناب در واحد سطح، شرایط آیش

مقدمه

مطالعات فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز زمان‌بر و هزینه‌بر است بنابراین استفاده از کرت‌های فرسایشی یکی از روش‌هایی است که به‌طور گسترده برای این منظور استفاده می‌شود (Boix-Fayos et al., ۲۰۰۶). تفاوت در اندازه‌ی کرت‌ها عامل بسیار مؤثری در تولید رواناب می‌باشد و افزایش طول کرت باعث افزایش سرعت رواناب و به‌دنبال آن افزایش جداسازی ذرات و انتقال آن‌ها به پایین شیب می‌شود (آقاسی و بنهور، ۱۹۹۱). محققان در تحقیقات مختلف از کرت‌هایی با ابعاد متنوع استفاده کرده‌اند. باگارلو و فررو (۲۰۱۰) به بررسی رواناب حاصل از ۴۰ رخداد باران در کرت‌هایی با طول‌های مختلف در ایتالیا پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش طول کرت، رواناب کاهش یافت که این اثر عمدتاً به‌دلیل ناهمگونی مکانی ویژگی‌های سطح خاک می‌باشد. موریو و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی وابستگی ابعاد کرت‌های صحرایی با رواناب و فرسایش خاک، در شرق اسپانیا پرداختند. بدین منظور آن‌ها ۲۰ کرت با طول‌های مختلف در پنج دامنه‌ی شیب‌دار احداث کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش مقیاس کرت‌ها برای تمام دامنه‌ها، رواناب در واحد سطح کاهش یافت. توماس و وستنا (۲۰۱۲) به بررسی اثر اندازه‌ی کرت بر رواناب و رسوب در برزیل پرداختند. آن‌ها پنج کرت به طول ۱۰ متر و عرض ۱ متر و پنج کرت به طول و عرض ۱ متر احداث کردند. نشان دادند که تولید رواناب در کرت‌هایی با طول یک متر در مقایسه با کرت‌های ۱۰ متر حدود ۳۱ درصد بیش‌تر بود. اسدزاده و همکاران (۱۳۹۰) به ارزیابی اثر ابعاد کرت بر رواناب تحت باران طبیعی پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش ابعاد کرت‌ها، میزان رواناب در واحد سطح به صورت توانی کاهش یافت. به‌طور کلی بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که مقدار تولید رواناب به شدت به طول کرت بستگی دارد. از سوی دیگر انتخاب طول کرت مناسب به هدف تحقیق بستگی دارد. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی نقش طول کرت در تولید رواناب به اجرا درآمد.

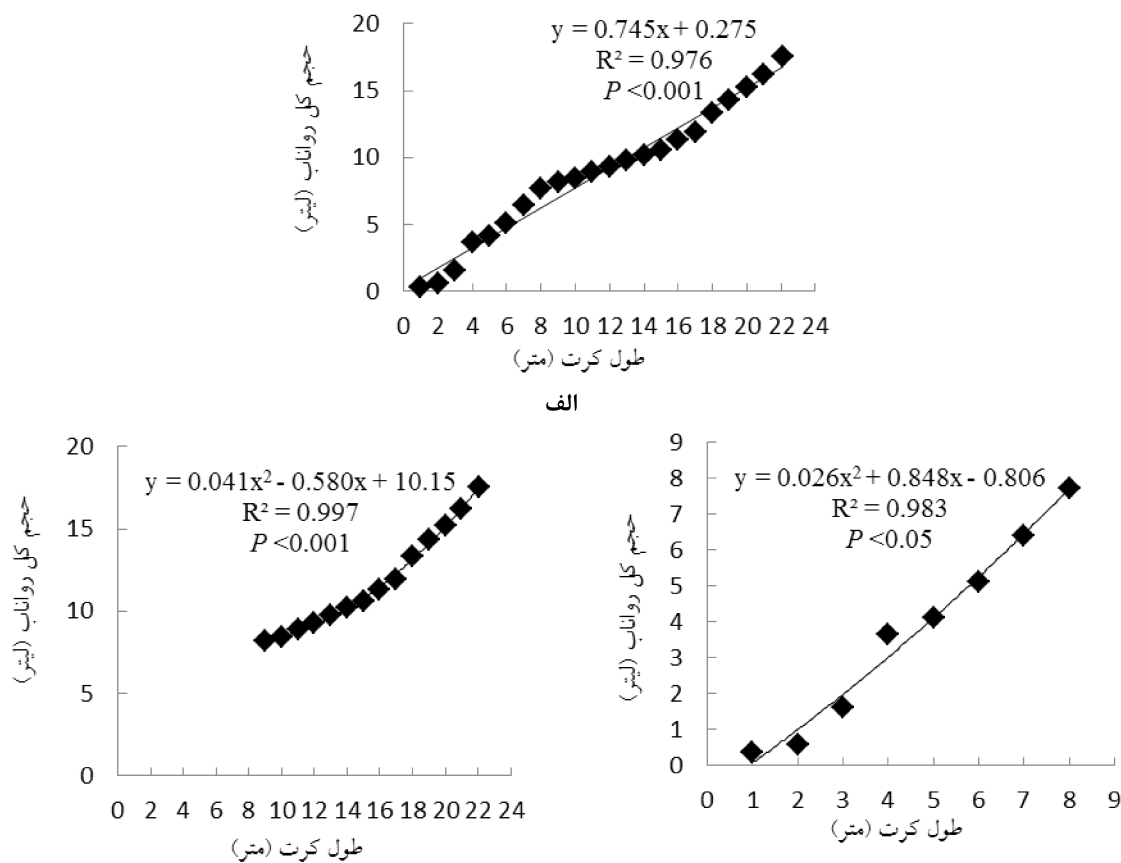
مواد و روش‌ها

این تحقیق در دامنه‌ای با شیب ۱۰ درصد با خاک لومی-شنی و آهکی (حدود ۶/۱۴ درصد کربنات کلسیم) و دارای نفوذپذیری نسبتاً بالا (۱/۱۰ سانتی‌متر بر ساعت) در زنجان، واقع بین ۳۵°۲۵'۴۵" تا ۳۷°۱۵'۲۴" عرض شمالی و ۴۷°۱۱'۱۲" تا ۳۱°۵۲'۴۹" طول شرقی انجام گرفت. این منطقه دارای حداقل دمای حدود ۳۰- و حداکثر دمای آن ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط بارندگی در دوره آماری ۳۳ ساله (۱۳۸۵-۱۳۵۲) حدود ۳۰۹ میلی‌متر است و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این منطقه براساس روش دومارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک است. میانگین ارتفاع منطقه حدود ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. به منظور پیاده‌سازی کرت‌ها، پس از تسطیح و آماده‌سازی زمین تعداد ۲۲ کرت آزمایشی با عرض ثابت و طول‌های یک تا ۱/۲۲ متر احداث شد. طی دوره‌ی تحقیق، کرت‌ها به صورت آیش بود و مدیریت آن‌ها مشابه مدیریت کرت استاندارد بود (Wischmeier and Smith, ۱۹۷۸). برای جلوگیری از خروج رواناب از داخل کرت‌ها، ضلع طولی کرت‌ها با استفاده از پشته‌ی خاکی به ارتفاع ۵ سانتی‌متر محصور شد. برای محصور کردن عرض بالا و پائین کرت‌ها از ورق‌های آهن گالوانیزه به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد که ۵ سانتی‌متر آن داخل زمین فرو برده شد و ۱۵ سانتی‌متر آن به‌عنوان دیواره‌ی محصورکننده‌ی کرت‌ها در نظر گرفته شد. در انتهای هر کرت، لوله‌هایی از جنس پلیکا و همچنین مخزن جمع‌آوری رواناب و رسوب جای‌گذاری شد.

پس از هر رخداد باران طبیعی، حجم مخلوط رواناب و رسوب داخل مخازن در انتهای کرت‌ها اندازه‌گیری شد. پس از هم زدن مخلوط کامل رواناب و رسوب، نمونه‌ای همگن به آزمایشگاه منتقل و حجم رواناب و جرم رسوب در آن اندازه‌گیری شدند. در آزمایشگاه حجم رواناب تعیین و با تقسیم آن بر مساحت کرت، مقدار رواناب در واحد سطح برای هر کرت به دست آمد. داده‌های رواناب و رسوب پیش از تجزیه و تحلیل، از نظر توزیع نرمال بررسی شدند. رابطه‌ی بین طول کرت و رواناب با استفاده از توابع مختلف نسخه ۲۰ استفاده SPSS انتخاب شد. برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار R^2 مورد بررسی قرار گرفت و توابع با بیش‌ترین نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد ۱ شد. همچنین جهت رسم

نتایج و بحث

در طول دوره مطالعه (فروردین ۱۳۹۲ تا خرداد ۱۳۹۳)، تعداد ۳۲ رخداد منجر به تولید رواناب و هدررفت خاک در کرت‌ها شدند. باران‌های منطقه طی دوره‌ی مطالعاتی باران‌های ملایم و با شدت کم بودند. بین حجم رواناب و طول کرت، رابطه‌ای معنی‌دار ($R=0.98$) وجود داشت (شکل ۱). با افزایش طول کرت، مقدار کل رواناب افزایش یافت. این نتیجه مؤید آن است که از یک سو کرت طولانی نسبت به یک کرت کوتاه باران بیش‌تری دریافت می‌کند، از سوی دیگر رواناب‌های بالا در طول مسیر حرکت به رواناب‌های پایین پیوسته و حجم کل رواناب افزایش می‌یابد (Cammeraat, ۲۰۰۲). از این رو کرت‌های بزرگ‌تر طبیعتاً توان تولید رواناب بیش‌تری دارند. در پژوهشی اسدزاده و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که کرت‌های کوچک‌تر رواناب کم‌تری تولید کرده و میزان نفوذ و ذخیره‌ی آب در آن‌ها بالاست. با افزایش حجم و سرعت رواناب، فرصت برای نفوذ آب در خاک کم می‌شود؛ بنابراین با افزایش طول کرت، میزان نفوذ کاهش یافته و در پی آن میزان رواناب افزایش می‌یابد. میزان وابستگی مقدار رواناب به طول کرت در کرت‌های با طول مختلف یکسان نبود به طوری که وابستگی مقدار رواناب به طول کرت تا طول ۸ متر بسیار بیش‌تر بود و در کرت‌های با طول بیش از ۸ متر، رواناب وابستگی کم‌تری به طول کرت داشت (شکل ۱).

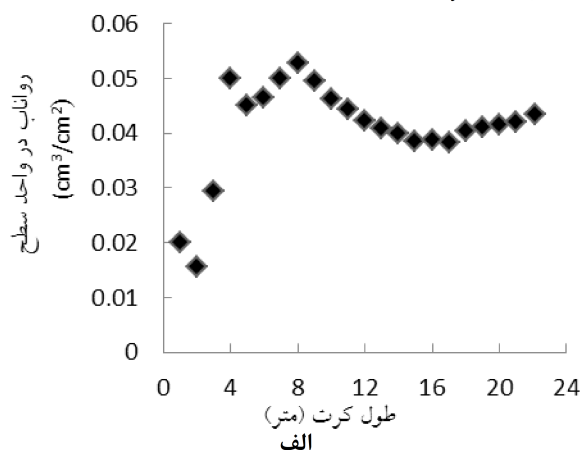


شکل ۱- رابطه‌ی بین طول کرت و حجم کل رواناب در کل کرت‌ها (الف)، در کرت ۱ تا ۸ متری (ب)، و کرت ۹ تا ۱/۲۲ متری (ج)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همچنین تغییرات رواناب در واحد سطح نسبت به طول کرت مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). نتایج نشان داد که به طور کلی با افزایش طول کرت، رواناب در واحد سطح تا طول هشت متر افزایش و پس از آن تا کرت ۱/۲۲ متری کاهش یافت. در واقع در کرت‌هایی با طول بیش‌تر از هشت متر، رواناب در واحد سطح کم‌تر تحت تأثیر طول کرت قرار گرفت چرا که رواناب‌های منطقه ضعیف بود و رواناب‌های ضعیف در مسیر حرکت جذب خاک شدند و به همین دلیل رواناب در واحد سطح در کرت‌های بزرگ پایین بود که با نتایج جوئل و همکاران (۲۰۰۲) و مورینو و همکاران (۲۰۱۰) تطابق داشت. این موضوع برخلاف تصویری است که با افزایش طول کرت‌ها، میزان رواناب در واحد سطح به دلیل تشدید توان تولید رواناب در پایین دست کرت‌های با طول بالا افزایش می‌یابد (کمرات، ۲۰۰۲). در واقع جریان آب در شیب‌های طولانی فرصت بیش‌تری برای نفوذ به خاک دارد، بنابراین مقدار رواناب کم‌تری در کرت‌های بزرگ قابل انتظار است (Boix Fayos et al., ۲۰۰۶).



شکل ۲- رابطه‌ی بین طول کرت و رواناب در واحد سطح در کل کرت‌ها

منابع

- اسدزاده، ف.، گرجی، م.، واعظی، ع.، سکوتی، ر. و شرفا، م. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر ابعاد کرت‌های صحرایی بر میزان رواناب حاصله از رخدادهای بارندگی. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک. ۱۰ اسفند، کرمان.
- Aghassi M. and Ben Hur M. ۱۹۹۱. Effect of Slope Length, Aspect and Phosphogypsum on Runoff and Erosion from Steep Slopes. Australian Journal Soil Research, ۲۹: ۱۹۷-۲۰۷.
- Asadzadeh F., Gorji M., Vaezi A., Sokouti R. and Shorafa M. ۲۰۱۲. Scale Effect on Runoff from Filed Plots under Natural Rainfall. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmenta Science, ۱۲ (۹): ۱۱۴۸-۱۱۵۲.
- Bagarello V. and Ferro V. ۲۰۱۰. Analysis of soil loss data from plots of different length for the Sparacia experimental area, Sicily, Italy. Biosystems Engineering, ۱۰۵: ۴۱۱-۴۲۲.
- Boix-Fayos C., Martinez-Mena M., Arnau-Rosalen E., Calvo-Cases A., Castillo V. and Albaladejo J. ۲۰۰۶. Measuring soil erosion by field plots: understanding the sources of variation. Earth-Science Reviews, ۷۸(۳): ۲۶۷-۲۸۵.
- Cammeraat L. H. ۲۰۰۲. A review of two strongly contrasting geomorphological systems within the context of scale. Earth Surface Processes and Landforms, ۲۷(۱۱): ۱۲۰۱-۱۲۲۲.
- Joel A., Messing I., Seguel O. and Casanova M. ۲۰۰۲. Measurement of surface water runoff from plots of two different sizes. Hydrological Processes. ۱۶: ۱۴۶۷-۱۴۷۸.
- Moreno M., Heras L., Nicolau J., Martin L. M. and Wilcox B. P. ۲۰۱۰. Plot scale effects on runoff and erosion along a slope degradation gradient. Water Resources Research, ۴۶: ۱-۱۲.
- Thomaz E.L. and Vestena L.R. ۲۰۱۲. Measurement of runoff and soil loss from two differently sized plots in a subtropical environment (Brazil). Earth Surface Processes and Landforms, ۳۷: ۳۶۳-۳۷۳.
- planning, Agric. Handbk., ۵۳۷, U.S. Dep. of Agricultural Science and Educational Administration, Wischmeier W. H. and Smith D. D. ۱۹۷۸. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation Washington, D. C.



Abstract

Experimental plots are the managed areas which act as one of the most important tools to increase information on the runoff in slope lands. In this study, the effect of plot length on surface runoff was investigated in a fallow land with 10% slope steepness under natural rainfall events in Zanjan. Toward this, twenty two plots with 1 m to 22 m lengths and the same width were established and runoff was measured after each rainfall event for a one-year period (2013-2014). Out of different natural rainfall events, thirty two rainfall events resulted runoff at the plots. Total runoff and runoff per area were affected by the plot length. With an increase in the plot length, total runoff was significantly increased in the plots. The plots with > 8m in length showed a gradual increasing trend in runoff production. Runoff per area was strongly increased to 8-m plot and after this, it was slowly decreased.

تأثیر اندازه و عمق جایگذاری بقایای گیاهی بر معدنی شدن کربن آلی

وحیده صفی^۱، احمد گلچین^۲، سعید شفيعی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

پیش‌بینی سرعت تجزیه و معدنی شدن کربن آلی بقایای گیاهی به‌لحاظ مدیریت مواد غذایی خاک، تولید گاز دی‌اکسیدکربن و از نظر زیست محیطی حائز اهمیت فراوان است. به‌منظور بررسی تأثیر اندازه و عمق جایگذاری بقایای گیاهی بر دینامیک کربن آلی، آزمایشی به‌صورت اسپلیت- اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در مزرعه روی بقایای نخودفرنگی در سه تکرار و به روش کیف کلش اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل عمق جایگذاری بقایا در چهار سطح (۵، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر)، اندازه بقایا در سه سطح (۲/۰ تا ۵/۰، ۱ تا ۲ تا ۵ و ۱۰ سانتی‌متر) و مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) بودند که به‌ترتیب در کرت‌های فرعی-فرعی، فرعی و اصلی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار هدر رفت کربن آلی در عمق ۳۰ سانتی‌متری و بازه زمانی اول برای بقایای گیاهی با اندازه ۲/۰ تا ۵/۰ سانتی‌متر (ریز) و کمترین مقدار هدر رفت کربن در عمق ۵ سانتی‌متری و بازه زمانی چهارم برای بقایای گیاهی با اندازه ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر (بزرگ) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش جایگذاری شدت تلف گردید. از نتایج چنین استنباط می‌شود زمانی که کمبود رطوبت خاک عامل محدود کننده برای تجزیه بقایای گیاهی می‌باشد افزایش عمق جایگذاری بقایا از طریق تامین رطوبت لازم برای تجزیه باعث افزایش سرعت معدنی شدن کربن آلی می‌شود.

کلمات کلیدی: اندازه بقایای گیاهی، عمق جایگذاری بقایای گیاهی، دینامیک کربن آلی، نخودفرنگی

مقدمه

ماده آلی خاک، شامل بیوماس و متابولیت‌های میکروبی، بقایای گیاهی و جانوری، نیمه تجزیه شده و کاملاً پوسیده است. که نقش اساسی در تامین مواد معدنی و انرژی مورد نیاز گیاهان و موجودات خاک دارد و با کلاته کردن عناصر غذایی، آن‌ها را به شکل قابل جذب گیاه در خاک نگه می‌دارد، ماده آلی خاکدانه‌سازی و توسعه ریشه را افزایش داده و نفوذپذیری خاک و راندمان آب مصرفی را افزایش می‌دهد و ماده آلی خصوصیات فیزیکی خاک را بهبود بخشیده و عملیات کشاورزی را تسهیل می‌کند (Allison, ۱۹۷۳). به‌همین دلیل ماده آلی در چند دهه اخیر در اکوسیستم‌های کشاورزی مورد توجه زیاد قرار گرفته است (Puget and Drinkwater, ۲۰۰۱). دینامیک کربن و سرعت تجزیه و نیتروژن آلی به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، ویژگی بقایای گیاهی مانند اندازه و کیفیت آن‌ها (مقدار نیتروژن و نسبت C/N) و همچنین به عوامل محیطی مانند دما، رطوبت، تابش خورشید، بارندگی و اکسیژن قابل دسترس برای مصرف جامعه میکروبی بستگی دارد (Zibilske and Bradford, ۲۰۰۷). جامعه میکروبی خاک برای تجزیه بقایای گیاهی نیاز به اکسیژن و مواد غذایی دارند و میزان اکسیژن در عمق‌های مختلف خاک متفاوت است (Kisselle et al., ۲۰۰۱). به‌همین دلیل جایگذاری بقایا در اعماق مختلف خاک می‌تواند بر دینامیک آن‌ها موثر باشد، با تغییر اندازه‌ی بقایای گیاهی سطح تماس آن‌ها با خاک تغییر کرده که این امر نیز می‌تواند بر سرعت تجزیه آن‌ها تأثیرگذار باشد. بنابراین با تغییر اندازه بقایای گیاهی و تنظیم عمق جایگذاری آن‌ها می‌توان دینامیک و سرعت تجزیه بقایای گیاهی را کنترل نمود. مطالعات نشان می‌دهد که بقایای گیاهی که با خاک مخلوط می‌شوند نسبت به بقایایی که در سطح خاک قرار می‌گیرند سریع‌تر تجزیه می‌شوند (Guntinas et al., ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات نشان دادند تجزیه بقایای گیاهی خرد شده نسبت به بقایای درشت و دست نخورده سریع‌تر بوده (Angers and Recous, ۱۹۹۷). با این حال جایگذاری خیلی عمیق بقایا نیز با محدود کردن تهویه از سرعت تجزیه آن‌ها می‌کاهد و بقایای گیاهی خیلی ریز با مواد معدنی پوشیده شده، و از تجزیه میکروبی در امان می‌ماند. به‌همین دلیل تأثیر عمق جایگذاری بقایا و اندازه آن‌ها بر سرعت معدنی شدن کربن آلی کاملاً مشخص نیست و لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود (Li et al., ۲۰۱۳). لذا این تحقیق به منظور بررسی تأثیر عمق جایگذاری و اندازه بقایا بر دینامیک کربن آلی در شرایط آب و هوای سرد و خشک صورت گرفت.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرداد ماه ۱۳۹۳ به مدت چهار ماه در محوطه دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در عرض شمالی ۴۱/۳۶ درجه، طول شرقی ۲۹/۴۸ درجه و ارتفاع ۱۶۶۳ متر از سطح دریا در شرایط آب و هوایی سرد و خشک به صورت یک آزمایش اسپلیت- اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در مزرعه روی بقایای گیاهی نخودفرنگی در سه تکرار و به روش کیف کلش اجرا گردید. مدت زمان خوابانیدن بقایا در چهار سطح (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) در کرت اصلی، عمق جایگذاری بقایا در چهار سطح (۵، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر) در کرت فرعی و اندازه بقایا در سه سطح (۲/۰ تا ۵/۰، ۱ تا ۲ و ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر به ترتیب ریز، متوسط و بزرگ) در کرت فرعی - فرعی قرار داده شدند.

نمونه‌برداری و تجزیه خاک:

برای انجام این تحقیق از عمق صفر تا ۴۵ سانتی‌متری محل آزمایش یک نمونه مرکب تهیه و به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. بافت خاک به روش هیدرومتر، pH در عصاره گل اشباع به کمک دستگاه pH متر، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع به کمک دستگاه هدایت‌سنج، نیتروژن کل، به روش کج‌دال (Hesse, ۱۹۷۱)، و میزان کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Samers, ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محل آزمایش

واکنش خاک	هدایت الکتریکی	کربن آلی	نیتروژن کل	بافت خاک	رس	سیلت	شن
	dS/m	درصد	درصد				
۹۰/۷	۷۶/۰	۱۲/۱	۱۱/۰	لوم رسی	۴۶	۳۰	۲۴

نمونه‌برداری و تجزیه بقایای گیاهی:

بقایای گیاه نخودفرنگی (شامل ساقه و برگ) بعد از انتقال به آزمایشگاه در اندازه‌های مختلف خرد و در آون با دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. مقداری از این بقایا برای تعیین ویژگی‌های شیمیایی انتخاب و آسیاب شد. کربن آلی در این نمونه به روش اکسیداسیون تر و نیتروژن کل به روش کج‌دال اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه بقایای نخودفرنگی در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی بقایای گیاه نخودفرنگی

کربن آلی	نیتروژن کل	C/N
درصد		
۵۴/۳۹	۴/۱	۲۴/۲۸

تهیه کیف‌های کلش:

ابتدا یک توری پلاستیکی با قطر منافذ ۵/۰ میلی‌متر انتخاب سپس کیف‌هایی با ابعاد ۱۵×۲۰ سانتی‌متر از آن تهیه گردید. پس از قرار دادن وزن مشخصی (۲۰ گرم) از بقایا با اندازه مختلف در کیف‌ها، آن کیف‌ها در اعماق مختلف خاک طبق طرح آزمایشی مورد استفاده در آزمایش دفن شدند. نمونه‌ها بعد از دفن شدن در خاک به کمک سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری شدند.

زمان نمونه‌برداری و نحوه آماده‌سازی بقایای گیاهی:

از بقایای گیاهی دفن شده در خاک در فواصل زمانی مختلف (۱، ۲، ۳ و ۴ ماه) نمونه‌برداری انجام و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند بقایای گیاهی داخل کیف‌های کلش پس از خشک شدن در آون در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد جهت تجزیه‌های بعدی آسیاب شدند (Austin and Vivanco, ۲۰۰۶). در بقایای گیاهی کربن آلی به روش خاکستر کردن در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت (Murungu et al., ۲۰۱۰) و هدر رفت کربن از کسر کربن باقیمانده در هر بازه زمانی از کربن باقیمانده در بازه زمانی قبل محاسبه گردید. داده‌های حاصل از آزمایش به کمک نرم افزار SAS تجزیه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تأثیر عمق جایگذاری بقایای گیاهی بر هدر رفت کربن آلی



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

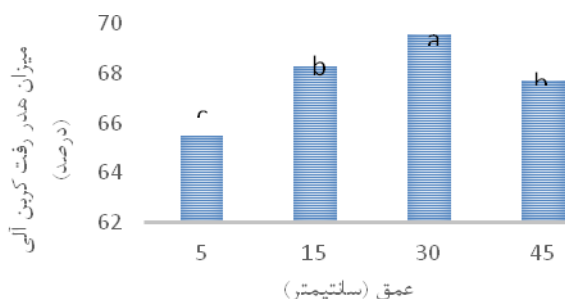
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عمق جایگذاری بقایا تاثیر معنی داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدر رفت کربن آلی داشت (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر زمان خواباندن و عمق جایگذاری و اندازه بقایا بر دینامیک کربن آلی بقایای نخودفرنگی میانگین مربعات

درجه آزادی		منابع تغییر
هدررفت کربن	کربن باقی مانده	
درصد		
۹۱۴۰۶۲/۱۴۴۳**	۹۱۴۰۶۲/۱۴۴۳**	۳ مدت زمان خواباندن
۷۳۱۹۳۸/۱۳	۷۳۱۹۳۸/۱۳	۸ اشتباه اصلی
۰۷۳۷۳۱/۹۳**	۰۷۳۷۳۱/۹۳**	۳ عمق جایگذاری بقایا
۱۹۶۶۶۳/۱۳*	۱۹۶۶۶۳/۱۳*	۹ عمق جایگذاری × مدت زمان خواباندن
۹۵۴۸۲۶/۶	۹۵۴۸۲۶/۶	۲۴ اشتباه فرعی
۹۹۶۳۷۰/۲۷**	۹۹۶۳۷۰/۲۷**	۲ اندازه بقایا
ns۵۰۶۰۴۳/۱۲	ns۵۰۶۰۴۳/۱۲	۶ اندازه بقایا × مدت زمان خواباندن
ns۵۸۹۲۸۱/۴	ns۵۸۹۲۸۱/۴	۶ عمق جایگذاری × اندازه بقایا
ns۳۱۰۳۰۲/۷	ns۳۱۰۳۰۲/۷	۱۸ عمق جایگذاری × اندازه بقایا × زمان خواباندن
۰۷۵۸۹۲/۶	۰۷۵۸۹۲/۶	۶۴ اشتباه فرعی - فرعی
۶۵/۷	۶۳/۳	ضریب تغییرات (CV)

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال یک، پنج درصد و ns غیر معنی دار می باشد

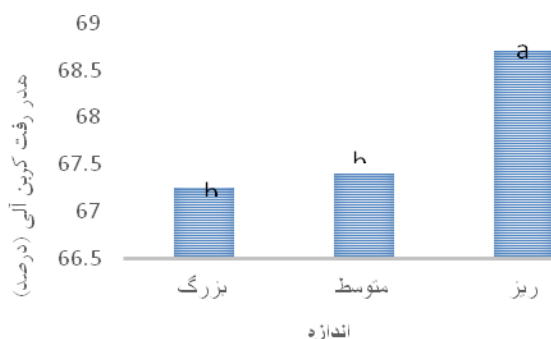
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار هدر رفت کربن آلی به میزان ۵۸/۶۹ درصد در عمق ۳۰ سانتی متری و کمترین مقدار هدر رفت کربن آلی به میزان ۵۱/۶۵ درصد در عمق ۵ سانتی متری خاک اندازه گیری شد (شکل ۱) که علت آن را می توان وجود شرایط مطلوب برای تجزیه بقایای گیاهی (رطوبت، دما و تهویه) در این عمق دانست. تابش مستقیم آفتاب منجر به کاهش میزان رطوبت خاک، در لایه‌های سطحی خاک (عمق ۵ و ۱۵ سانتی متری) می شود و این لایه‌های سطحی نسبت به لایه‌های زیرین (عمق ۳۰ و ۴۵ سانتی متری) دارای رطوبت کمتری هستند که می تواند دلیل احتمالی سرعت کمتر تجزیه بقایا در لایه‌های سطحی نسبت به لایه‌های زیرین خاک باشد. علت هدر رفت کمتر کربن آلی در عمق ۴۵ سانتی متری نسبت به عمق ۳۰ سانتی متری احتمالاً "کمبود تهویه است. نتایج تحقیقی که در رابطه با اثر عمق بر معدنی شدن کربن و نیتروژن آلی در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای انجام شد نشان داد که جایگذاری عمیق بقایا (عمق ۲۰ و ۴۰ سانتی متری) نسبت به جایگذاری سطحی بقایا (عمق ۵ سانتی متری) برای تجزیه و معدنی شدن کربن آلی به دلیل تامین رطوبت، بهتر بود (Rovira and Vallejo, ۱۹۹۷). که با یافته‌های ما مطابقت داشت. در مقابل بعضی از محققان اختلاف معنی داری بین بقایای گیاهی که با خاک مخلوط شده بود و همان بقایای که در سطح خاک قرار داشت از لحاظ معدنی شدن کربن آلی مشاهده نکردند (Abiven and Recous, ۲۰۰۷). بعضی از محققان دیگر نیز بر خلاف نتایج ما گزارش کردند که معدنی شدن کربن در دو نوع بقایای گیاهی (سویا و ذرت) که در سطح خاک قرار داشتند نسبت به همان نوع بقایای که با خاک مخلوط شده بودند به خاطر دسترسی جامعه میکروبی به اکسیژن بیشتر، سریع تر بود (Li et al., ۲۰۱۳).



شکل ۱- اثر عمق جایگذاری بقایا بر میزان هدر رفت کربن آلی بقایای نخودفرنگی

تأثیر اندازه‌ی بقایای گیاهی بر میزان هدر رفت کربن آلی

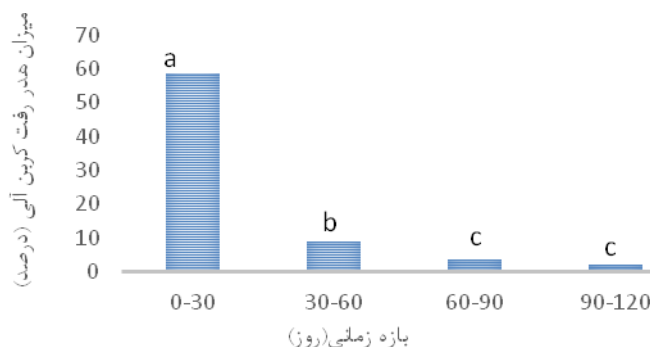
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اندازه‌های بقایای گیاهی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان هدر رفت کربن آلی داشت (جدول ۳). مقدار هدر رفت کربن برای اندازه‌های ریز، متوسط و بزرگ بقایا به ترتیب ۷۰/۶۸، ۴۰/۶۷ و ۲۵/۶۷ درصد بود (شکل ۲). محققین قبلی نیز بیان کردند که با کاهش اندازه بقایا، تماس خاک با بقایا زیاد شده و تعداد ذرات بقایا در واحد حجم خاک افزایش می‌یابد که این امر منجر به توزیع مکان‌های تجزیه در خاک و دسترسی بیشتر جامعه میکروبی به بقایا می‌شود که در نهایت تجزیه بیشتر بقایای گیاهی را به همراه دارد (Tarafdar et al., ۲۰۰۱). محققان همچنین نشان دادند که در کوتاه مدت سرعت تجزیه در ذرات کوچکتر (۰/۲۰ سانتی‌متری) نسبت به ذرات بزرگتر (۵ سانتی‌متری) بیشتر بود. اما در دراز مدت (۳۰۱ روز) هیچ تفاوتی در بین سرعت تجزیه بقایای با اندازه مختلف مشاهده نکردند (Iqbal et al., ۲۰۱۴).



شکل ۲- تأثیر اندازه ذرات بقایا بر هدر رفت کربن آلی بقایای نخودفرنگی

تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدر رفت کربن آلی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بازه‌های زمانی خوابانیدن بقایا تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر هدر رفت کربن داشت. بیشترین مقدار هدر رفت کربن در بازه زمانی اول (صفر تا ۳۰ روز)، به میزان ۷۷/۵۸ درصد و کمترین مقدار هدر رفت کربن در بازه زمانی چهارم (۹۰ تا ۱۲۰ روز) به میزان ۹۱/۱ درصد بدست آمد (شکل ۳). فرایند زمانی تجزیه مواد آلی، بر میزان دسترسی گیاهان به عناصر غذایی موجود در خاک تأثیر گذار است (Berg and McLaugherty, ۲۰۰۸). تجزیه بقایای گیاهی شامل سه مرحله است که در مرحله اول مواد محلول در آب، سلولز و همی سلولزهای پوشیده نشده با لیگنین تجزیه می‌شوند و در این مرحله وزن بقایای گیاهی حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. در مرحله دوم تخریب لیگنین، سرعت تجزیه بقایا را کنترل می‌کند و در نهایت در مرحله تولید شبه هوموس (مرحله سوم) سطح لیگنین تقریباً ثابت می‌ماند. در مرحله سوم سرعت تجزیه بقایا نزدیک به صفر است و کاهش وزن تجمعی بقایا به حد نهایی خود می‌رسد (Fog, ۱۹۸۸).



شکل ۳- تأثیر بازه‌های زمانی خوابانیدن بر هدر رفت کربن آلی



نتیجه گیری کلی

جایگذاری بقایای گیاهی در عمق مناسب (۳۰ سانتی متری) از طریق تامین رطوبت و اکسیژن مورد نیاز جامعه میکروبی خاک سرعت تجزیه را افزایش داد. سرعت تجزیه در اعماق بیشتر بدلیل محدودیت تهویه و در اعماق کمتر بدلیل محدودیت رطوبت کاهش یافت. بیشترین مقدار هدر رفت کربن در یک ماهه اول خوابانیدن اتفاق افتاد و با ریزتر شدن اندازه بقایا سرعت تجزیه افزایش یافت.

منابع

- Allison F. E. ۱۹۷۳. Soil organic matter and its role in crop production. Development in Soil Science ۳, Elsevier Science Publishing Company. New York
- Abiven S. and Recous S. ۲۰۰۷. Mineralisation of crop residues on the soil surface or incorporated in the soil under controlled conditions. *Biology and Fertility of Soils*, ۴۳(۶): ۸۴۹-۸۵۲.
- Fog K. ۱۹۸۸. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter. *Biological Reviews*, ۶۳(۳): ۴۳۳-۴۶۲.
- Giacomini S., Recous S., Mary B. and Aita C. ۲۰۰۷. Simulating the effects of N availability, straw particle size and location in soil on C and N mineralization. *Plant and Soil*, ۳۰۱(۱-۲): ۲۸۹-۳۰۱.
- Guntinas M., Leiros M., Trasar C. and Gil F. ۲۰۱۲. Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: a laboratory study. *European Journal of Soil Biology*, ۴۸: ۷۳-۸۰.
- Hesse P.R. ۱۹۷۱. A text book of soil chemical analysis. John Murray, London.
- Iqbal A., Garnier P., Lashermes G. and Recous S. ۲۰۱۴. A new equation to simulate the contact between soil and maize residues of different sizes during their decomposition. *Biology and Fertility of Soils*, ۵۰(۴): ۶۴۵-۶۵۵.
- Kisselle K., Garrett C.F., Hendrix P., Crossley Jr. D., Coleman D. and Potter R. ۲۰۰۱. Budgets for root-derived C and litter-derived C: comparison between conventional tillage and no tillage soils. *Soil Biology and Biochemistry*, ۳۳(۷): ۱۰۶۷-۱۰۷۵.
- Li L.J., Han X.Z., You M.Y., Yuan Y.R., Ding X.L. and Qiao Y.F. ۲۰۱۳. Carbon and nitrogen mineralization patterns of two contrasting crop residues in a Mollisol: Effects of residue type and placement in soils. *European Journal of Soil Biology*, ۵۴: ۱-۶.
- Nelson D.W. and Sommer L.E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Pp. ۵۹۵-۶۲۴. In: A. L. Page (eds.). *Methods of soil analysis. Part ۲. Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Madison. WI.
- Puget P. and Drinkwater L. ۲۰۰۱. Short-term dynamics of root- and shoot-derived carbon from a leguminous green manure. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۵(۳): ۷۷۱-۷۷۹.
- Rovira P. and Vallejo V. ۱۹۹۷. Organic carbon and nitrogen mineralization under Mediterranean climatic conditions: the effects of incubation depth. *Soil Biology and Biochemistry*, ۲۹(۹): ۱۵۰۹-۱۵۲۰.
- Tarafdar J.C., Meena S.C. and Kathju S. ۲۰۰۱. Influence of straw size on activity and biomass of soil microorganisms during decomposition. *European Journal of Soil Biology*, ۳۷(۳): ۱۵۷-۱۶۰.
- Yavitt J.B. and Fahey T.J. ۱۹۸۶. Litter decay and leaching from the forest floor in *Pinus contorta* (lodgepole pine) ecosystems. *The Journal of Ecology*, ۷۴: ۵۲۵-۵۴۵.
- Zibilske, L. and Bradford, J. ۲۰۰۷. Oxygen effects on carbon, polyphenols, and nitrogen mineralization potential in soil. *Soil Science Society of America Journal*, ۷۱(۱): ۱۳۳-۱۳۹.

Abstract

Prediction of mineralization rate of organic carbon of plant residues is important with respect to plant nutrient management, carbon dioxide production and environmental issues. To investigate the effects of size and depth of placement of plant residues on organic carbon dynamics, a split-split plot experiment with randomized complete block design and three replications was conducted using litter bag method. The factors examined were sizes of plant residues (۰.۲-۰.۵, ۱-۲ and ۵-۱۰), depths of placement of plant residues (۵, ۱۵, ۳۰ and ۴۵ cm) and incubation periods of plant residues (۱, ۲, ۳ and ۴ months) which were located in sub-sub, sub and main plots respectively. The highest organic carbon loss was measured for the first month of incubation and when the size and the depth of placement of plant residues were ۰.۲-۰.۵ cm and ۳۰ cm respectively. The lowest organic carbon loss was also



obtained for the fourth month of incubation and when the size and the depth of placement of plant residues were 5-10 cm and 5 cm respectively. After four months of incubation 65.5 and 69.5% of organic carbon of plant residues mineralized when the depths of placement of plant residues were 5 and 30 cm respectively. From the results it was concluded that when the soil moisture level is a limiting factor for plant residue mineralization, increasing the depth of placement of plant residues enhances the rate of mineralization of organic carbon by providing for plant residue decomposition sufficient moisture.



ارزیابی راندمان کاربرد آب در مزرعه با آبیاری سطحی در مزارع آذربایجان غربی

رقیه رضوی^۱، حیدر طایفه رضایی^۲، رضا سکوتی اسکویی^۲، علی اکبر عزیزی زهان^۳، نرگس رضوی^۴ و حسن وطن خواه^۴

۱ - محقق مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی، ۲ - عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی، ۳ - عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۴ - کارشناس بهداشت حرفه ای مرکز بهداشت آذربایجان شرقی

چکیده

به منظور ارزیابی نحوه عمل و بازدهی کاربرد آب در مزرعه در آبیاری سطحی، تحت شرایط زارعین، این طرح در مزارع استان آذربایجان غربی، تحت کشت محصولاتی نظیر گندم، چغندر قند، لوبیا، یونجه، مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نوع مدیریت، قطعات زراعی انتخاب و سپس اندازه گیری پده ورودی، رواناب خروجی، رطوبت قبل و بعد از آبیاری، عمق توسعه ریشه و سایر عوامل لازم برای محاسبه بازدهی کاربرد آب انجام گردید. نتایج نشان داد که متوسط بازدهی کاربرد آب آبیاری در اکثر مزارع تحت مطالعه نسبت به میانگین ارقام گزارش شده کشور (۳۷ درصد) بیشتر بوده و مقادیر آن بسته به مدیریت زارع، روش آبیاری، نوع محصول و ... متغیر است. حداقل و حداکثر بازدهی کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه به ترتیب ۳۶ و ۹۵ درصد اندازه گیری گردید. بالاترین بازده کاربرد آب در مزارعی دیده شده است که دارای بافت خاک غیرسبک بوده، دارای طول نوار یا شیار کوتاه هستند، رواناب خروجی ندارند و با شیب کم یا ناچیز و دبی ورودی بالا آبیاری می شوند. کمترین مقادیر نیز در مزارعی دیده شد که دارای طول نوار و شیار زیاد بوده و رواناب خروجی دارند و یا دارای بافت خاک سبک می باشند

واژه‌های کلیدی: بازدهی کاربرد آب در مزرعه، کارایی مصرف آب، ارزیابی، روشهای آبیاری سطحی

مقدمه

کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشکی قرار دارد و بایستی از مصرف بی رویه آب جلوگیری به عمل آورد. زندگی در مناطق خشک و نیمه خشک اصولاً با مناطق پرباران اروپا متفاوت بوده و کشاورزان ایران باستان روشهای خاص آبیاری مناطق خشک و نیمه خشک را برای آبیاری اراضی خود بکار می گرفتند. طول نوارها و شیارها در اکثر نقاط استان کمتر از صد متر بوده و حتی در خصوص کشت محصولاتی نظیر گوجه فرنگی، خیار، سیب زمینی، کدو، آفتابگردان، انگور، لوبیا، و بسیاری از محصولات صیفی دیگر طول شیارها کوتاه بوده و به ندرت به بیش از ۲۰ متر می رسد. کمترین مقادیر راندمان مربوط به شیارها و نوارهای طویل با انتهای باز می باشد. نتایج تحقیقات انجام شده در کشور ژاپن نشان می دهد که بازدهی آبیاری در مناطقی که پروژه های تجهیز و نوسازی و شبکه های آبیاری اجرا شده است، ۹۰ درصد و مزارع برنج در حدود ۷۰ درصد می باشد. علت بالا بودن بازدهی آبیاری سطحی در این کشور در درجه اول مدیون بافت و ساختمان خاک است که از خاکهای با سنگ مادری آذرین می باشد و ظرفیت نگهداری آب در آن بسیار بالاست و در درجه دوم به لحاظ بالا بودن رطوبت هوا و پائین بودن تبخیر، تلفات آب بسیار اندک است (فرزانه، ۱۳۷۴). متوسط بازدهی کاربرد آب در مزرعه در اروپا ۶۰ درصد، آمریکا ۴۵ درصد و فلسطین ۷۵ درصد و کشورهای جهان سوم ۲۵ تا ۳۵ درصد گزارش گردیده است (منوچهری، ۱۳۷۲). اموند و همکاران (Emond et al, ۱۹۹۳) نیز طی دو سال اندازه گیری، بازدهی کاربرد آب را در چند مزرعه منطقه ایالت کلرادو مورد ارزیابی قرار دادند. آنها بازدهی کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه را از ۷ تا ۶۷ درصد متغیر گزارش نمودند.

گالیناتو (Galinato, ۱۹۷۴) طی مطالعه ای در جنوب آیداهو متوسط بازدهی کاربرد آب در آبیاری جویچه ای را ۵۱ درصد گزارش نمود. طاهری (۱۳۴۳) در آزمایشی تحت عنوان «مطالعه میزان آب مصرفی و بازدهی آبیاری مزرعه گندم در باجگاه شيراز» بازدهی انتقال را برابر ۵۴ درصد و بازدهی کاربرد را در ۳ نوبت آبیاری برابر ۱۲، ۷ و ۲۰ درصد گزارش نمودند. میرابولقاسمی (۱۳۷۳) با استفاده از اندازه گیری صحرائی، بازدهی انتقال و کاربرد آب در مزرعه و بر اساس آنها بازدهی آبیاری را در تعدادی از شبکه های سنتی دشتهای خوزستان، تبریز و کرمانشاه برآورد نمود. نتایج وی نشان می دهند در این مناطق متوسط بازدهی انتقال بین ۲۳ تا ۵۰ درصد، متوسط بازدهی کاربرد آب در مزرعه بین ۴۵ تا ۶۰ درصد و متوسط بازدهی کل آبیاری بین ۵/۱۳ تا ۲۲ درصد بوده است. در مطالعه ای که توسط سهرابی و کشاورز (۱۹۹۴) بر روی بازدهی آبیاری شباری در ۳ مزرعه چغندر قند در مناطق شهریار، هشتگرد و کمال آباد کرج صورت گرفت، بازدهی کاربرد در این مزارع بطور متوسط به ترتیب ۱۱، ۵۷ و ۴۱ درصد برآورد گردید. عباسی و همکاران از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۷ مطالعاتی را در استانهای خراسان، گلستان و اصفهان بر روی ارزیابی بازدهی روشهای آبیاری سطحی انجام دادند. حداقل و حداکثر بازدهی کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه خراسان به ترتیب ۶/۳۲ و ۳/۶۵ درصد، در مزارع گرگان ۷/۲۹ و ۷/۶۸ درصد و در مزارع اصفهان ۶/۱۷ و ۱/۵۹ درصد اندازه گیری گردید.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روشها

در این مطالعه مناطقی از استان آذربایجانغربیانتخاب و قطعات آزمایشی براساس تفاوت در روش آبیاری، بافت خاک، ابعاد قطعات، نوع گیاه، عمق ریشه، میزان و کیفیت آب و سطوح مدیریتی مختلف تعیین شدند. مناطق مورد مطالعه دارای طیف گسترده‌ای از نظر بافت خاک، کشت محصولات متنوع (گندم، چغندر، قند، یونجه، لوبیا و گوجه‌فرنگی)، منبع آب (چاه، رودخانه و یا شبکه)، شیب مزارع و شرایط اقلیمی می‌باشند. آبیاری به روش سنتی صورت گرفته و روش آبیاری نیز اکثراً کرتی-نواری بوده و انتهای آنها بسته می‌باشد. در هر نوبت آبیاری، زمان آبیاری، میزان آب ورودی به مزرعه، رواناب خروجی (در صورت وجود)، عمق توسعه ریشه، رطوبت خاک در قبل از آبیاری و ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از آبیاری، بافت و خصوصیات فیزیکی خاک در هر یک از مزارع تحت بررسی اندازه‌گیری گردید. آب قابل دسترس برای هر عمق ۲۰، ۲۵ یا ۳۰ سانتیمتری، با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردیده است.

$$A.W = [(F.C - P.W.P) / 100] * G.s * d \quad (1)$$

که در آن:

$A.W$ = آب قابل دسترس عمق مورد نظر (میلیمتر) $F.C$ = حد ظرفیت مزرعه خاک محل آزمایش در عمق مورد نظر (درصد وزنی)
 $P.W.P$ = نقطه پژمردگی دائم خاک محل آزمایش در عمق مورد نظر (درصد وزنی) $G.s$ = چگالی خاک محل آزمایش در عمق مورد نظر (بدون واحد) d = عمق توسعه ریشه مربوط به آن عمق (میلیمتر)

در هر یک از مزارع، متوسط عملکرد محصول و متوسط حجم آب مصرفی نیز تعیین و حجم کل آب مصرفی براساس آبیاریهای اندازه‌گیری شده برآورد گردیده و با آب مورد نیاز گیاهان مقایسه گردیده است. عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه (D) با استفاده از رابطه (۲) تعیین گردیده است. این رابطه، رابطه مورد استفاده در طرح بود.

$D = (f - i) * b * R_z$ (۲) که در آن f و i به ترتیب رطوبتهای وزنی خاک قبل و بعد از آبیاری، b چگالی خاک و R_z عمق توسعه ریشه می‌باشد. بازدهی کاربرد آب در مزرعه (E_a) در هر نوبت آبیاری نیز با استفاده از رابطه (۳) محاسبه گردیده است.

$$E_a = 100 * (\text{متوسط عمق آب داده شده} / \text{متوسط عمق آب ذخیره شده در ناحیه ریشه}) \quad (3)$$

جدول ۱: مشخصات فیزیکی خاک در عمق سطحی مزارع تحت مطالعه در استان آذربایجانغربی

نام محصول	عمق نمونه برداری (cm)	بافت خاک	رطوبت در ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	رطوبت نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	چگالی نسبی خاک	* آب قابل دسترس در عمق (mm)
یونجه ارومیه	۲۵-۰	Silty Clay	۵/۲۲	۴/۱۵	۵/۱	۶۳/۲۶
گوجه فرنگی ارومیه	۲۵-۰	Silty Clay	۴/۳۶	۵/۱۸	۱/۱	۲۳/۴۹
چغندر قند ارومیه	۲۵-۰	Silty Clay	۶/۲۵	۰/۱۶	۲/۱	۸۰/۲۸
گندم ارومیه	۲۵-۰	Clay Loam	۰/۳۰	۹/۱۴	۱/۱	۵۳/۴۱
لوبیا ارومیه	۲۵-۰	Silty Clay Loam	۶۹/۲۵	۳۴/۱۵	۳۹/۱	۹۷/۳۵
یونجه‌میاندوآب	۲۵-۰	Loam	۱۶/۲۰	۶۱/۱۴	۴۸/۱	۵۴/۲۰
چغندر قند میاندوآب	۲۰-۰	Silty Loam	۸۰/۲۱	۳۰/۱۰	۳۰/۱	۹۰/۲۹

* با استفاده از رابطه (۱) تعیین شده است.

اندازه‌گیری مشخصات فیزیکی خاک در عمق‌های چهارگانه تا ۱۰۰ سانتی متر انجام گرفته و در این جدول برای نمونه فقط عمق سطحی درج شده است.

نتایج و بحث

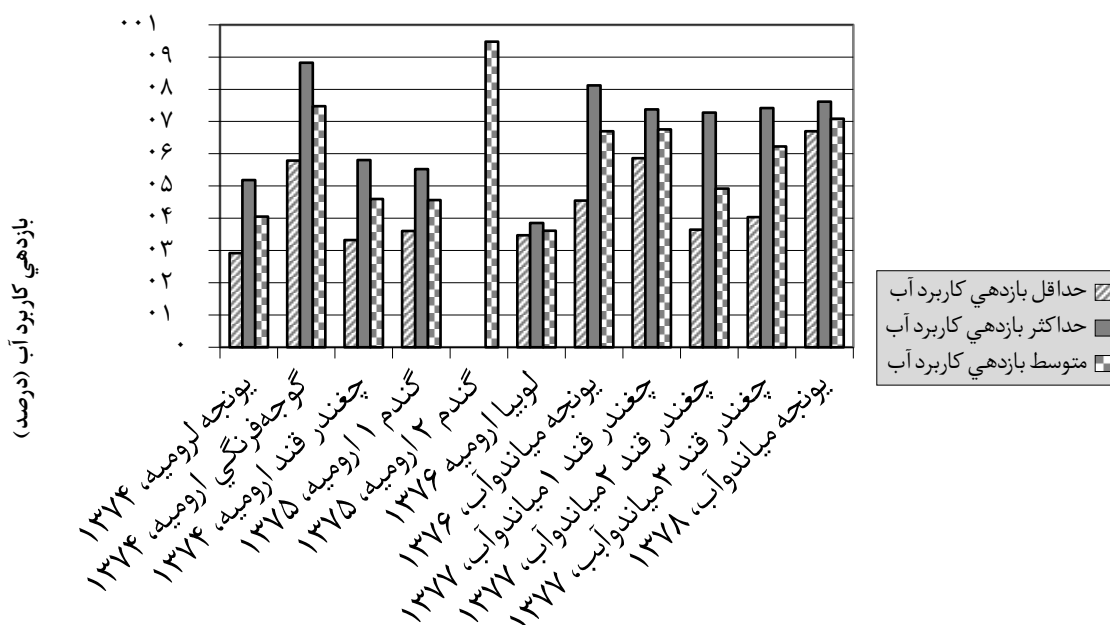
در جدول ۲ نتایج ارزیابی کاربرد آب در ۱۱ مزرعه از روستاهای اطراف شهرهای ارومیه و میاندوآب، متوسط بازدهی کاربرد آب مزرعه، کل آب مصرفی در فصل زراعی و نیاز آبی خالص برای تولید ۱۰۰ درصد محصول، و نیاز آبی ناخالص برای ۱۰۰ درصد تولید بالقوه با بازدهی ۵۰ درصد به همراه عملکرد محصول برای مزارع ارائه شده است.

جدول ۲- متوسط بازدهی کاربرد آب، عملکرد محصول و آب مصرفی در مزارع

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مزرعه و سال اجرا	روش آبیاری	عملکرد محصول Kg/ha	متوسط بازدهی کاربرد آب %	کل آب مصرفی m ³ /ha	کارایی مصرف آب Kg/ m ³	نیاز خالص آبی برای تولید ۱۰۰ درصد محصول m ³ /ha	نیاز ناخالص آبی برای تولید ۵۰ درصد m ³ /ha
یونجه ارومیه، ۱۳۷۴	نواری- کرتی	۱۱۵۰۰	۵۰/۴۰	۸۰۰۰	۴۴/۱	۹۶۲۰	۱۹۲۴۰
گوجه‌فرنگی ارومیه، ۱۳۷۴	جوی پشته بسته	۱۶۰۰۰	۷۸/۷۴	۴۸۰۰	۳/۳	۵۶۴۰	۱۱۲۸۰
چغندر قند ارومیه، ۱۳۷۴	شیار داخل نوار	۴۲۰۰۰	۰۰/۴۶	۸۷۰۰	۸/۴	۷۸۳۰	۱۵۶۶۰
گندم ۱ (آب چاه) ارومیه، ۱۳۷۵	نواری- کرتی	۴۸۰۰	۶۲/۴۵	۵۷۰۰	۸۴/۰	۵۳۲۰	۱۰۶۴۰
گندم ۲ (آب نهر) ارومیه، ۱۳۷۵	نواری- کرتی	۴۶۰۰	۷۴/۹۴	۲۲۰۰	۱/۲	۵۳۲۰	۱۰۶۴۰
لوبیا ارومیه، ۱۳۷۶	غلام گردشی	۵۱۰۰	۱۶/۳۶	۵۶۰۰	۹/۰	۴۸۵۰	۹۷۰۰
یونجه میان‌دوآب، ۱۳۷۶	نواری- کرتی	۹۱۶۰	۰۱/۶۸	۱۳۰۰۰	۷/۰	۱۱۲۵۰	۲۲۵۰۰
چغندر قند ۱ میان‌دوآب، ۱۳۷۷	شیار داخل نوار	۳۵۰۰۰	۵۵/۶۷	۱۰۰۰۰	۵/۳	۹۷۷۰	۱۹۵۴۰
یونجه میان‌دوآب، ۱۳۷۸	نواری- کرتی	۱۰۸۰۰	۹۰/۷۰	۱۴۰۰۰	۷۷/۰	۱۱۲۵۰	۲۲۵۰۰

در نمودار ۱ نتایج حداقل، حداکثر و متوسط بازدهی کاربرد آب ارائه شده است



نمودار (۱): بازدهی کاربرد آب در مزارع تحت آزمایش آذربایجان غربی

جدول ۳: میزان تبخیر و تعرق (ETC) محصولات زراعی موجود در مزارع آزمایشی (mm/day)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

ماه	ارومیه چغندرقد	ارومیه گوجه فرنگی	ارومیه یونجه	ارومیه لوبیا	ارومیه گندم	میان‌دوآب یونجه	میان‌دوآب چغندرقد
فروردین	-	-	-	-	۵۳/۲	-	۲۳/۱
	-	-	۴۷/۲	-	۲۱/۳	۸۷/۲	۵۸/۱
	۵۴/۱	-	۸۰/۲	-	۶۴/۳	۵۰/۳	۹۳/۱
اردیبهشت	۷۴/۱	-	۱۷/۳	۲۷/۱	۱۲/۴	۹۳/۳	۴۰/۲
	۹۷/۱	-	۵۳/۳	۶۲/۱	۵۹/۴	۳۷/۴	۲۰/۳
	۴۵/۲	-	۹۰/۳	۵۸/۲	۰۷/۵	۸۰/۴	۱۱/۴
خرداد	۳۲/۲	-	۳۷/۴	۱۷/۴	۶۸/۵	۲۳/۵	۰۸/۵
	۳۶/۴	۴۵/۲	۹۵/۴	۳۹/۵	۳۷/۶	۷۱/۵	۹۹/۵
	۵۲/۵	۹۲/۲	۵۴/۵	۹۴/۵	۶۰/۵	۲۳/۶	۶۰/۶
تیر	۹۰/۵	۵۸/۳	۶۳/۵	۹۴/۵	۷۷/۲	۵۸/۶	۸۶/۶
	۹۰/۵	۴۳/۴	۶۹/۵	۹۰/۵	-	۰۲/۷	۱۹/۷
	۹۴/۵	۳۳/۵	۸۱/۵	۷۲/۵	-	۴۲/۷	۴۸/۷
مرداد	۸۳/۵	۸۸/۵	۷۹/۵	۶۳/۴	-	۱۹/۷	۱۹/۷
	۷۹/۵	۹۸/۵	۷۲/۵	۱۰/۳	-	۸۶/۶	۸۶/۶
	۷۲/۵	۸۶/۵	۶۱/۵	۶۸/۱	-	۶۰/۶	۵۳/۶
شهریور	۲۰/۵	۴۰/۵	۱۷/۵	-	-	۱۲/۶	۹۱/۵
	۵۹/۴	۸۷/۴	۷۳/۴	-	-	۶۵/۵	۳۳/۵
	۰۶/۴	۰۰/۴	۲۹/۴	-	-	۱۴/۵	۷۶/۴
مهر	۴۲/۳	۹۲/۲	۶۹/۳	-	-	۴۵/۴	۰۸/۴
	۸۰/۲	۹۸/۱	۰۸/۳	-	-	۷۷/۳	۴۳/۳
	۲۲/۲	-	۴۶/۲	-	-	۱۲/۳	-
آبان	-	-	۱۰/۲	-	-	۵۹/۲	-



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

-	۰۷/۲	۶۸/۰	-	۷۶/۱	-	-
-	-	۵۶/۰	-	۴۳/۱	-	-

نتایج نشان داد که متوسط بازدهی کاربرد آب آبیاری در اکثر مزارع تحت مطالعه نسبت به میانگین ارقام گزارش شده برای کشور (۳۷ درصد) بیشتر بوده و مقادیر آن بسته به مدیریت زارع، روش آبیاری، نوع محصول و ... متغیر است. حداقل و حداکثر بازدهی کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه استان آذربایجان غربی به ترتیب ۳۶ و ۹۵ درصد اندازه گیری گردید. میرابولفاسمی (۱۳۷۳) متوسط بازدهی کاربرد آب در مزرعه بین ۴۵ تا ۶۰ درصد گزارش کرد. عباسی و همکاران (۱۳۷۸). حداقل و حداکثر بازدهی کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه خراسان به ترتیب ۶/۳۲ و ۳/۶۵ درصد، در مزارع گرگان ۷/۲۹ و ۷/۶۸ درصد و در مزارع اصفهان ۶/۱۷ و ۱/۵۹ درصد اندازه گیری کردند. حداکثر بازدهی کاربرد آب در مزارع استان آذربایجان غربی بالاتر از نتایج حاصل از آزمایشات فوق می باشد. همچنین نتایج نشان داد که مدیریت و روش آبیاری، طول شیار و نوار، شیب مزرعه و بافت خاک تأثیر بسزایی در افزایش بازدهی کاربرد آب در مزرعه دارند. بالاترین بازدهی کاربرد آب در مزارعی دیده شده است که دارای بافت خاک غیرسبک بوده، دارای طول نوار یا شیار کوتاه هستند، رواناب خروجی ندارند و با شیب کم یا ناچیز و دبی ورودی بالا آبیاری می شوند. کمترین مقادیر نیز در مزارعی دیده شد که دارای طول نوار و شیار زیاد بوده و رواناب خروجی دارند و یا دارای بافت خاک سبک می باشند. با بررسی حجم آب مصرفی در مزارع و مقایسه آن با مقادیر نیاز آبی گیاهان تحت مطالعه، دیده می شود که بجز اراضی بالادست دشتهای و انهار و شبکه های پرآب و همچنین بجز در مناطقی که آب با بهای بسیار نازل در اختیار زارع قرار می گیرد، در بقیه نقاط، زارعین اغلب حتی کمتر از نیاز خالص آبی گیاه، آب بکار برده اند. داده های حاصل از اندازه گیری بازدهی کاربرد آب در مزرعه تحت مدیریت زارعین نشان می دهد که بازدهی کاربرد آب از نوسان زیادی برخوردار بوده و متغیرهای بسیاری در مقدار آن اثر می گذارد.

اموند و همکاران (Emond et al, ۱۹۹۳) نیز طی دو سال اندازه گیری، بازدهی کاربرد آب را در چند مزرعه منطقه گرگیلیابالت کلرادو را از ۷ تا ۶۷ درصد متغیر گزارش نمودند. در مطالعه ای که توسط سهرابی و کشاورز (۱۹۹۴) بر روی بازدهی آبیاری شکاری در ۳ مزرعه چغندر قند کرج صورت گرفت، بازدهی کاربرد در این مزارع بطور متوسط به ترتیب ۱۱، ۵۷ و ۴۱ درصد برآورد گردید. که نوسان نتایج حاصل از آزمایشات فوق نیز بیشتر می باشد.

وجود بازدهی بالای کاربرد آب در منطقه استان آذربایجان غربی به دلیل بافت مناسب خاک و طول کوتاه شیارها و نوارها می باشد. دشتهای این استان، نه دارای بافت خاک سبک است و نه بافت خاک بسیار سنگین را دارا می باشد. طول شیارها به قدری کوتاه است که حتی در برخی موارد به کمتر از ۱۰ متر نیز می رسد و برای مثال یک مزرعه یک هکتاری به دهها واحد کوچک کمتر از ۱۰۰ مترمربع تقسیم می شود که هر کدام به صورت مجزا آب دریافت می کنند.

بیشتر مزارع به روش سنتی آبیاری شده و زارعین جهت انتقال آب از نهر به نوار، کرت و شیار از سیفون، اسپایل و لوله های دریچه دار بهره نمی گیرند. وجود بازدهی بالای کاربرد آب در منطقه استان آذربایجان غربی به دلیل بافت مناسب خاک و طول کوتاه شیارها و نوارها می باشد. دشتهای این استان، نه دارای بافت خاک سبک است و نه بافت خاک بسیار سنگین را دارا می باشد. طول شیارها به قدری کوتاه است که حتی در برخی موارد به کمتر از ۱۰ متر نیز می رسد و برای مثال یک مزرعه یک هکتاری به دهها واحد کوچک کمتر از ۱۰۰ مترمربع تقسیم می شود که هر کدام به صورت مجزا آب دریافت می کنند. استفاده از شیارها، نوارها و کرت های کوچک بازدهی کاربرد را افزایش داده و استفاده از کرت های بزرگ بدون نوارهای هادی و با خاکورزی نامناسب بازدهی را به شدت کاهش می دهد.

آموزش و تربیت نیروی انسانی اهمیت خاصی در افزایش بازدهی کاربرد آب می تواند داشته باشد. براساس بررسیهای انجام یافته مشخص گردید که زارعین با اینکه بدیهیات آبیاری را به خوبی درک کرده اند، لیکن از مباحث عمق خالص آبیاری و دور آبیاری اطلاعات چندانی ندارند. لذا پیشنهاد می گردد از طریق برنامه های تلویزیونی سراسری یا شبکه های محلی استانی نسبت به آموزش زارعین در خصوص این موارد اقدامات مقتضی به عمل آید. این آموزشهای رسانه ای می تواند از طریق برگزاری دوره های کوتاه مدت در مراکز آموزش کشاورزی یا در خود روستاها تکمیل شود. همچنین مروجان کشاورزی فاقد دانش آبیاری کاربردی هستند. لذا لازم است کلاسهای کوتاه مدت کاملاً کاربردی، به منظور کسب مهارت در زمینه تعیین و استفاده از عمق خالص آبیاری برنامه ریزی و تشکیل شود. به منظور حصول بازدهی بالای کاربرد آب، لازم است تا برنامه های راهبردی تدوین گردیده و راهکارهای مناسب آن اتخاذ شود.



منابع

- طاهری، کیوان. ۱۳۴۳. مطالعه میزان آب مصرفی و بازدهی آبیاری مزرعه گندم در باجگاه. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آب و خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۷۷ صفحه.
- طایفه رضایی، حیدر. ۱۳۷۸. تحویل حجمی آب در کانالهای درجه ۱، ۲ و ۳. انتشارات مدیریت آموزش و ترویج کشاورزی استان آذربایجان غربی. ۱۵ صفحه.
- طایفه رضایی، حیدر. ۱۳۷۸. تحویل حجمی آب در قطعات زراعی. انتشارات مدیریت آموزش و ترویج کشاورزی استان آذربایجان غربی. ۳۲ صفحه.
- عباسی، فریبرز، علیرضا مامن پوش، جواد باغانی و علیرضا کیانی. ۱۳۷۸. ارزیابی بازدهی روشهای آبیاری سطحی و نحوه کار آنها در سطح کشور. گزارش پژوهشی نهایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۴۴ صفحه.
- فرزانه، عزت الله. ۱۳۷۴. نگرشی بر یکپارچه سازی، تجهیز و نوسازی مزارع در کشور ژاپن. ماهنامه آب، خاک و ماشین، شماره ۵، ص: ۲۳ - ۲۰.
- فرشی، علی اصغر، محمدرضا شریعتی، رقیه جارالهی، محمدرضا قائمی، مهدی شهابی فر و میرمسعود تولایی. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان زراعی و باغی کشور: جلد اول (گیاهان زراعی)، نشر آموزش کشاورزی.
- فرهودی، جواد. ۱۳۷۴. منابع آب و مشکلات و وظایف بهره برداران آن در استان آذربایجان غربی. اولین همایش کمیته منطقه ای آبیاری و زهکشی آذربایجان غربی. ص: ۲-۸.
- کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۱۳۵۵. نشریه سالانه آبیاری و زهکشی، شماره ۱۶، انتشارات وزارت نیرو، ۲۱۵ صفحه.
- منوچهری، غلامرضا. ۱۳۷۲. مسائل مربوط به الگوی مصرف آب. بواتن کمیسیون آب شورای پژوهشهای علمی کشور، شماره ۶، ص ۵.
- میرابوالقاسمی، هادی. ۱۳۷۳. ارزیابی بازدهی آبیاری در تعدادی از شبکه های سنتی ایران، مجموعه مقالات هفتمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۳۱ مرداد لغایت ۲ شهریور، تهران.
- Emond, H., J. C. Loftis, T. H. Podmor, J. Roberts, F. Leaf. ۱۹۹۳. Evaluation of surface irrigation systems near Greeley, Colorado. In Klein, K., D. J. Williams(eds). Seeking and integrated approach to watershed management in the sough platte basin. Colorado State University, Fort Collins, Co ۸۰۵۲۳(USA).
- Galinato, G. D. ۱۹۷۴. Evaluation of irrigation systems in the Snake River Fan, Jeferson Country, Idaho. Thesis presented at Idaho state univ. in ۱۹۷۴ in partial fullfilment of the requirements for the degree of master of science.
- Sohrabi, T. and A. Keshavarz. ۱۹۹۴. Surface irrigation system evaluation under farmers management. XII CIGR world congress & Agriculture Engineering conference, Milan Italy.

Abstract

In order to evaluation and determination of on farm water application efficiency (Ea) in the traditional surface irrigation systems, this project was conducted in some parts of West Azarbaijan, which cultivated with wheat, sugarbeet, tomato, alfalfa, and bean. Farms were selected based on various management, irrigation methods and kind of crop.

The Results showed that the average of Ea in almost all of farms was more than ۳۷%, which hasbeen reported as average for country. Among ۱۱ farm, the maximum of Ea (۹۵%), was belong to the wheat farm irrigated by river water in Urmia region. The minimum and maximum of Ea in the farms of West Azarbaijan were ۳۶% and ۹۵% respectively.

Also the results showed that the management and irrigation method, length of furrow and border, the slope of land and the texture of soil affects the amount of Ea. Therefore, in arid and semiarid area, the length of irrigation borders and furrows should be short and the end runoff must be decreased or eliminated.



کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی عملکرد یونجه

نفیسه یغمائیان مهابادی
استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

چکیده

افزایش روزافزون تقاضای محصولات کشاورزی و افزایش فشار بر منابع آب و خاک از یک سو و مشکلات دستیابی به داده‌های میدانی از سوی دیگر، ضرورت استفاده از مدل‌های مناسب برای پیش‌بینی عملکرد محصولات زراعی را نمایان می‌سازد. در این پژوهش عملکرد محصول یونجه در منطقه ورامین استان تهران، توسط شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌بینی شد. ورودی‌های شبکه‌های عصبی، خصوصیات اراضی شامل: درصد کربنات کلسیم معادل، درصد حجمی سنگریزه، درصد گچ، هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR)، pH، درصد رس، سیلت و شن خاک و خروجی آنها میزان پتانسیل عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم آموزش پس انتشار برای پیش‌بینی پتانسیل عملکرد استفاده شد. معیارهای میانگین خطای مطلق (MAE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2)، جهت ارزیابی کارایی شبکه‌های استفاده شده به کار گرفته شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که شبکه عصبی با ساختار ۱-۵-۲-۹ دارای کمترین مقدار RMSE برابر با ۲۶/۰ و بیشترین R^2 برابر با ۹۷/۰ در میان ساختارهای مختلف شبکه عصبی به کار گرفته شده می‌باشد. این نتایج نشان دهنده توانایی بالای شبکه عصبی آموزش دیده در پیش‌بینی عملکرد محصول یونجه است.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، خصوصیات اراضی، پتانسیل عملکرد

مقدمه

پیش‌بینی عملکرد گیاهان زراعی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. برای پیش‌بینی موثر عملکرد این محصولات، ابتدا باید عوامل تعیین‌کننده یا محدودکننده عملکرد را شناخت. تولیدات کشاورزی همیشه با محدودیت شرایط اقلیمی، خاکی و تغییرات بازارهای بین‌المللی همراه بوده است. اگرچه این احتمال خطر، هرگز به طور کامل حذف نمی‌شود، اما می‌توان با شناخت پارامترهای مختلف مؤثر در رشد گیاه و تخمین میزان محصول قبل از فصل برداشت، آنها را به حداقل رساند (Qian, et al., ۲۰۰۹). عملکرد گیاه تابعی از عوامل مختلف گیاهی، اقلیمی و شرایط مدیریتی آب و خاک است. از اینرو محاسبه مقدار عملکرد گیاه و شاخص‌های وابسته به آن از روابط غیر خطی پیچیده‌ای تبعیت می‌کند که مدل‌سازی آن نیز دشواری خاصی دارد. با توجه به اهمیت مدل‌سازی عملکرد و تعیین عوامل مؤثر بر رشد، امروزه مدل‌های شبیه‌سازی گیاهی به عنوان ابزاری چندمنظوره در تحقیقات و مدیریت زراعی مطرح هستند. انواع مختلفی از مدل‌های پیش‌بینی عملکرد وجود دارد. یکی از روش‌های مدل‌سازی که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققین در علوم مختلف واقع شده است، مدل‌سازی به روش شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network; ANN) می‌باشد.

شبکه عصبی، شبیه‌سازی از دستگاه عصبی انسان است و در واقع تقلیدی از مغز و شبکه اعصاب انسان می‌باشد. در این شبکه سعی بر این است که ساختاری تهیه شود که همانند مغز، قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی و تصمیم‌گیری داشته باشد (Rao and Rao, ۱۹۹۶). در این گونه ساختارها هدف این است که با معرفی عملکرد یک سیستم دینامیکی، مدل را آموزش داده، چگونگی عملکرد سیستم را در حافظه مدل ذخیره و از آن برای مواردی که قبلاً با آن مواجه نشده است، استفاده شود. به دلیل توانایی این شبکه‌ها در مدل‌سازی فرآیندهای بسیار پیچیده که تعداد عوامل تأثیرگذار در آنها زیاد است، امکان استفاده از آنها در علوم کشاورزی بسیار فراهم می‌باشد. شبکه‌های عصبی مصنوعی شامل مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل می‌باشند که به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. در نهایت برای ایجاد این لایه‌ها، نرون‌ها به وسیله توابع فعال‌سازی (محرک) به یکدیگر متصل می‌شوند. یک شبکه عصبی به طور معمول، از سه لایه ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است. لایه ورودی، فقط اطلاعات را دریافت می‌کند و تعداد نرون‌های آن بر اساس طبیعت مسئله تعیین می‌شود. لایه خروجی نیز همانند متغییر وابسته عمل کرده و تعداد نرون‌های آن به تعداد متغییر وابسته بستگی دارد؛ اما بر خلاف لایه ورودی و لایه خروجی، لایه پنهان هیچ مفهومی را نشان نمی‌دهد و صرفاً یک نتیجه میانی در روند محاسبه ارزش خروجی است (Gil et al., ۲۰۰۹). متداولترین شبکه در پیش‌بینی و حل مسائل غیر خطی، شبکه‌های چند لایه پرسپترون (Multi Layer Perceptron; MLP) می‌باشند که در این مطالعه از شبکه پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار (Feed-Forward Backpropagation) و آموزش با ناظر استفاده گردید. آموزش نظارت‌شده به زوج‌هایی نیاز دارد که از بردار ورودی و بردار هدف (خروجی دلخواه) تشکیل شده باشند. یک بردار ورودی و خروجی دلخواه مربوط به آن، یک زوج آموزشی نامیده می‌شود. معمولاً یک شبکه با تعدادی از چنین زوج‌های آموزشی تربیت می‌گردد؛ به این صورت که با به کار بردن یک بردار ورودی، خروجی شبکه محاسبه و با بردار هدف خود مقایسه می‌شود و تفاوت بین خروجی محاسبه شده و خروجی دلخواه که خطا نامیده

می شود، به سمت عقب در سراسر شبکه منتشر می گردد و سپس وزن ها مطابق با الگوریتمی که تمایل به حداقل رساندن خطا را دارد، تغییر یافته و تنظیم می شوند (Haghan et al., ۱۹۹۵)

کول و همکاران (Kaul et al., ۲۰۰۵) از قابلیت شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی عملکرد ذرت و سویا در منطقه مرینند استفاده نموده و بیان کردند که مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با مدل های رگرسیونی دارای دقت بالاتری می باشد. آنها از پارامترهای میزان بارندگی و خصوصیات خاک به عنوان ورودی های مدل استفاده کردند و دریافتند که بارندگی در ماه های ژوئن تا اوت دارای اهمیت بیشتری می باشد و به همین دلیل بهتر است که آمار بارندگی در این ماه ها به صورت هفتگی به مدل معرفی گردد. دراموند و همکاران (Drummond et al., ۲۰۰۳) جهت تعیین روابطی میان خصوصیات خاک، توپوگرافی و عملکرد غلات در منطقه میسوری آمریکا مطالعاتی را انجام دادند و مشاهده نمودند که روش شبکه های عصبی مصنوعی نسبت به روش های رگرسیونی دارای خطای کمتری می باشد. نوروزی و همکاران (Norouzi et al., ۲۰۱۰) از شبکه های عصبی مصنوعی به منظور پیش بینی عملکرد گندم در مناطق نیمه خشک و کوهستانی غرب ایران استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص انتقال رسوب، مهمترین عامل توپوگرافی بر میزان عملکرد این گیاه بوده است و میزان پروتئین موجود در دانه ها تحت تأثیر میزان نیتروژن کل خاک می باشد. باقری و همکاران (۱۳۹۱) به منظور پیش بینی عملکرد ذرت علوفه ای، از شبکه های عصبی مصنوعی بهره جستند و نشان دادند که زمانی که آب آبیاری، مقدار کود نیتروژنی و میزان درجه روز رشد به عنوان ورودی به مدل معرفی شوند، مدل می تواند عملکرد خشک گیاه را با دقت نسبتاً بالایی برآورد نماید.

در ایران شبکه های عصبی مصنوعی در موارد گوناگون از جمله برآورد خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی خاک مورد استفاده قرار گرفته است. اما مطالعات انجام گرفته در مورد برآورد پتانسیل محصول، بسیار اندک می باشد. از آنجایی که اعمال مدیریت صحیح بر مبنای داشتن اطلاعات دقیق از توان تولید اراضی منطقه می باشد؛ لذا یافتن روش های مناسب جهت شناخت و بررسی توان تولید اراضی با نگرش بازده بر حسب توانایی و استعداد کیفی و کمی اراضی از جایگاه و اهمیت ویژه ای برخوردار است. این پژوهش با هدف ارزیابی توانایی شبکه های عصبی مصنوعی به عنوان ابزاری جهت برآورد میزان پتانسیل عملکرد محصول یونجه صورت گرفت.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در شهرستان ورامین در محدوده عرض های جغرافیایی ۲۰ ۳۵ تا ۲۷ ۳۵ شمالی و طول های جغرافیایی ۳۸ ۵۴ تا ۴۱ ۵۴ شرقی واقع شده است. منطقه در ارتفاع ۹۷۲ متر از سطح دریا قرار گرفته است. متوسط درجه حرارت منطقه ۴/۱۷ درجه سانتی گراد و متوسط بارندگی منطقه ۱۷۰ میلی متر می باشد که اکثراً در فصول پاییز و زمستان رخ می دهد. سطح آب زیرزمینی، در عمق بیشتر از ۱۰ متری سطح خاک قرار دارد. رژیم حرارتی و رطوبتی منطقه به ترتیب ترمیک و اریدیک می باشد. اطلاعات هواشناسی از ایستگاه هواشناسی ورامین و اطلاعات خاک از ۵۰ پروفیل خاک حفر شده در منطقه بدست آمد. برای محاسبه پتانسیل تولید از مدل فائو استفاده گردید. در این مدل با استفاده از پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی های گیاهی آن، با استفاده از داده های اقلیمی مانند تابش خورشید و درجه حرارت، مقدار کل تولید خالص زیست توده برآورد شد. در نهایت میزان پتانسیل تولید محصولات، با استفاده از شاخص اراضی محاسبه شده (روش ریشه دوم) و مقدار زیست توده محصول برداشت شده بدست آمد (Sys et al., ۱۹۹۱).

در این مطالعه ویژگی های خاک شامل: درصد کربنات کلسیم معادل، درصد حجمی سنگریزه، درصد گچ، درصد رس، سیلت و شن، EC، نسبت جذب سدیم (SAR) و pH به عنوان ورودی های شبکه در نظر گرفته شدند و خروجی شبکه، میزان پتانسیل عملکرد محصول را تعیین می کند. برای تعیین تعداد نرون های لایه میانی و همچنین تعداد لایه های میانی از روش آزمون و خطا استفاده شد. برای هر مرحله، رگرسیون خطی میان مقادیر اندازه گیری شده و برآورد شده اعمال گردید و ضریب تبیین (R^2) هر مرحله نیز محاسبه شد که مقدار R^2 بالا به معنای دست یافتن به آرائشی مناسبتر، جهت برآورد پارامتر خروجی می باشد. علاوه بر تعیین مقدار R^2 از معیار ارزیابی ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) نیز استفاده شد. به این ترتیب پس از انجام آزمون و خطا بهترین ساختار شبکه جهت پیش بینی مقدار عملکرد محصول بدست آمد. شبکه مزبور در محیط نرم افزار ۱۰.۱ MATLAB اجرا شد. تابع غیرخطی سیگموئید (Sigmoid) به عنوان تابع محرک شبکه مورد استفاده قرار گرفت. در شبکه پیشنهادی، ۸۰ درصد داده ها در آموزش شبکه و ۲۰ درصد داده ها جهت آزمون در نظر گرفته شدند. از آنجاییکه خروجی این تابع اعدادی بین صفر و یک است و شکل داده های ورودی به آن نقش مهمی در یادگیری شبکه ایفا می کند. با لحاظ کردن این موضوع، نرمال سازی داده ها برای استفاده در شبکه با تابع فعالیت سیگموئیدی با استفاده از رابطه (۱) صورت گرفت.

$$x_n = 0.5 \left(\frac{x_0 - x_{ave}}{x_{max} - x_{min}} \right) + 0.5 \quad (1)$$

که در آن x_n داده نرمال شده، x_0 داده ورودی، x_{ave} میانگین داده ها، x_{min} و x_{max} به ترتیب مقدار کمینه و بیشینه داده ها می باشد.



برای تعیین صحت و اعتبار مدل‌ها از آماره‌های میانگین خطای مطلق (MAE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده استفاده شد (روابط ۲، ۳ و ۴).

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |O_i - t_i| \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (O_i - t_i)^2}{N}} \quad (3)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - t_i)^2}{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O}_i)^2} \quad (4)$$

که در آن O_i مقدار اندازه‌گیری شده و t_i مقدار پیش‌بینی شده برای i امین خروجی می‌باشد. N تعداد کل رویدادهای مورد بررسی است.

نتایج و بحث

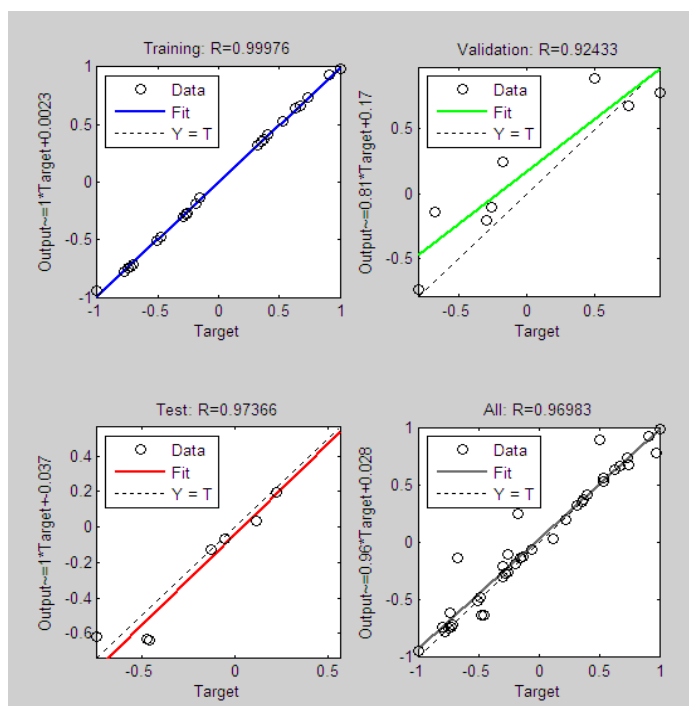
در این پژوهش برای بدست آوردن بهترین ساختار شبکه، از دو ساختار تک لایه‌ای و دو لایه‌ای جهت انجام روند آموزش و آزمون شبکه استفاده گردید. در جدول ۱، تعداد لایه پنهان و تعداد نرون برای مدل‌های شبکه عصبی طراحی شده در این پژوهش آورده شده‌اند.

جدول ۱- مشخصات مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی

تعداد لایه پنهان، تعداد نرون	ساختار شبکه عصبی	تعداد لایه پنهان، تعداد نرون	ساختار شبکه عصبی
L2,N1	۱۱	L1,N1	۱
L2,N2	۱۲	L1,N2	۲
L2,N3	۱۳	L1,N3	۳
L2,N4	۱۴	L1,N4	۴
L2,N5	۱۵	L1,N5	۵
L2,N6	۱۶	L1,N6	۶
L2,N7	۱۷	L1,N7	۷
L2,N8	۱۸	L1,N8	۸
L2,N9	۱۹	L1,N9	۹
L2,N10	۲۰	L1,N10	۱۰

L: تعداد لایه پنهان، N: تعداد نرون

نتایج ارزیابی شبکه‌های عصبی به کار رفته (جدول ۲) بر اساس سنجه‌های آماری میانگین خطای مطلق (MAE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده پتانسیل عملکرد محصول، نشان می‌دهد که با افزایش تعداد لایه‌های پنهان، میزان کارایی شبکه افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات آلوارز (Alvarez, ۲۰۰۹)، کول و همکاران (Kaul et al., ۲۰۰۵)، صفا و همکاران (Safa et al., ۲۰۰۳) و باقری و همکاران (۱۳۹۱) نیز تایید کننده این موضوع می‌باشد. اما با افزایش تعداد نرون روند مشخصی در میزان خطا مشاهده نمی‌شود. مدل ۱۵ با کمترین میزان خطا و بیشترین ضریب تبیین، به عنوان بهترین ساختار شبکه بدست آمد (جدول ۲). شکل ۳ مقدار همبستگی بین میزان واقعی پتانسیل تولید محصول یونجه و میزان محاسبه‌شده توسط شبکه عصبی مصنوعی برای مراحل آموزش و آزمون شبکه را نشان می‌دهد. نتایج پژوهش حاضر بیانگر کارایی بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت برآورد پتانسیل عملکرد محصول از طریق ویژگی‌های اراضی منطقه مورد مطالعه می‌باشد.



شکل ۱ - همبستگی بین میزان واقعی پتانسیل تولید محصول یونجه و میزان محاسبه شده توسط شبکه عصبی مصنوعی برای مراحل مختلف جدول ۲ - ارزیابی مدل های شبکه عصبی مصنوعی

R^2	RMSE	MAE	ساختار شبکه عصبی	R^2	RMSE	MAE	ساختار شبکه عصبی
۹۲/۰	۳۲/۰	۲۲/۰	۱۱	۶۸/۰	۳۴/۰	۲۴/۰	۱
۷۹/۰	۳۳/۰	۲۴/۰	۱۲	۶۷/۰	۳۳/۰	۲۲/۰	۲
۹۳/۰	۳۱/۰	۲۳/۰	۱۳	۷۲/۰	۳۰/۰	۲۱/۰	۳
۹۶/۰	۳۰/۰	۲۳/۰	۱۴	۹۳/۰	۶۵/۰	۴۳/۰	۴
۹۷/۰	۲۶/۰	۱۹/۰	۱۵	۹۷/۰	۳۸/۰	۲۶/۰	۵
۸۹/۰	۳۰/۰	۲۱/۰	۱۶	۸۱/۰	۴۳/۰	۳۰/۰	۶
۹۱/۰	۳۳/۰	۲۴/۰	۱۷	۷۹/۰	۳۷/۰	۲۸/۰	۷
۹۵/۰	۲۸/۰	۲۰/۰	۱۸	۸۰/۰	۳۸/۰	۲۶/۰	۸
۹۰/۰	۳۰/۰	۲۰/۰	۱۹	۸۵/۰	۳۴/۰	۲۴/۰	۹
۹۶/۰	۳۱/۰	۲۲/۰	۲۰	۹۵/۰	۳۳/۰	۲۳/۰	۱۰



منابع

- باقری، س.، قیصری، م.، ایوبی، ش. و لوایی، ن. ۱۳۹۱. پیشبینی عملکرد ذرت علوفه‌ای با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد نوزدهم، شماره ۴، صفحه‌های ۷۷ تا ۹۶.
- Alvarez A. ۲۰۰۹. Predicting average regional yield and production of wheat in the Argentine Pampas by an artificial neural network approach. *European Journal of Agronomy*, ۳۰: ۷۰-۷۷.
- Drummond S. T., Sudduth K. A., Joshi A., Birrell S. J. and Kitchen N.R. ۲۰۰۳. Statistical and neural methods for site-specific yield prediction. *Transactions of the ASAE*, ۴۶: ۵-۱۴.
- Gil D., Johnsson M., Garcia Chamizo J. M., Paya A. S. and Fernandez D. R. ۲۰۰۹. Application of artificial neural networks in the diagnosis of urological dysfunctions. *Expert Systems with Applications*, ۳۶: ۵۷۵۴-۵۷۶۰.
- Hagan M. T., Demuth H. B. and Beale M. ۱۹۹۵. *Neural Network Design*. PWS Publishing Company. Boston.
- Kaul M., Hill R. L. and Walthall C. ۲۰۰۵. Artificial neural networks for corn and soybean yield prediction. *Agricultural Systems*, ۸۵: ۱-۱۸.
- Norouzi M., Ayoubi S., Jalalian A., Khademi H. and Dehghani A. A. ۲۰۱۰. Predicting rainfed wheat quality and quantity by artificial neural network using terrain and soil characteristics. *Acta Agriculturae Scandinavica*, ۶۰: ۳۴۱-۳۵۲.
- Qian B., Jong R.D., Warren R., Chipanshi A. and Hill H. ۲۰۰۹. Statistical spring wheat yield forecasting for the Canadian prairie provinces. *Agricultural and Forest Meteorology*, ۱۴۹: ۱۰۲۲-۱۰۳۱.
- Rao V. and Rao H. ۱۹۹۶. *C++ Neural networks and fuzzy logic* (۳rd ed.). MIS Press, New York.
- Safa B., Khalili A. Tashnehlab M. and Liaghat A. ۲۰۰۳. Predicting wheat yield using Artificial Neural Network. *Journal of Nivar*, ۱۲: ۴۷-۶۲.

Abstract

The increasing demands for agricultural products and pressure on the water and land resources also the problems to generate new data specify the necessity of using suitable models to predict the performance of agricultural products. In this research alfalfa yield was predicted using Artificial Neural Networks (ANN) in Varamin region of Tehran province. ANN inputs were land characteristics such as : percentage of calcium carbonate, gravel, gypsum, clay, silt and sand, Electrical Conductivity (EC), Sodium Absorption Ration (SAR) and pH. ANN output was potential production (kg/ha). Multi-Layer Perceptron networks (MLP) with backpropagation learning algorithm was used for crop yield prediction and Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE) and Coefficient of Determination (R^2) criterions were used to evaluate the performance of the ANN. The obtained results show that the ۹-۲-۵-۱ network has the lowest RMSE equal to ۰.۲۶ and maximum value of R^2 equal to ۰.۹۷ and is suitable for predicting alfalfa yield.



اثر کود دامی و ورمی کمپوست حاصل از آن بر ضرایب برخی معادلات نفوذ آب به خاک

زهرة زارعی نژاد^۱، سید علی اکبر موسوی^۲، یلدا منصورپور^۱ و محمد نظری میجی^۱
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

کمبود آب یکی از مشکلات اصلی در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. بنابراین یافتن روش های افزایش بازده آب های آبیاری از ضروریات است. انواع کودها می تواند سبب افزایش تخلخل خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری در خاک شوند. در این تحقیق تاثیر سطوح مختلف کود دامی و ورمی کمپوست حاصل از آن بر میزان نفوذ آب در خاک و ضرایب معادله های نفوذ بررسی شد. معادلات نفوذ تجمعی، متوسط سرعت نفوذ و همچنین ضرایب مدل های نفوذ آب به خاک (کوستیاکوف، فیلپ و گرین امپ)، برای خاک مورد مطالعه تعیین شد. نتایج نشان داد در تمام تیمارهای مورد مطالعه معادله کوستیاکوف با داشتن بیشترین ضریب تبیین بهترین مدل برازش داده شده به مقادیر نفوذ اندازه گیری شده بود. واژه های کلیدی: معادله نفوذ، فیلپ، کوستیاکوف، گرین امپ، کود گاوی

مقدمه

دشواری های نفوذ آب به خاک موضوعی است که معمولاً در اغلب خاک ها با درجات مختلف وجود دارد و به روش های گوناگون، هر ساله به کشاورزان و باغداران زیان وارد می سازد. از این رو بررسی پدیده یاد شده در صنعت گسترده کشاورزی اهمیت فراوانی دارد. نفوذ در خاک اهمیت زیادی دارد زیرا پدیده هایی نظیر آبدوی سطحی هرزآب و فرسایش به آن بستگی دارد. سرعت نفوذ که یکی از شاخصه های نفوذ است با افزایش رطوبت خاک کاهش یافته و در انتهای فرایند نفوذ به مقدار تقریباً ثابتی می رسد. اما نفوذ تجمعی خاک با گذشت زمان افزایش می یابد. درک فرایند نفوذ برای برنامه ریزی و مدیریت سیستم آبیاری بسیار ضروری است (ردکلیف و اساموسن، ۲۰۰۰؛ والکر و اسکوگرب، ۱۹۸۳). برای بررسی نفوذ معمولاً به دو شیوه عمل می شود. نخست استفاده از قوانین و روابط اثبات شده مانند قانون بقای جرم (معادله ریچاردز در شکل پخشیدگی) و قانون بقای انرژی (قانون دارسی) و تلفیق آنها و دستیابی به یکسری معادلات ریاضی مانند معادله فیلپ (فیلپ، ۱۹۵۷) و گرین امپت (گرین، ۱۹۱۱) می باشد. مهم ترین حسن این معادلات این است که بر اساس قوانین فیزیکی وضع شده اند و با دانستن برخی خصوصیات فیزیکی خاک معادله نفوذ قابل تعیین است. ولی عدم دقت کافی در این معادلات مهمترین نقص آن ها می باشد که حاصل ساده سازی شرایط فیزیکی و ایده آل و یکنواخت فرض کردن محیط خاک می باشد (اسمیت، ۱۹۵۷). شیوه دوم استفاده از روابط تجربی از قبیل هورتون (هورتون، ۱۹۴۰) و کوستیاکوف (کوستیاکوف، ۱۹۴۷) است. مهمترین حسن این معادلات دقت زیاد به دلیل منعکس و ملحوظ کردن تقریباً تمام شرایط و عوامل مؤثر در فرایند نفوذ می باشد. تاثیر گرفتن از شرایط مکانی و زمانی و نارسایی پارامترهای معادلات در تبیین مفاهیم فیزیکی از نقص های عمده اینگونه معادلات می باشد (هنکس، ۱۹۹۲؛ هیل، ۱۹۹۸). ورمی کمپوست یکی از مهمترین کودهای زیستی است که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کود دامی و بقایای گیاهی توسط کرم خاکی ساخته می شود. این کود دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری زیاد برای عناصر معدنی، تهویه و زهکشی مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و بدون بوی نامطبوع و عوامل بیماریزا می باشد و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می باشد (درزی و همکاران، ۱۳۸۵؛ میرزایی تالار پشته و همکاران، ۱۳۸۸؛ ادواردز و باروز، ۱۹۸۸) از دیگر اثرات مفید ورمی کمپوست ها می توان به بهتر شدن پایداری خاکدانه های خاک و کاهش خطر فرسایش اشاره کرد. کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش تخلخل و ظرفیت نگهداری آب خاک می شود (میرزایی تالار پشته و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه مطالعات اندکی در ارتباط با اثر کودهای دامی و ورمی کمپوست حاصل از آنها بر نفوذ و ضرایب معادلات نفوذ آب به خاک و به ویژه در خاک های آهکی وجود دارد بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود گاوی و ورمی کمپوست حاصل از آن بر ضرایب برخی معادلات نفوذ آب به خاک در یک خاک آهکی انجام شد.



مواد و روش‌ها

خاک مورد نظر از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک سری دانشکده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه برداشته شد. پس از هوا خشک شدن خاک‌ها از الک ۷۵/۴ میلی متری عبور داده شد. بخشی از نمونه‌ها نیز از الک دو میلی متری عبور داده شد و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با روش‌های معمول استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). کود گاوی و ورمی کمپوست مورد نیاز نیز به ترتیب از ایستگاه دامپروری و سایت تولید ورمی کمپوست بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی تهیه شد و برخی ویژگی‌های آنها با استفاده از روش‌های معمول استاندارد اندازه‌گیری شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: کود گاوی و ورمی کمپوست حاصل از کود گاوی هر یک در چهار سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در کیلوگرم خاک با سه تکرار. پانزده کیلوگرم از خاک مورد نظر با سطوح ذکر شده از تیمارهای مورد مطالعه به طور کامل مخلوط و به گلدان‌های استوانه‌ای شکل ۱۵ کیلوگرمی منتقل شد و گلدان‌ها در شرایط آزمایشگاه در محدوده دمایی ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و رطوبت ظرفیت مزرعه (با توزین هفتگی و افزودن آب به خاک) نگهداری شد. پس از گذشت حدود ۲ ماه از خوابانیدن تیمارها، میزان نفوذ آب در خاک موجود در گلدان‌ها با روش تک استوانه با استفاده از استوانه‌ای با قطر حدود ۱۵ سانتی متر در بازه‌های زمانی مختلف تا رسیدن با حالت ماندگار اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، معادله‌های نفوذ تجمعی و سرعت لحظه‌ای و ضرایب معادله‌های کوستیاکوف، گرین امپ و فیلیپ یا استفاده از نرم افزار اکسل محاسبه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک، کود گاوی و ورمی کمپوست مورد استفاده

کود گاوی	ورمی کمپوست	خاک	خصوصیات شیمیایی
۵	۵/۵	۷/۶	پ هاش
-	-	۲۵/۰	رطوبت ظرفیت مزرعه
۹۰/۲۹	۹۳/۳۱	۳۹/۲	ماده آلی (درصد)
-	-	رسی	بافت خاک

نتایج و بحث

خلاصه ای از مدل‌های مورد بررسی به همراه پارامترهای مربوطه در جدول ۲ ارائه شده است. جدول ۲- شرح مدل‌های نفوذ مورد بررسی و ضرایب آنها

مدل	ضرایب معادله‌ها *	معادله **
فیلیپ	A, S	$I = St^{1/2} + At$
کوستیاکوف	K, a	$I = Kt^a$
گرین امپ	b, a	$i = \frac{b}{I + a}$

* نفوذ تجمعی (سانتی متر) و t زمان (دقیقه) می باشد. A و S به ترتیب عبارتند از معیاری از هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/min) و ضریب جذب آب خاک (cm/min) در معادله فیلیپ. K ضریب تجربی معادله کوستیاکوف (cm^b/min^b), سایر روابط تجربی می باشند. سایر ضرایب روابط تجربی می باشند.

از آنجا که فرضیات و ضرایب در مدل‌های نفوذ با هم متفاوت است انتظار می‌رود در یک شرایط معین، مدلی خاص دارای عملکرد بهتری در مقایسه با سایرین باشد. از این رو پژوهش‌های متعددی در زمینه ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل‌های نفوذ انجام شده است (قربانی دشتکی و همکاران ۲۰۰۹؛ میشرا و همکاران ۲۰۰۳؛ رشیدی و سیفی ۲۰۰۷). در این پژوهش، نتایج نشان داد معادله کوستیاکوف در تمامی تیمارها و سطوح در مقایسه با معادله گرین-امپت از ضریب تبیین بیشتری برخوردار بوده و بنابراین به داده‌های نفوذ اندازه‌گیری شده برازش بهتری دارد (جدول ۳). گودرزی و همکاران (۱۳۹۱) نیز مدل کوستیاکوف را با خطای نسبی هشت درصد در مقایسه با مدل‌های فیلیپ، سازمان حفاظت خاک آمریکا و کوستیاکوف-لوئیز برای مدلسازی نفوذ اندازه‌گیری شده با استوانه‌های مضاعف در سه نقطه از خاک‌های رسی دشت اشترینان (لرستان) مناسب‌تر معرفی کردند.

جدول ۳- ضریب تبیین معادله کوستیاکوف و معادله گرین امپ برازش داده شده به مقادیر نفوذ اندازه‌گیری شده در خاک در تیمارهای مختلف

تیمار



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

کود گاوی (گرم در کیلوگرم خاک)			ورمی کمپوست (گرم در کیلوگرم خاک)			شاهد	معادله نفوذ
۳۰۰	۱۵۰	۷۵	۳۰۰	۱۵۰	۷۵		
۹۵/۰	۰/۹۵	۹۵/۰	۰/۹۶	۰/۹۷	۹۶/۰	۰/۹۶	کوستیاکوف
۷۰/۰	۵۱/۰	۵۵/۰	۶۴/۰	۵۷/۰	۵۰/۰	۵۰/۰	گرین-امپ

نشاط و پاره کار (۱۳۸۵) عملکرد مدل های نفوذ کوستیاکوف، گرین-امپت، فیلیپ، هورتون و سازمان حفاظت خاک آمریکا را برای برآورد نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ اندازه گیری شده به روش استوانه مضاعف با در نظر گرفتن آمار ضریب تبیین مقایسه و گزارش کردند که مدل کوستیاکوف در همه خاک های مورد مطالعه (بافت های رس-لومی، رسی و لومی) مناسب ترین مدل در کوتاه مدت بود در حالی که مدل های فیلیپ و سازمان حفاظت خاک آمریکا در طولانی مدت مناسب ترین مدلها تشخیص داده شدند. آنان همچنین گزارش کردند ضرایب مدل کوستیاکوف بسته به طول مدت اندازه گیری متغیر بود و چون این مدل بر مبنای داده های تجربی در کوتاه مدت برآورده شده برای پیش بینی در بلند مدت، با خطای قابل ملاحظه ای همراه خواهد بود.

جدول ۴ - ضرایب معادلات کوستیاکوف و گرین امپت برآزش داده شده به داده های نفوذ اندازه گیری شده در تیمارهای مورد مطالعه

معادله کوستیاکوف		معادله گرین - امپ		سطوح (گرم در کیلوگرم خاک)
میانگین ضریب k	میانگین ضریب a	میانگین ضریب a	میانگین ضریب b	
۰۸۱۴/۰b	۰۰۱۴/۰ a	۰۰۱۴/۰ a	b ۰۰۰۵/۰	شاهد
۰۶۴۷/۰ b	a ۰۰۱۴/۰	a ۰۰۱۴/۰	b ۰۰۰۶۲/۰	۷۵ کود دامی
۰۷۲۹/۰ b	a ۷۴۰۰/۰	۰۰۰۶/۰b	b ۰۰۰۶/۰	۱۵۰ کود دامی
۲۳۰۶/۰ a	a ۷۸۴۰/۰	a ۱۳۰۰/۰	b ۰۰۲۰/۰	۳۰۰ کود دامی
۱۱۲۴/۰A	۷۳۳۱/۰A	۰۰۱۲/۰ A	۰۰۲۳/۰ A	میانگین
۰۸۱۴/۰ ab	۷۶۷۹/۰ a	a ۰۰۱۴/۰	۰۰۰۶/۰ a	شاهد
۱۷۱۹/۰ a	۷۲۷۵/۰ a	۰۰۰۳/۰ b	۰۰۱۶/۰ a	۷۵ ورمی کمپوست
۰۵۰۹/۰ b	a۷۴۴۷/۰	۰۰۱۸/۰a	۰۰۰۳/۰ a	۱۵۰ ورمی کمپوست
۱۶۲۷/۰ a	۷۸۴۰/۰a	۰۰۰۷/۰ b	۰۰۰۵/۰ a	۳۰۰ ورمی کمپوست
۱۱۶۷/۰ A	۷۳۲۸/۰ A	۰۰۱۱/۰ A	۰۰۱۰/۰A	میانگین

نتایج نشان داد کاربرد کود دامی و ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد اثر معنی داری بر ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه نداشت. البته از تاثیرات کمی که در برخی تیمارها مشاهده شده هم نمی توان چشم پوشی کرد. کاربرد تیمار ورمی کمپوست در سطوح ۷۵ و ۳۰۰ گرم ورمی کمپوست و ۱۵۰ گرم کود دامی در کیلوگرم خاک سبب ایجاد تفاوت معنی دار در ضریب a (معادله نفوذ گرین-امپت) در مقایسه با سایر سطوح شد. ضریب a مذکور مربوط به نفوذ ثقلی است و مرتبط با هدایت هیدرولیکی اشباع خاک می باشد. بنابراین در نفوذ عمودی آب به خاک نقش دارد. می توان گفت کاربرد مقدار معینی از کود ورمی کمپوست و کود دامی با تاثیر بر میزان تخلخل سبب افزایش نفوذ عمودی آب به خاک مورد مطالعه شده است. با توجه به داده های بدست آمده، معادله فیلیپ (جدول ۵) در رده پایین تری نسبت به معادله گرین - امپ و کوستیاکوف در برآزش داده های نفوذ قرار گرفته است. در بسیاری از تحقیقات مدل نظری فیلیپ در رتبه های میانی قرار گرفته است. (مظلوم و فولادمنند، ۲۰۱۳) نیز پس از ارزیابی مدل های کوستیاکوف و فیلیپ برای نفوذ آب معمولی به یک خاک لوم رسی در مقادیر رطوبت اولیه متفاوت در شهرستان مرودشت (استان فارس) گزارش کردند. مدل کوستیاکوف در مقایسه با مدل فیلیپ برای برآورد نفوذ تجمعی اندازه گیری شده با استوانه های مضاعف مناسب تر است که با نتایج این تحقیق به طور نسبی تطابق دارد. از دلایل مناسب نبودن معادله فیلیپ در پژوهش انجام شده می توان گفت که این مدل از جمله



مدل های نظری بوده و در بنیان این مدل برخی ساده سازی ها در شرایط مرزی و اولیه برای حل رابطه ریچاردز در نظر گرفته شده و خاک همگن فرض شده که ممکن است با شرایط طبیعی سازگاری کافی نداشته باشد. لیکن در بنیان مدل های تجربی این گونه محدودیت ها اعمال نمی شود و هدف از استخراج مدل های تجربی آن بوده که این مدل ها به بهترین شکل بر داده های آزمایش نفوذپذیری برازش یابند (قربانی دشتکی و همکاران، ۲۰۰۹). پژوهش های انجام شده حاکی از آن است که پژوهشگران در مقایسه و ارزیابی عملکرد مدل های نفوذ به نتایج متفاوت و برخی موارد ضد و نقیضی دست یافته اند. یکی از دلایل آن طبیعت تغییرپذیر فرایند نفوذ آب به خاک است به گونه ای که حتی عملکرد یک مدل می تواند در دو خاک مشابه متفاوت باشد (سی؛ ۲۰۰۶). همچنین بسته به روش اندازه گیری نفوذ و شرایط اولیه و مرزی فرایند نفوذ مانند ارتفاع آب روی سطح خاک، رطوبت خاک قبل از نفوذ و جریان آب در خاک متفاوت خواهد بود و سبب ایجاد تفاوت در نتایج می شود (بردواج و سینگ، ۱۹۹۲).

منابع

- درزی، م. ت.، الف. فلاوند، ف. رجالی و ف. سفید کن. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*). فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۲، شماره ۴، صفحات: ۲۹۲-۲۷۶.
- گودرزی، ل.، ع. م. آخوندعلی و ح. زارعی. ۱۳۹۱. ارزیابی و تعیین ضرایب مدل های نفوذ آب به خاک در دشت اشترینان. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال اول، شماره سوم، بهار، صفحات ۳۹-۴۴.
- محمد ورزی، ر.، د. حبیبی، س. وزان و ع. ر. پازکی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد و کود نیتروژن بر کیفیت دانه آفتابگردان (*Helianthus annus L*). فصلنامه علمی - پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره ۲، شماره ۳، صفحات: ۱۶۷ تا ۱۵۶.
- میرزایی تالارپشتی، ر.، ج. کامبوزیا، ح. صباحی و ع. م. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کود های آلی بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه فرنگی. مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۱، صفحات: ۲۶۸ تا ۲۵۷.
- Bhardwaj, A. and Singh, R. ۱۹۹۲. Development of a portable simulator infiltrometer for infiltration, runoff and erosion studies. *Agricultural Water Management*, ۲۲:۲۳۵-۲۴۸.
- Edwards, C. A. and I. Burrows. ۱۹۸۸. The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Edwards, C. A. and E. Neuhauser, (Ed.). *Earthworms in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Press, The Hague, Netherlands, pp. ۲۱-۳۲.
- Green, W. H. & G. A. Ampt. ۱۹۱۱. *Studies in soil physics :I. The flow of air and water through soils*. *J. Agric Science* ۴:۱-۲۴ [۳] Horton, R. E. ۱۹۴۰. An approach toward to physical interpretation of infiltration capacity. *Soil Science Society of America Journal*, ۵:۳۹۹-۴۱۷
- Ghorbani Dashtaki, S., Homaei, M. Mahdian, M. H. and Kouchakzadeh, M. ۲۰۰۹. Site-dependence performance of infiltration models. *Water Resource Management*, ۲۳:۱۵۷۳-۱۶۵۰.
- Hanks, R. J. ۱۹۹۲. *Applied Soil Physics*. ۲nd Ed., Springer Verlag, New York, NY.
- Hillel, D. ۱۹۹۸. *Environmental Soil Physics*. Academic Press. Sand Diego, C.
- Kostiakov, A. N. ۱۹۳۲. On the Dynamic of coefficient of water percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. *Trans 6th comm. Intern. Soil. Sci. Soc. Russia. Part App 17*.
- Mazloom, H. and Fooladmand, H. ۲۰۱۳. Evaluation and determination of the coefficients of infiltration models in Marvdasht region, Fars province. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, ۱(۸): ۸۲۲-۸۲۹.
- Mishra, S. K., Tyagi, J. V. and Singh, V. P. ۲۰۰۳. Comparison of infiltration models. *Hydrological Processes*, ۱۷:۲۶۲۹-۲۶۵۲.
- Phillip, J.R. ۱۹۵۷. The theory of infiltration. ۱. Infiltration equation and its solution. *Soil Science*, ۸۳:۳۴۵-۳۵۷.
- Radcliffe, D. E. & T. C. Rasmussen. ۲۰۰۰. Soil water movement. In, *Hand Book of Soil Science*. M. E., Sumner. C.R.C. Press.



- Rashidi, M. and Seyfi, K . ۲۰۰۷. Field comparison of different infiltration models to determine the soil infiltration for border irrigation method. *Journal of Agricultural & Environmental Science*, ۲:۶۲۸-۶۳۲.
- Smith, E. R. ۱۹۷۶. Approximation for vertical infiltration rate patterns. ASAE. Annual international meeting. Paper No. ۷۵-۲۰۱۰.
- Sy, N. L. ۲۰۰۶. Modelling the infiltration process with a multi-layer perceptron artificial neural network. *Hydrological Science Journal*, ۵۱:۳-۲۰.
- Walker, R. W., & Skogerboe. ۱۹۸۳. *Surface irrigation. Theory and Applications*.

Abstract

Water shortage is one of the major problems in arid and semi-arid regions. Therefore, finding approaches to increase the irrigation water efficiency is necessary. Fertilizer can increase soil porosity and thereby increase the permeability of the soil. In the present study, the effect of different levels of cattle manure and its vermicompost on soil water infiltration and coefficients of infiltration equations were studied. The cumulative infiltration equations, the rate of water infiltration into the soil and also the coefficients of infiltration equations (Kostiakov, Philip and Green Amp) were determined in the studied soil. Results indicated that in all of applied treatments Kostiakov was the best fitted model (of the highest determination coefficient) to the measured infiltration data.



انتخاب ترکیب اولیه ردیاب ها به روش آزمون مقایسه میانگین ها جهت تفکیک منابع رسوبات محوطه دانشگاه شهرکرد

سید مصطفی علوی اشکفتکی^۱، مهدی نادری خوراسگانی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

توسعه و ارائه برنامه های مدیریتی حفاظت خاک و کنترل رسوب، مستلزم شناسایی منابع اصلی رسوب در سطح حوضه می باشد. هدف از این تحقیق استفاده از روش آماری مقایسه میانگین ها به منظور انتخاب ترکیب اولیه ردیاب ها در منطقه ای رسوب خیز واقع در شمال شرق محوطه دانشگاه شهرکرد، در استان چهارمحال و بختیاری می باشد. برای تحقق این هدف ۳۳ نمونه خاک سطحی از عمق (۱۰-۰ سانتیمتری) کاربری های مختلف و محل تقاطع مسیل ها برداشته شد. پس از تیمارهای اولیه تعدادی عناصر سنگین، کربن آلی، فسفر قابل جذب، درصد اجزاء شن، سیلت و رس، هدایت الکتریکی و pH نمونه های خاک اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که ترکیب ردیاب های EC، OC، %Silt، %Sand، K_{ex} ، Zn، Fe می توانند به عنوان ردیاب های مناسب در تفکیک منابع مختلف رسوب محوطه دانشگاه شهرکرده کار روند.

واژه های کلیدی: منشایی، تجزیه واریانس یک طرفه، کروسکال_والیس، شهرکرد

مقدمه

مشکلات به وجود آمده از فرسایش تشدیدی خاک، نه تنها سبب بروز مشکلات در مکان وقوع فرسایش مانند کاهش عمق و میزان مواد آلی خاک، کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک می شود بلکه سبب بروز مشکلات در محل رسوبگذاری مانند دفن خاک های مرغوب، کاهش کیفیت آب رودخانه ها و خسارت به آبریزان می گردد (حکیم خانی وهمکاران، ۱۳۸۶). با توجه به مسائل فوق و سهم رسوبات معلق و ریز دانه در حمل عناصر غذایی و آلودگی ها، توسعه و ارائه برنامه های مدیریتی حفاظت خاک و کنترل رسوب ضروری است. این امر مستلزم شناسایی منابع اصلی رسوب در سطح حوضه می باشد (Smith and Dragovich, 2008). جهت شناسایی منشأ رسوبات، خصوصیات فیزیکیوشیمیایی منابع رسوب اندازه گیری و طی آزمون های آماری رابطه آن ها با همان خصوصیات در رسوب مقایسه می شود (Collins et al., 1997). شولر وهمکاران (۲۰۱۳) به بررسی تاثیر قطع درختان جنگلی و زیرکشت بردن زمین های جنگلی بر فرسایش خاک یک حوضه آبریز در جنوب مرکزی شیلی پرداختند. این محققین جهت تعیین منشأ رسوبات از روش انگشت نگاری استفاده کردند با در نظر گرفتن عناصر رادیواکتیو ^{137}Cs ، ^{210}Pb و ^{226}Ra ، همچنین پتاسیم و مواد آلی خاک به عنوان ردیاب، نتیجه گرفتند که تغییرات در میزان رسوبات اخیر به طور خیلی زیاد وابسته به قطع درختان و زیرکشت بردن زمین های جنگلی است. علی دوست (۱۳۹۰) روش منشایی چندگانه کمی را به منظور تعیین منابع عمده رسوب در حوضه ناو واقع در غرب استان گیلان مورد ارزیابی قرار داده و از ترکیب مناسبی از عناصر ژئوشیمیایی، رادیواکتیو، کربن آلی، نیتروژن و فسفر برای تفکیک انواع کاربری ها (شامل جنگل، دیواره خندق، مراتع دارای پوشش و مراتع تخریب شده) استفاده کردند. تحقیق حاضر در اراضی شمال شرقی محوطه دانشگاه شهرکرد در شهرستان شهرکرد و استان چهارمحال و بختیاری صورت پذیرفت. با توجه به اهمیت اراضی برای توسعه دانشگاه در آینده، حفاظت خاک منطقه و جلوگیری از آلودگی محوطه دانشگاه شناسایی منشأ رسوبات ضرورت دارد و این مطالعه در راستای تحقق اهداف ذکر شده می باشد.

مواد و روش ها

طی بازدید میدانی و با استفاده از نقشه گوگل ارث منطقه مورد مطالعه، نقشه کاربری اراضی تهیه شد. کاربری های عمده عبارتند از (۱) مراتع با پوشش گیاهی ضعیف، (۲) اراضی مرتعی تخریب شده، (۳) اراضی کشاورزی و (۴) بستر رودخانه های فصلی به عنوان منابع بالقوه تولید رسوب در منطقه تشخیص داده شدند بنابراین با توجه به هدف مطالعه، ۳۳ نمونه خاک به مقدار کافی از بخش سطحی (۱۰-۰ سانتیمتری) خاک کاربری ها به عنوان منابع رسوب و بستر آبراهه ها و محل های اتصال آبراهه ها برداشته شد. نمونه ها هواخشک، سپس کوبیده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند. مقدار کل فلزات سنگین (Zn، Fe، Pb، Cd) به روش هضم در اسید نیتریک ۴ مولار (Sposito et al., 1982)، کاتیون های بازی Na^+ و K^+ در عصاره ۱ به ۵ خاک به استات آمونیوم ۱ مولار عصاره گیری و با دستگاه فلیم فتومتر قرائت گردید (Benton Jones, 2001)، کربن آلی (OC) به روش والکلی و بلاک (Sparks, 1996)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen et al., 1954)، بافت خاک (درصد اجزاء شن، سیلت و رس) به روش هیدرومتری (Gee and Bauder, 1986)، هدایت الکتریکی و pH، در عصاره ۱ به ۵ خاک به آب مقطر عصاره گیری شد و به ترتیب به وسیله دستگاه هدایت



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

سنج الکتریکی و پتانسیومتر اندازه گیری شدند. جهت انتخاب ترکیب اولیه ردیاب ها ابتدا نرمال بودن ردیاب ها با استفاده از آزمون کومولوگروف-اسمیرنوف بررسی شد. پس از بررسی نرمال بودن داده ها، از آزمون های تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون (H) کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) به ترتیب برای متغیرهای نرمال و غیرنرمال استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش به کمک نرم افزار آماری SPSS آنالیز شد.

نتایج و بحث

جدول شماره ۱، نتایج آزمون نرمال بودن داده ها را نشان می دهد با توجه به جدول مشاهده می شود که متغیرهای کادمیوم و فسفر کل در سطح ۵ درصد معنی دار هستند بنابراین غیرنرمال هستند و بقیه متغیرها از توزیع نرمال تبعیت می کنند

جدول ۱- آزمون نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کومولوگروف-اسمیرنوف

سطح معنی داری	مقدار اماره	ردیاب ها
۵۶۴/۰	۷۸۸/۰	Pb
۴۹۹/۰	۸۲۸/۰	Zn
۰۰۱/۰	۰۲۲/۲	Cd
۴۲۵/۰	۸۷۷/۰	Fe
۰۰۲/۰	۸۲۹/۱	P
۳۴۲/۰	۹۳۹/۰	OC
۲۳۸/۰	۰۳۱/۱	Na _{ex}
۳۰۸/۰	۹۶۶/۰	K _{ex}
۲۷۶/۰	۹۹۴/۰	%Sand
۳۵۶/۰	۹۲۸/۰	%Silt
۶۵۵/۰	۷۳۳/۰	%Clay
۶۸۳/۰	۷۱۷/۰	EC(ds/m)
۷۲۷/۰	۶۹۱/۰	pH

جدول شماره ۲، نتایج آزمون های تجزیه واریانس یک طرفه و کروسکال والیس (H) را نشان می دهد. با توجه به جدول ۲ مشاهده می شود که بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک طرفه، ردیاب سدیم قابل تبادل، سرب، درصد رس و pH و بر اساس آزمون کروسکال والیس (H)، ردیاب های کادمیوم و فسفر کل با آماره های غیر معنی دار قادر به تفکیک منابع رسوب از یکدیگر نیستند. اضافه می شود سطح احتمال مورد نظر برای قبول یا رد قدرت ردیاب ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. بنابراین ردیاب های Zn، Fe، Sand، Silt، EC، OC، K_{ex} می توانند به عنوان ردیاب های مناسب در تفکیک منابع مختلف رسوب محوطه دانشگاه شهرکرد به کار روند. والینگ (۲۰۰۵) جهت منشایابی رسوبات رسیده در تعدادی حوضه آبریز در انگلستان به ترکیبی از عناصر سنگین (Zn، Fe، Mn)، فسفر کل و ازت کل در مرحله اول تفکیک منابع رسوب دست یافت. کولینز و همکاران (۲۰۱۰) جهت منشایابی رسوبات رسیده از رودخانه بیدل انگلستان به ترکیبی از عناصر سنگین (Zn، Fe، Mn، Ti، Ba) و فسفر کل در مرحله اول تفکیک منابع رسوب دست یافتند.

جدول ۲- نتایج آزمون های آماری برای بررسی توان ردیاب ها در تفکیک منابع رسوب

تجزیه واریانس یک طرفه		آزمون H کروسکال والیس		ردیاب ها
اماره F	سطح معنی داری	اماره H	سطح معنی داری	
۵۲۴/۲	۰۷۰/۰	۹۶۰/۳	۲۶۶/۰	Pb
۷۵۶/۹	۰۰۰/۰	۹۰۸/۱۴	۰۰۲/۰	Zn
۶۳۸/۴	۰۰۹/۰	۳۶۸/۴	۲۲۴/۰	Cd
۱۵۷/۱۷۰	۰۰۰/۰	۸۸۰/۲۶	۰۰۰/۰	Fe
۸۲۷/۰	۴۹۰/۰	۶۵۹/۳	۳۰۱/۰	P
۱۷۷/۴	۰۱۴/۰	۷۸۵/۱۱	۰۰۸/۰	OC
۵۷۹/۰	۶۳۳/۰	۲۱۲/۱	۷۵۰/۰	Na _{ex}
۰۵۱/۳	۰۴۴/۰	۴۱۵/۶	۰۹۳/۰	K _{ex}
۲۹۲/۴	۰۱۳/۰	۰۳۲/۹	۰۲۹/۰	%Sand
۵۸۵/۳	۰۲۶/۰	۹۲۱/۸	۰۳۰/۰	%Silt
۷۷۲/۲	۰۶۰/۰	۶۵۷/۶	۰۸۴/۰	%Clay
۵۲۶/۰	۰۴۹/۰	۷۷۹/۱	۶۲۰/۰	EC(ds/m)
۹۰۸/۲	۶۶۸/۰	۴۷۵/۷	۰۵۸/۰	pH



منابع

- حکیم خانی، ش. احمدی، ح. غیومیان، ج. فیض نیا، س. بی همتا، ح.ر. ۱۳۸۶. تعیین ترکیب مناسبی از عناصر ژئوشیمیایی برای جداسازی واحدهای سنگ شناسی حوضه پخش سیلاب پلدشت. مجله ی منابع طبیعی ایران، دوره ۶۰، شماره ۶، صفحه های ۶۳۹ تا ۷۱۱.
- علی دوست، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی روش انگشت نگاری چند پارامتری به منظور منشایابی رسوب منطقه موردی در غرب گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.
- Bentonjones J. ۲۰۰۱. Laboratory Guide For Conducting Soil Tests And Plant Analysis, CRC Press Boca Raton London NEWYORK WASHANGTON, D.C
- Collins A.L., Walling D.E. and Leeks G.J.L. ۱۹۹۷. Fingerprinting the origin of fluvial suspended sediment in larger river basins combining of spatial provenance and source type. Applied Geografika Annaler, ۷۹A: ۲۳۹-۲۵۴.
- Collins A.L., Zhang Y., Walling D.E., Grenfell S.E. and Smith P. ۲۰۱۰. Tracingsediment loss from eroding farm tracks using a geochemical fingerprinting procedure combining local and genetic algorithm optimization. Applied Science of Total Environment, ۴۰۸: ۵۴۶۱-۵۴۷۱.
- Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle Size Analysis. In: Klute A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲nd ed. Agronomy. Monogr. ۹. ASA. Madison. Wisconsin. pp. ۳۸۳-۴۱۱.
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S. and Dean L.A. ۱۹۵۴. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate, USDA Circular. ۹۳۹. U.S Government Printing Office Washington D.C.
- Schuller P., Walling D.E., Iroume A., Quilodran C., Castillo A. and Navas A. ۲۰۱۳. Using cs^{137} and pb^{210} and other sediment source fingerprints to document suspended sediment sources in small forested catchment in South Central Chile. Applied Journal of Environmental Radioactivity, ۱۲۴: ۱۴۷-۱۵۹.
- Smith H.G. and Dragovich D. ۲۰۰۸. Improving precision in sediment source and erosion process distinction in an upland catchment, South-Eastern Australia. Applied Catena, ۷۲: ۱۹۱-۲۰۳.
- Sparks D.L. (eds.) ۱۹۹۶. Method of soil analysis, part ۳ Chemical Methods, Agronomy Monograph. VOL ۹. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Sposito G., Land L.J. and Change A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in airzone field soil amended sewage sludge: I. Fraction of Ni, Cu, Zn, Cd, Pb in solid phases, Soil Science Society of America Journal ۴۶: ۲۶۰-۲۶۴.
- Walling D.E. ۲۰۰۵. Tracing suspended sediment sources in catchment and river systems. Science of the Total Environment, ۳۴۴: ۱۵۹-۱۸۴.

Abstract

Presentation and development of soil conservation management programs and sediment control application of statistical methods for selecting soil components aid discrimination sediment resources in the North East of Shahrekord University campus, in shahrekord county, Chaharmahal and Bakhtiary province. To achieve this goal ۳۳ surface soil samples (۰-۱۰ cm) from different land uses and the intersection of ephemeral rivers were collected. After the pimitive treatments, some of heavy metals, organic carbon, available phosphorus, texture components sand, silt and clay, exchangeable and soluble sodium and potassium, electrical conductivity and pH of soil samples were measured. The results showed that combination of Zn, Fe, % Sand, % Silt, OC%, Ec and K_{ex} could be suitable tracer of sediment resources of study area.



تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک در تنگه دالاب استان ایلام

مسعود حمیدی^۱، مسعود بازگیر^۲، محمود رستمی نیا^۲، علی مهدوی^۳ و علی چاپک^۱
۱- دانشجوی کارشناس ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، ۳- دانشیار گروه علوم جنگل دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

چکیده

عدم مدیریت صحیح زمین و تغییر در کاربری اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران در قرن بیستم به یک چالش تبدیل شده است که سبب تأثیرات نامطلوب بر کیفیت خاک شده است. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر نوع کاربری و عمق بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در تنگه دالاب استان ایلام انجام گردید. نتایج نشان داد بیشترین میزان درصد رطوبت خاک برای ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی و حالت اشباع مربوط به کاربری جنگل (۵-۰) و کمترین میزان مربوط به کاربری باغ (۲۵-۱۰)، میزان جرم مخصوص ظاهری در کاربری‌ها و عمق‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود و کمترین میزان آن در جنگل (۵-۰) و بیشترین آن در باغ (۲۵-۱۰ سانتی‌متری) مشاهده شد. در کاربری‌ها و عمق‌های متفاوت مقدار ذرات شن، سیلت و رس خاک در سطح ۵ درصد معنی‌دار داشتند. جنگل از خصوصیات فیزیکی بهتری نسبت به سایر کاربری‌ها برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، خصوصیات فیزیکی خاک، استان ایلام.

مقدمه

خاک منبع اصلی استفاده از زمین و حلقه‌ی ارتباط بین اقلیم و سیستم‌های بیوژئوشیمیایی است که نقش مهمی را در اکوسیستم‌های خشکی برای تأمین نیازهای متنوع بشری ایفا می‌کند (Yan et al., ۲۰۰۴). تغییرات در خصوصیات خاک تحت تأثیر برخی خصوصیات محیطی از قبیل اقلیم، توپوگرافی، مواد مادری، پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی قرار دارد (Weltzin et al., ۲۰۰۳). جنگل تراشی و تغییر کاربری از جنگل به سایر کاربری‌ها سبب ایجاد تغییرات و کاهش معنی‌دار برخی از خصوصیات کیفیت خاک می‌شود (Kiani et al., ۲۰۰۷).

نتایج تحقیقات نشان داده تغییرات در کاربری اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم مدیریت شده اثرات منفی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد (Chelik, ۲۰۰۵). تغییر کاربری زمین روی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تأثیرگذار است و ظرفیت نفوذ تحت تأثیر ساختمان خاک و کاربری زمین است (Shukla et al., ۲۰۰۶).
عجمی و همکاران (۱۳۸۷) تغییرات در کاربری اراضی و عملیات کشت و کار طولانی مدت در اراضی شیب دار که قبلاً تحت پوشش جنگل بودند سبب تغییر در برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مثل بافت، میانگین وزنی خاکدانه‌ها، وزن مخصوص ظاهری و کاهش ماده‌ی آلی و ازت داشته است. تغییر کاربری اراضی سبب کاهش درصدی در مواد آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، تخلخل کل و افزایش ۱۰ درصدی در چگالی ظاهری خاک‌ها در اثر تبدیل جنگل به زمین کشاورزی می‌شود (ذوالفقاری، ۱۳۸۷).

عجمی و خرمالی (۱۳۸۶) دریافتند اجرای عملیات زراعی پس از جنگل تراشی موجب افزایش تراکم خاک، کاهش نفوذ پذیری، تلفات عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و کاهش فعالیت میکروبی خاک گردیده است. بررسی تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک در حوضه آبخیز کچیک استان گلستان نشان داد که در اثر تغییر کاربری بافت خاک از شنی رسی لومی به شنی لومی تبدیل شده و متوسط قطر خاکدانه‌ها نیز کاهش می‌یابد، در نتیجه خاک زراعی در مقایسه با خاک‌های جنگلی و مرتعی دارای تخلخل کمتر و جرم مخصوص بیشتر بودند (نیک نهاد قرماخر و مارامایی، ۱۳۹۰). نتایج (Chelik, ۲۰۰۵) در ترکیه و Bahrami و همکاران (۲۰۱۰) در شمال ایران نشان می‌دهد که عملیات کشت و کار و خاکورزی پس از تغییر کاربری جنگل، سبب افزایش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری در اراضی زراعی و باغ شده است. نوع کاربری از زمین، پوشش گیاهی، فعالیت‌های انسانی، فرسایش، میزان تکامل و فرایندهای خاکساز، ماده آلی و ژانترهای شیمیایی از عوامل موثر بر خصوصیات فیزیکی خاک بشمار می‌آیند این تحقیق با هدف بررسی تغییر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در عمق‌ها و کاربری‌های مختلف در تنگه دالاب ایلام انجام گرفت.



مواد و روش‌ها

این منطقه در استان ایلام (غرب ایران) و در فاصله‌ی ۲۰ کیلومتری شمال غربی شهر ایلام قرار دارد که شامل اراضی کشاورزی، جنگل و باغ در یک توالی مکانی (تنگه دالاب واقع در استان ایلام) با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}22'$ تا $46^{\circ}25'$ و $41^{\circ}33'$ تا $43^{\circ}43'$ است. اقلیم منطقه مورد مطالعه نیمه‌خشک و سرد، متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۵۲۵ mm و میانگین دمای سالیانه ۹/۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. منطقه از لحاظ پوشش گیاهی عمدتاً جنگلی و گونه غالب آن بلوط ایرانی است. در منطقه سه کاربری متفاوت شامل جنگل، باغ ده ساله گردو و کشاورزی دیم انتخاب شد. در جنگل ده نمونه خاک ترکیبی (چهار نمونه ترکیب شده) در زیر تاج پوشش درخت بلوط در دو عمق ۵-۱۵ و ۰-۵ سانتی‌متر و در خارج تاج پوشش چهار نمونه از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر گرفته شد. کاربری باغ ده نمونه از عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۵-۱۰ سانتی‌متری خاک برداشت صورت گرفت و در نهایت در کشاورزی دیم گندم نیز ده نمونه ترکیبی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشته شد. بافت خاک به روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری از روش استوانه محاسبه گردید. رطوبت ظرفیت زراعی در فشار ۳/۰ بار و رطوبت نقطه پژمردگی در فشار ۳۳/۰ بار توسط دستگاه صفحه فشاری اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SAS ۹.۱ انجام گرفت همچنین نمودارها در محیط نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس، میانگین و انحراف معیار ذرات شن، سیلت و رس در سه کاربری و در عمق‌های مختلف را نشان می‌دهد. همان گونه که از نتایج دریافت می‌شود تبدیل کاربری جنگل به باغ و کشاورزی موجب ایجاد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد اکثر پارمترهای اندازه‌گیری شده است. می‌توان گفت که درصد شن بین کاربری جنگل در زیر تاج پوشش در عمق ۵-۰ سانتی‌متر با ۱۵-۵ سانتی‌متر و کاربری باغ در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت و بیشترین مقدار شن در جنگل در عمق ۵-۰ سانتی‌متری مشاهده شد، بیشترین ذره شن در درصد ذره سیلت کاربری کشاورزی با باغ ۲۵-۱۰ سانتی‌متری در سطح پنج درصد را نشان داد. مقدار سیلت در کاربری کشاورزی دارای بیشترین مقدار شد. درصد رس می‌توان بیان داشته که بیشترین مقدار رس در باغ ۲۵-۱۰ مشاهده شد و که این عمق و کاربری با باغ ۱۰-۰، کشاورزی، جنگل داخل و خارج تاج پوشش تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد را نشان داد اما درصد رس بین کاربری‌های کشاورزی، جنگل ۱۵-۵ سانتی‌متر و خارج تاج پوشش بلوط تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۱ - میانگین و تجزیه واریانس شن، سیلت و رس در کاربری‌ها و عمق‌های مختلف ($n=10$) و برای خارج تاج پوشش ($n=4$)

کاربری	عمق (cm)	شن	سیلت درصد	رس
کشاورزی	۳۰-۰	^{cd} (۸۳/۰ ±)۹/۵۲	^a (۱۷/۱ ±)۷/۲۵	^c (۵۲/۰ ±)۴/۲۱
باغ	۱۰-۰	^d (۴۹/۰ ±)۶/۵۱	^{cd} (۵/۰ ±)۸/۲۱	^b (۵۸/۰ ±)۶/۲۶
	۲۵-۱۰	^c (۸۱/۰ ±)۲/۴۹	^d (۲۹/۰ ±)۳۵/۱۹	^a (۷۶/۰ ±)۴۵/۳۱
جنگل	۵-۰	^a (۹۰/۰ ±)۷/۶۲	^{cd} (۷۶/۰ ±)۶/۲۱	^d (۰/۰ ±)۱۶
	۱۵-۵	^b (۲۷/۰ ±)۶/۵۴	^{ab} (۸۸/۰ ±)۲/۲۵	^c (۹۳/۰ ±)۲۰/۲۰
خارج تاج پوشش بلوط	۱۰-۰	^{bc} (۵۸/۰ ±)۵۶	^{bc} (۱۵/۰ ±)۲۳	^c (۵۸/۰ ±)۲۱

a, b, c, d و e تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد، (±) انحراف معیار

می‌توان گفت که بیشترین مقدار رس مربوط به باغ (عمق ۱۰-۲۵ سانتی‌متر) به مقدار ۴۵/۳۱ درصد بود. تغییر در اندازه ذرات خاک با تغییر کاربری با نتایج تحقیقات (Tajkhalili et al., ۲۰۱۱) هماهنگی دارد و دلایل آن را می‌توان به دام انداخته شدن ذرات شن معلق در هوا توسط تاج پوشش و تنه درختان، تغییر ماده آلی، از بین رفتن لایه‌های سطحی و رخنمون شدن لایه‌های عمقی در کاربری زراعی دانست (Chehik, ۲۰۰۵). ترشحات ریشه گیاهان، مواد مادری، نوع فرآیندهای خاکساز و بسیاری از فعالیت‌های انسانی نیز می‌تواند بر درصد و اندازه ذرات خاک تأثیر گذار باشد. میزان نسبی ذرات شن، سیلت و رس می‌تواند بر بسیاری فرآیندهای زیستی خاک، ویژگی‌های شیمیایی، فرسایش و آبشویی و همچنین بسیاری از شاخص‌های فیزیکی خاک تأثیر گذار باشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

بیشترین میزان نگهداری رطوبت اشباع، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی در عمق ۵-۰ سانتی متری مربوط به کاربری جنگل می باشد و این کاربری با بقیه کاربری های اندازه گیری شده دارای تفاوت معنی داری است که دلیل آن را می توان به وجود ماده آلی فراوان و نکه داشت رطوبت نسبت داد و این کاربری با جنگل (عمق ۵-۱۵ سانتی متر)، باغ و کشاورزی کاربری ها تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد را نشان داد.

نگهداری رطوبت در خاک با میزان ماده آلی، نوع و اندازه ذرات خاک، ساختمان خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها، برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیای خاک (جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، کاتیون ها و آنیون ها، آهک و...) و فعالیت انسانی در ارتباط است همچنین مقدار نگهداری آب در خاک به عواملی چون بافت، توزیع اندازه ذرات بستگی دارد (نوربخش و افیونی، ۱۳۷۹). آب قابل استفاده گیاه بین حد زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک قرار دارد و شناخت و تعیین این دو شاخص کمک شایانی به بحث کیفیت و زمان آبیاری، رشد گیاه، بازده آبی و زمان نیازمندی گیاه و زمین به آبیاری می کند.

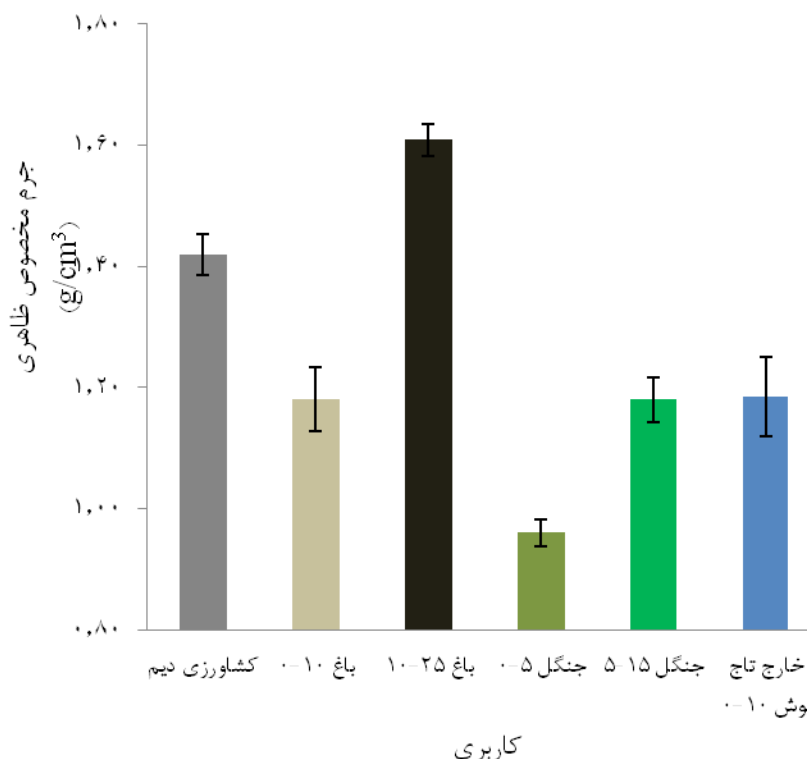
نتایج برومند و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داده است که تغییر کاربری از جنگل به دیگر کاربری ها نگهداری رطوبت را کاهش داده است. همانگونه که از نتایج دریافت می شود در جنگل ۵-۰ سانتی متری به دلیل کیفیت بالای خصوصیات فیزیکی خاک و وجود ماده آلی شاهده بیشترین نگهداری رطوبت بودیم که این نشان از ظرفیت بالای خاک جنگل برای جلوگیری از هدر رفت و ایجاد فرسایش آبی می باشد..

جدول ۲- میانگین و تجزیه واریانس رطوبت اشباع، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی در کاربری ها و عمق های مختلف و برای خارج تاج پوشش

کاربری	عمق (cm)	رطوب اشباع	رطوبت ظرفیت زراعی	رطوبت نقطه پژمردگی
کشاورزی	۳۰-۰	^b (۴۵/۰ ±)۵/۳۸	^{cd} (۳۷/۰ ±)۳/۲۲	^c (۳۱/۰ ±)۱/۱۲
	۱۰-۰	^b (۹۸/۰ ±)۸/۳۹	^b (۵۳/۰ ±)۱/۲۴	^b (۳۷/۰ ±)۳/۱۳
باغ	۲۵-۱۰	^b (۴۲/۰ ±)۲/۳۸	^{cd} (۳۷/۰ ±)۳/۲۲	^c (۳۰/۰ ±)۷/۱۱
	۵-۰	^a (۵۷/۱ ±)۳/۵۱	^a (۴۷/۰ ±)۲/۲۷	^a (۳۰/۰ ±)۷/۱۴
جنگل	۱۵-۵	^b (۷۵/۰ ±)۳/۴۱	^{bc} (۳۰/۰ ±)۲/۲۳	^c (۳۳/۰ ±)۲۰/۱۲
	۱۰-۰	^b (۹۱/۰ ±)۳/۳۹	^d (۴۸/۰ ±)۷/۲۱	^c (۲۹/۰ ±)۵/۱۱

a, b, c, و d تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد، (±) انحراف معیار

جرم مخصوص ظاهری خاک در همه کاربری ها به جز جنگل (عمق ۵-۱۵ سانتی متر) با خارج تاج پوش (عمق ۱۰-۰ سانتی متر) تفاوت معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. بیشترین جرم مخصوص ظاهری را می توان در باغ (عمق ۱۰-۲۵ سانتی متری) به میزان ۶۱/۱ (g/cm³) دانست و کمترین مقدار آن را می توان (عمق ۵-۰ سانتی متری) جنگل به میزان ۹۶/۰ (g/cm³) مشاهده کرد (شکل ۳)، جرم مخصوص ظاهری بالا در باغ و کشاورزی را می توان به دلیل کشت و کار و عملیات های خاکورزی پس از تغییر کاربری جنگل نسبت داد که این خود د سبب فرسایش خاک و هدررفت ماده آلی شده است (Chelik et al., ۲۰۰۵). نتایج ما با نتایج فروغی فرو و همکاران (۱۳۹۰) و ذوالفقاری و حاجی عباسی (۱۳۸۷) مطابقت داشت. جرم مخصوص ظاهری خاک در ارتباط مستقیم با ماده آلی، ساختمان خاک، و شیوه بهره برداری از زمین می باشد. تخریب خاک، کاهش ماده آلی و عدم وجود پوشش گیاهی مناسب به خاک را می توان امروزه به عنوان عوامل اصلی تغییرات در کیفیت شاخص جرم مخصوص ظاهری خاک برشمرد که به طور غیر مستقیم بر کیفیت و سلامت خاک تاثیر گذار است.



شکل ۱- نمودار وزن مخصوص ظاهری در سه کاربری و عمق‌های مختلف

کیفیت و تغییرات در خصوصیات خاک در ارتباط مستقیم با نوع مدیریت خاک و شیوه بهره برداری از زمین می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که خاک جنگل در عمق ۵-۰ سانتی متری در مقایسه با سایر کاربری‌ها و در عمق‌های متفاوت در اکثر شاخص‌های فیزیکی خاک دارای کیفیت بالاتری بود که این بیانگر وضعیت مطلوب خاک جنگل و توانایی و پتانسیل مناسب این کاربری در مقایسه با سایر کاربری‌ها دارد. بنابراین می‌توان پیش بینی کرد که جنگل از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و شاخص‌های مربوط به کیفیت و سلامت خاک دارای رتبه بالاتری نسبت به کاربری کشاورزی و باغ می‌باشد.

منابع

- برومند، م.، قاجار سپانلو، م و بهمنیار، م. ع. ۱۳۹۱. اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: سمسکنده ساری). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال پنجم، شماره ۶، بهار و تابستان.
- ذوالفقاری، ر. ۱۳۸۷. بررسی مقاومت به خشکی نهال بلوط ایرانی (*Quercus brantii Lindl.*). با استفاده از نشانگرهای مورفولوژی، فیزیولوژی، بیوشیمیایی و مولکولی. رساله دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ذوالفقاری، ع. ا و حاج عباسی، م. ع. ۱۳۸۷. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آگریزی خاک در مراتع فریدون شهر و جنگل‌های لردگان مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۲، شماره ۲.
- عجمی، م و خرمالی، ف. ۱۳۸۶. نقش ماده الی در ارتقاء سلامت خاک اکوسیستم‌های کشاورزی با بیشینه کاربری جنگل. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، صفحه‌های ۳۲۳۸ تا ۳۲۶۸.



عجمی، م.، خرمالی، ف و ایوبی، ش. ۱۳۸۷. تغییرات برخی از پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری اراضی در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی لسی در شرق گلستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران (۳۹)، ۱: صفحه‌های ۱۵ تا ۳۰. فروغی فر، ح.، جعفرزاده، ع. ا.، ترابی گل سفیدی، ح.، علی اصغرزاد، ن.، تومانیان، ن و داوونگر، ن. ۱۳۹۰. تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی در شکل‌های مختلف اراضی مختلف دشت تبریز. نشریه آب و خاک. جلد ۲۱ شماره ۳.

نوربخش، ف و افیونی، م. ۱۳۷۹. تخمین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم از روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴. شماره ۱.

نیک نهاد قرماخر، ح و مارمایی، م. ۱۳۹۰. مطالعه تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد اول، شماره ۲، صفحه‌های ۸۱ تا ۹۶.

Bahrami, A., I. Emadodin, Ranjbar-Atash, M. and RudolfBork, H. ۲۰۱۰, Land Use Change and Soil Degradation: A Case Study, North of Iran, Agric. Biol. J. N. Am, ۱, ۴, PP. ۶۰۰-۶۰۵.

Celik, I. ۲۰۰۵. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern mediterranean highland of Turkey. Soil Tillage Research, ۸۳: ۲۷۰-۲۷۷.

Dinakaran, J. and Krishnayya, N.S.R. ۲۰۰۸. Variations in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils, ۹۴: ۱۱۴۴-۱۱۵۰.

Kiani, F., Jalalian, A., Pashae, V. and Khademi. H. ۲۰۰۷. Effect of deforestation, grazing exclusion and rangeland degradation on soil quality indices in loess-derived landforms of Golestan Province. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science-Isfahan University of Technology. ۱۱(۴۱): ۴۵۳-۴۶۴. (In Persian).

Shukla, M.K., Lalb, R., Ebinger, M. and C. Meyer. ۲۰۰۶. Physical and chemical properties of soils under some pinon-juniper-oak canopies in a semi-arid ecosystem in New Mexico. J. Arid Environ. ۶۶: ۶۷۳-۶۸۵.

Tajkhalili, N., Saedi, S. and A. Baybord. ۲۰۱۱. Evaluation of some soil physical characteristics turns on from forest to pasture land and agricultural land in Arasbaran protected area. ۱۲th congress of soil science. ۱۲-۱۴ September. Tabriz. Iran. (In Persian).

Weltzin, J.F., Loik, M.E., Schwinning, S., Williams, D.G., Fay, P.A., Haddad, B.M., Harte, J., Huxman, T.E., Knapp A.K., Lin, G.H., Pockman, W.T., Shaw, M.R., Small, E.E., Smith, M.D., Smith, S.D., Tissue, D.T. and Zak, J.C. ۲۰۰۳. Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. Bioscience ۵۳, Pp: ۹۴۱-۹۵۲.

Yang, K., Jun, J., Yana, Q. and Sunc, O. ۲۰۰۴. Changes in soil P Chemistry Affected by Conversion of Natural Secondary Forests to Larch Plantations, Forest Ecology and Management, V. ۲۶۰, No. ۳, PP, ۴۲۲-۴۲۸.

Abstract

Mismanagement of land and changes in land use in the arid and semi-arid Iran in the twentieth century has become a challenge that causes negative impact on effects on the quality of the soil. This research aims to investigate the effect of land use and depth on some of soil physical properties in Dalab region of Ilam province. The results showed maximum amount soil moisture to FC, PWP and SP of forest (۰-۵ cm) and the minimum amount in garden (۱۰-۲۵ cm), the bulk density was significantly ($p < 0.05$) in land uses and different depths. The amount of sand, silt and clay were significantly ($p < 0.05$) in land use and different depths. Forest was soil physical properties better than other land uses.

بررسی تغییرات مکانی ضرایب برخی معادلات نفوذ آب به خاک

محمد امیددی فرد^۱ و سید علی اکبر موسوی^۲
 ۱ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

آزمایش‌های نفوذ با روش تک‌حلقه در ۵۰ نقطه از خاک سری دانشکده (ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز) انجام و تغییرات مکانی ضرایب معادلات نفوذ بررسی شد. مدل کروی بهترین مدل نیم‌تغییرنمای تمامی ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه به جز ضرایب S معادله فیلیپ، K و A معادله کوستیاکوف - لوییز و ضرایب معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا بود. بیشترین وابستگی مکانی مربوط به ضریب a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا و کمترین وابستگی مکانی مربوط به ضرایب b معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا، a معادله هورتون، S معادله فیلیپ و b معادله کوستیاکوف بود. بیشترین شعاع تاثیر مربوط به ضرایب معادله کوستیاکوف-لوییز، ضرایب S معادله فیلیپ، a معادله هورتون و b معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا بود و کمترین شعاع تاثیر مربوط به ضریب K معادله کوستیاکوف بود. روش مناسب تخمین همه ضرایب معادلات نفوذ به جز ضرایب S فیلیپ، b کوستیاکوف و b معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک بود. واژه های کلیدی: ضرایب معادلات نفوذ، تغییرات مکانی، نیم‌تغییرنما، وابستگی مکانی

مقدمه

یکی از مهمترین ویژگی‌های خاک از لحاظ کشاورزی نفوذ آب به خاک می‌باشد. ورود آب به داخل خاک نفوذ گفته می‌شود. سرعت ورود آب به خاک (سرعت نفوذ) از عوامل مهم در طراحی سیستم‌های آبیاری، مطالعات هیدرولوژی، مدیریت منابع آب و حفاظت خاک و طراحی زهکش‌ها و کنترل فرسایش خاک در حوضه‌های آبخیز می‌باشد (عباسی، ۱۳۸۶). انتخاب نوع سیستم آبیاری برای هر منطقه به ویژگی‌های نفوذ آب به داخل خاک بستگی دارد. همچنین مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری نیز براساس سرعت نفوذ آب می‌باشد. بنابراین ارزیابی دقیق نفوذپذیری که تحت تاثیر ویژگی‌های مختلفی از خاک است ضروری می‌باشد. معادله‌های مختلف برای تعیین چگونگی نفوذ آب به خاک وجود دارد که برخی از آنها بر مبنای ویژگی‌های فیزیکی خاک هستند و برخی دیگر معادله‌هایی هستند که براساس ترسیم منحنی بین سرعت نفوذ و زمان تحلیل شده‌اند و ویژگی‌های فیزیکی به خصوصی از خاک را در بر نمی‌گیرند. با به کارگیری این معادله‌ها از اتلاف وقت و صرف مخارج زیاد که برای اندازه‌گیری نفوذ در مزرعه به ویژه در سطح وسیع لازم است، جلوگیری می‌شود. معادلات نفوذ به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند دسته اول معادلات تجربی که شامل معادله هورتون (۱۹۴۰)، معادله هولتان (۱۹۶۱)، معادله کوستیاکوف (۱۹۳۲)، معادله کوستیاکوف - لوییز (۱۹۴۸)، سازمان حفاظت خاک آمریکا (۱۹۸۹) و دسته دوم معادلات تئوری که شامل معادله گرین آمپت (۱۹۱۱) و فیلیپ (۱۹۵۷) می‌باشد که شکل کلی آنها در جدول ۱ نشان داده شده است (به نقل از نشاط و پاره کار، ۱۳۸۶).

جدول ۱- شرح مدل‌های نفوذ مورد بررسی و ضرایب آنها

معادله	ضرایب	مدل
$I = K_0 t + G \ln [1 + I/G]$	G و K ₀	گرین و آمپت
$I = S \sqrt{t} + At$	A و S	فیلیپ
$I = Kt^b$	b و K	کوستیاکوف
$I = K t^b + At$	A و b ، K	کوستیاکوف-لوییز
$I = Ct + m(1 - e^{-at})$	a و m ، C	هورتون
$I = a t^b + 0.6985$	b و a	SCS**

I* نفوذ تجمعی (سانتی متر) و t زمان (دقیقه) می‌باشد. **SCS مدل سازمان حفاظت خاک آمریکا می‌باشد.

ضرایب معادلات نفوذ بر بسیاری از فرایندهای خاک از جمله نفوذ آب به خاک، جریان آب در خاک، انتقال املاح، مواد شیمیایی و کودها در خاک موثر است به دلیل تغییرات مکانی و زمانی این ویژگی استفاده از روش‌های آماری قطعی کلاسیک برای توصیف آن به تنهایی کارا نبوده و برای توصیف دقیق این ویژگی بایستی از مدل‌های تصادفی (مدل‌های زمین آماری) به همراه آمار کلاسیک استفاده شود (موسوی و سپاسخواه، ۱۳۹۰). از روش‌های متداول در برآورد ویژگی‌های فیزیکی خاک، روش‌های زمین آماری است که با استفاده از الگوی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک، این ویژگی‌ها را در نقاط نمونه‌برداری نشده تخمین می‌زند. تغییرات مکانی نفوذپذیری خاک متأثر از ویژگی‌های ذاتی خاک از قبیل نوع خاک و توزیع اندازه منافذ و ویژگی‌های غیر ذاتی مانند عبور و مرور وسایل نقلیه، کشت و کار و نوع کاربری زمین می‌باشد.



مواد و روش ها

تحقیق حاضر در خاک سری دانشکده واقع در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه در ارتفاع ۱۸۱۰ متر بالای سطح دریای آزاد و در محدوده‌ی ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی انجام شد. در این پژوهش اندازه‌گیری نفوذپذیری با استفاده از روش تک حلقه انجام شد. بدین ترتیب که در شروع آزمایش، روی سطح زمین یک استوانه (به قطر ۶۰ سانتی‌متر) قرار داده شده و با استفاده از درپوش و وارد کردن ضربات غیرمستقیم چکش، استوانه‌ها تا عمق حدود ۱۰ سانتی‌متر در زمین کوبیده شدند. در این پژوهش از ۴ ارتفاع آبی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متری استفاده شد. مقدار آبی که در فواصل زمانی مختلف به استوانه افزوده می‌شود، برابر با حجم آب نفوذ یافته به خاک است. سپس از تقسیم حجم آب نفوذ یافته به خاک بر مساحت استوانه ارتفاع آب نفوذ یافته به خاک یا بدست می‌آید تا رسیدن به شرایط پایدار، زمان و حجم آب افزوده شده (نفوذ یافته) به خاک ثبت شد. با توجه به اینکه در آبیاری معمولاً ۵ سانتی‌متر آب روی خاک قرار می‌گیرد ضرایب معادلات نفوذ آب به خاک (معادله فیلیپ، کوستیاکوف، کوستیاکوف-لوپیز، هورتون و سازمان حفاظت خاک آمریکا) در ارتفاع آبی ۵ سانتی‌متر بدست آمده‌اند به منظور تعیین ضرایب مدل‌های مورد نظر، تابع هدف به صورت زیر تعریف شد (قربانی دشتکی و همکاران، ۲۰۰۹):

$$SSE = \sum_{i=1}^n (I(m)_j - I(p)_j)^2 \quad (1)$$

که در آن SSE: مجموع مربعات خطا (cm^2)، $I(m)_j$: مقدار نفوذ تجمعی اندازه‌گیری شده در زمان زام (cm)، $I(p)_j$: مقدار

نفوذ تجمعی برآورد شده برای زمان زام (cm)، n: تعداد مقایسه‌ها می‌باشد. ضرایب مدل‌های مورد بررسی با حداقل قرار دادن مقدار تابع هدف (SSE) و به منظور در نظر گرفتن بهترین برازش بین مقادیر برآورد شده و مقادیر اندازه‌گیری شده با استفاده از گزینه Solver در نرم افزار Excel تعیین شد.

بدین ترتیب ۵۰ نقطه با فواصل ۴، ۸ و ۱۶ متر واقع بر الگوی نمونه برداری نسبتاً منظم در خاک مورد نظر انتخاب شد ضرایب معادلات نفوذ در نقاط مورد نظر با روش‌های تک حلقه (رینولدز و الریک، ۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد و پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها برای بررسی تغییرات مکانی داده‌ها، نیم‌تغییرنمای هر یک از ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار ۵.۱ GS+ محاسبه شد و مدل‌های مختلف شامل مدل‌های کروی، گوسی، نمائی و خطی به آنها برازش داده شد. سپس بهترین مدل با در نظر گرفتن معیارهای R^2 و RSS انتخاب شد و با استفاده از ضرایب بهترین مدل برازش داده شده به نیم‌تغییرنما و با استفاده از روش کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله مقدار ویژگی‌های مورد مطالعه در نقاط نمونه برداری نشده تخمین زده شد. به منظور انتخاب روش مناسب درون‌یابی از روش‌های مختلف استفاده شد و در پایان با داشتن مقادیر واقعی و برآورد شده می‌توان خطا و انحراف روش تخمین استفاده شده را برآورد نمود. این کار با محاسبه شاخص‌های آماری کنترل اعتبار نظیر، ضریب تبیین (R^2)، میانگین خطای باقیمانده (MRE)، میانگین مربعات خطا (MSE)، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده (NRMSE) و میانگین هندسی نسبت خطا (GMER) انجام شد.

(۲)

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Z_{xi}^* - Z_{xi})^2 \quad (3)$$

(۴)

(۵)

که در این روابط، و n به ترتیب مقدار اندازه‌گیری شده در موقعیت، مقدار تخمین زده شده در موقعیت، میانگین تمام مقادیر اندازه‌گیری شده و تعداد نمونه‌ها می‌باشد.



نتایج و بحث

نیم تغییر نماهای تجربی به طور مجزا برای هر متغیر در جهات مختلف جغرافیایی محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. نیم تغییر نماهای مسطحاتی رسم شده، تفاوتی در وابستگی مکانی، بواسطه جهت قرارگیری نشان نداد و بنابراین نیم تغییرنمای همسان گرد انتخاب شد. این واقعیت نمایانگر آن است که تغییرپذیری متغیرهای مورد مطالعه در جهات مختلف نسبتاً یکسان بوده و به جهت وابسته نیست و تغییرات تنها به فاصله بین نقاط وابسته است. در جداول ۲ و ۳ ضرایب بهترین مدل برازش داده شده به نیم تغییرنمای ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه نشان داده شده است. همانگونه که نتایج نشان می دهد بهترین مدل برازش داده شده به نیم تغییرنمای تمام ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه به جز ضرایب معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا (a و b)، ضرایب S معادله فیلیپ و K و A معادله کوستیاکوف - لوییز از نوع کروی همسانگرد بود در حالی که بهترین مدل برازش یافته به نیم تغییرنمای ضرایب معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا (a و b)، ضرایب S معادله فیلیپ و K و A معادله کوستیاکوف - لوییز نمایی همسانگرد بود. نیز بهترین مدل برازش داده شده به نیم تغییرنمای ضریب K و b معادله کوستیاکوف را به ترتیب کروی و نمایی گزارش کردند. همچنین آنها بهترین مدل برازش داده شده به نیم تغییرنمای ضرایب S و A معادله فیلیپ را به ترتیب کروی و نمایی گزارش کردند که تنها از نظر بهترین مدل برازش داده شده به ضریب K معادله کوستیاکوف با یافته‌های این تحقیق همخوانی داشت و در سایر موارد با نتایج این تحقیق همخوانی نداشت نتایج نشان داد کمترین سقف در بین ضرایب نفوذ مورد مطالعه به مقدار ۰/۰۰۱۰/۰ مربوط به ضریب C معادله هورتون و بیشترین سقف به مقدار ۸۰۹/۶ مربوط به ضریب a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا بود که نشان دهنده تصادفی بودن یا بدون ساختار بودن ضریب a یا واریانس کل تمام نمونه‌هایست که در محاسبه نیم تغییرنمای آن به کار گرفته شده‌اند. دامنه تغییرات سقف در بین ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه به ترتیب از ۰/۰۰۱۰/۰ تا ۸۰۹۰۰/۶ برای ضرایب C معادله هورتون و a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا متغیر بود. کرمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که سقف برای ضرایب S و A معادله فیلیپ و ضرایب K و b معادله کوستیاکوف به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۲۳، ۰/۲۷۹ و ۰/۱۰ می باشد. نتایج نشان داد کمترین اثر قطعه‌ای در بین ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه به مقدار ۰/۰۰۰۵/۰ مربوط به ضریب C معادله هورتون است که نشان می دهد واریانس نسبی و حجم نمونه‌برداری برای آشکار کردن ساختارهای مکانی آن مناسب بوده است. در حالی که بیشترین اثر قطعه‌ای به مقدار ۴/۲ مربوط به ضریب a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا بود که بیانگر واریانس تصادفی قوی در یک فاصله کوتاه است که می تواند ناشی از خطاهای نمونه‌برداری، اندازه‌گیری و وجود تغییرات کوتاه دامنه ویژگی مورد مطالعه در فواصل کوچکتر از کوتاهترین فاصله نمونه‌برداری باشد. دامنه تغییرات اثر قطعه‌ای ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه بین ۰/۰۰۰۵/۰ تا ۴۰۰۰/۲ به ترتیب برای ضرایب C معادله هورتون و a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا متغیر بود. کرمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که اثر قطعه‌ای برای ضرایب S و A معادله فیلیپ و ضرایب K و b معادله کوستیاکوف به ترتیب ۰/۰۹، ۰/۱۱، ۰/۰۹۴ و ۰/۰۰۵ می باشد. نتایج نشان داد کمترین شعاع تاثیر در بین ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه به مقدار ۹۶ متر مربوط به ضریب K معادله کوستیاکوف بود، که نشان می دهد ضریب K معادله کوستیاکوف در یک نقطه می تواند تا ۹۶ متر بر نقاط اندازه‌گیری مجاور تاثیر داشته باشد به عبارتی کمترین وابستگی مکانی مربوط به ضریب K معادله کوستیاکوف می باشد. بنابراین برای این ویژگی می توان فاصله نمونه‌برداری را حدود ۱۰۰ متر در نظر گرفت چون با افزایش دامنه تاثیر فواصل نمونه‌برداری افزایش یافته و تعداد نمونه‌های لازم و در نتیجه هزینه‌های لازم کمتر می شود. دامنه تغییرات شعاع تاثیر ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه بین ۱/۹۶ تا ۲۱۱ متر به ترتیب برای ضریب K معادله کوستیاکوف و ضرایب معادله کوستیاکوف-لوییز، a معادله هورتون، S معادله فیلیپ و b معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا متغیر بود. کرمی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که شعاع تاثیر برای ضرایب S و A معادله فیلیپ و ضرایب K و b معادله کوستیاکوف به ترتیب ۳۱۶۵، ۷۱۱۰، ۳۲۳۲ و ۱۴۴۱۰ متر می باشد. نتایج نشان داد در بین ضرایب نفوذ مورد مطالعه بیشترین نسبت اثر قطعه‌ای به سقف به مقدار ۶۴۸/۰ مربوط به ضریب a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا بود که نشان می دهد از کل تغییرات مربوط به این ضریب ۲/۳۵ درصد دارای ساختار مکانی بوده در حالی که ۸/۶۴ درصد از تغییرات این ویژگی تصادفی و بدون ساختار مکانی مشخص بوده است. کمترین نسبت اثر قطعه‌ای به سقف به مقدار ۵/۰ مربوط به ضریب b معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا، ضرایب C و a معادله هورتون، ضریب S معادله فیلیپ و ضریب b معادله کوستیاکوف بود که نشان می دهد ۵۰ درصد از کل تغییرات مربوط به این ویژگی‌ها تصادفی و بدون ساختار مکانی بوده و ۵۰ درصد غیرتصادفی و دارای ساختار مکانی می باشد. با توجه به مقدار نسبت اثر قطعه‌ای به سقف نیم تغییرنما و براساس الگوی پیشنهاد شده به وسیله کامباردلا و همکاران (۱۹۹۴) کلاس وابستگی مکانی همه ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه متوسط تعیین شد و کلاس وابستگی مکانی قوی در هیچ یک از ضرایب معادلات نفوذ مشاهده نشد. در حالی که کرمی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که کلاس ساختار مکانی ضرایب K معادله کوستیاکوف و همچنین ضرایب S و A معادله فیلیپ را قوی گزارش نمودند البته آنان مشابه نتایج این تحقیق کلاس وابستگی مکانی ضریب b معادله کوستیاکوف را متوسط گزارش نمودند. نتایج نشان داد بیشترین تغییرپذیری ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه در مرکز منطقه مورد مطالعه می باشد و در سایر نواحی تغییرات کمتر است و ویژگی‌های مورد مطالعه از یکنواختی بیشتری برخوردارند. بیشترین ضریب S معادله نفوذ فیلیپ، ضریب A معادله فیلیپ، ضریب K معادله کوستیاکوف، ضریب b معادله نفوذ کوستیاکوف، ضریب C معادله نفوذ هورتون، ضریب m معادله نفوذ هورتون، ضریب a معادله نفوذ هورتون، ضریب a معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا و ضریب b معادله سازمان حفاظت خاک آمریکا به ترتیب در جنوب، شمال شرقی، جنوب غربی، شرق، شمال غرب، شمال غرب، شمال غرب، جنوب غربی، جنوب، جنوب غربی و شمال غربی ناحیه منطقه مورد مطالعه و کمترین مقدار



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

این ویژگی‌ها به ترتیب در شمال شرق، جنوب، شمال، مرکز مایل به غرب، جنوب، مرکز مایل به جنوب، جنوب غربی، شمال، شمال، شمال شرق و مرکز بخش‌های منطقه مورد مطالعه مشاهده شد (نتایج نشان داده نشده است).
جدول ۲- ضرایب بهترین مدل برازش داده شده به نیم‌تغییرنمای ضرایب معادلات نفوذ مورد مطالعه اندازه‌گیری شده در ۵۰ نقطه از خاک سری دانشکده.

RSS	R ²	کلاس وابستگی مکانی	نسبت C./C+ C.	شعاع تاثیر (متر)	سقف (C+) (C)	اثر قطعه‌ای (C) (C)	مدل	ویژگی‌های مورد مطالعه* ضرایب معادله فیلپ
۲/۹۳E-۰۶	۰/۹	متوسط	۰/۵۰۰	۲۱۱	۰/۰۱۲۰۵	۰/۰۰۶۰۲	نمایی همسان گرد	S
۲/۲۶E-۰۸	۰/۴	متوسط	۰/۵۰۱	۱۰۱	۰/۰۰۰۷۱	۰/۰۰۰۳۵	کروی همسان گرد	A
۳/۵۶E-۰۷	۰/۹	متوسط	۰/۵۶۹	۹۶/۱	۰/۰۴۶۲۴	۰/۰۱۹۹۲	کروی همسان گرد	K
۵/۴۴E-۰۱	۰/۸	متوسط	۰/۵۰۰	۱۰۱	۲/۲۸۳۰۰	۱/۱۴۱۰۰	کروی همسان گرد	b
۴/۱۶E-۰۵	۰/۹	متوسط	۰/۵۰۱	۲۱۱	۰/۰۴۱۶۸	۰/۰۲۰۷۹	نمایی همسان گرد	K
۴/۹۷E-۰۶	۰/۵	متوسط	۰/۵۰۱	۲۱۱	۰/۰۰۵۳۵	۰/۰۰۲۶۷	کروی همسان گرد	b
۳/۸۵E-۰۴	۰/۶	متوسط	۰/۵۶۹	۲۱۱	۰/۴۰۰۶۰	۰/۱۷۲۸۰	نمایی همسان گرد	A
۲/۳۲E-۱۲	۰/۹	متوسط	۰/۵۰۰	۲۰۰	۰/۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۰۵	کروی همسان گرد	C
۳/۳۳E-۰۷	۰/۹	متوسط	۰/۵۰۱	۱۷۶	۰/۰۹۰۷۰	۰/۰۴۵۳۰	کروی همسان گرد	m
۶/۴۱E-۰۶	۰/۶	متوسط	۰/۵۰۰	۲۱۱	۰/۰۱۲۸۳	۰/۰۰۶۹۱	کروی همسان گرد	a
۲/۴۶E-۰۲	۰/۹	متوسط	۰/۶۴۸	۱۸۵	۶/۸۰۹۰۰	۲/۴۰۰۰۰	نمایی همسان گرد	a
۸/۹۷E-۰۴	۰/۸	متوسط	۰/۵۰۰	۲۱۱	۰/۱۳۶۳۰	۰/۰۶۸۱۰	نمایی همسان گرد	b

*) معیاری از هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/min)، ضریب تجربی (cm/min)^{۰.۷۱۹}، ضریب تجربی (بی بعد)، ضریب تجربی (cm/min)^{۰.۶۴۲}، ضریب تجربی (بی بعد)، ضریب تجربی (cm/min)، ضریب تجربی (cm/min)، ضریب تجربی (cm/min)^{۰.۹۵} و ضریب تجربی (بی بعد).
 R² ضریب تبیین و RSS مجموع مربعات باقیمانده می‌باشد. * اگر نسبت اثر قطعه‌ای به سقف یک ویژگی کمتر از ۲۵ درصد، بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد آن ویژگی به ترتیب در محدوده کلاس وابستگی مکانی قوی، متوسط و ضعیف قرار می‌گیرد (کامارادلا و همکاران، ۱۹۹۴).

۳- روش مناسب برای تخمین ضرایب معادلات نفوذ آب به خاک در خاک سری دانشکده و معیارهای محاسبه شده برای ارزیابی و دقت تخمین.

معیارهای ارزیابی دقت تخمین*					روش تخمین مناسب	ویژگی‌های مورد مطالعه** ضرایب معادله فیلپ
GMER	NRMSE	MSE	MRE	R ²		
۰/۹۸۹	۰/۱۶۴	۰/۰۰۶	-۰/۰۰۱	۰/۲۳۳	کریچینگ معمولی	S
۱/۰۰	۰/۲۳۲	۰/۰۰۰	-۰/۰۲۴	۰/۵۱۹	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	A
۰/۹۹۵	۰/۰۸۸	۰/۰۳۳	۰/۰۰۲	۰/۵۱۶	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	K
۰/۸۹۹	۰/۲۸۳	۱/۷۱	-۰/۰۱۲	۰/۴۴۵	کریچینگ معمولی	b
۰/۹۶۷	-۰/۱۹۹	۰/۰۲۰	۰/۰۱۶	۰/۴۰۲	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	K
۱/۰۲	۰/۱۸۴	۰/۰۰۳	-۰/۰۳۵	۰/۵۱۴	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	b
۱/۰۱	۰/۱۰۶	۰/۱۹۵	-۰/۰۱۸	۰/۴۳۶	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	A
۰/۹۶۲	۰/۴۵۰	۵/۲۴E-۰۵	-۰/۰۴۸	۰/۲۷۴	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	C
۰/۹۸۳	۰/۳۰۸	۰/۰۶۳	-۰/۰۲۶	۰/۴۸۰	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	m
۰/۹۴۱	۰/۳۹۲	۰/۰۰۸	-۰/۰۱۸	۰/۵۱۸	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	a
۰/۹۷۲	۰/۳۰۷	۳/۳۱	-۰/۰۱۸	۰/۵۰۱	وزن دهی نرمال عکس فاصله با توان یک	a
۰/۹۷۶	۰/۳۳۰	۰/۰۸۱	-۰/۰۲۵	۰/۵۰۶	کریچینگ معمولی	b

*) GMER و R²، MRE، MSE، NRMSE به ترتیب عبارتند از: ضریب تبیین، میانگین خطای باقیمانده، میانگین مربعات خطا، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده و میانگین هندسی نسبت خطا. ** S.A.K, b.K, b, A, C, m, a, a
 *) معیاری از هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/min)، ضریب تجربی (cm/min)^{۰.۷۱۹}، ضریب تجربی (بی بعد)، ضریب تجربی (cm/min)^{۰.۶۴۲}، ضریب تجربی (بی بعد)، ضریب تجربی (cm/min)، ضریب تجربی (cm/min)، ضریب تجربی (cm/min)^{۰.۹۵} و ضریب تجربی (بی بعد).



منابع

- قربانی دشتکی، ش.، م. همایی و م. ج. مهدیان. ۱۳۸۹. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر تغییرات مکانی پارامترهای نفوذ آب به خاک. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۴، شماره ۲، صفحات ۲۲۱-۲۰۶.
- بای بوردی، م. ۱۳۷۹. فیزیک خاک. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ صفحه.
- حسینی پاک، ع. ا. ۱۳۷۷. زمین آمار. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۸۲ صفحه.
- ابطحی، ع.، ن. کریمیان، و م. صلحی. ۱۳۷۰. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفضیلی باجگاه - استان فارس، ۷۳ صفحه.
- نشاط، ع. و م. پاره کار. ۱۳۸۶. مقایسه روش های تعیین سرعت نفوذ عمودی آب در خاک. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۴، شماره ۳، صفحات ۵-۱.
- کرمی، ع.، م. همایی، م. بای بوردی، م. محمودیان شوشتری و ن. دوات گر. ۱۳۹۱. پراکنش مکانی پارامترهای نفوذ آب به خاک در مقیاس ناحیه ای. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۱. صفحات ۳۱-۱۷.
- موسوی، ع. ا. و ع. ر. سپاسخواه. ۱۳۹۰. بررسی زمین آماری تغییرات مکانی هدایت هیدرولیکی نزدیک به اشباع خاک در مکش های مختلف. مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.
- Rekman, J., R. Turski, and J. paluszek. ۱۹۹۸. Spatial and Temporal Variations in erodibility of loess. Soil and Tillage Res. ۶(۱, ۲): ۶۱-۶۸.
- Herbst, M. and B. Diekkruger. ۲۰۰۳. Modeling the spatial variability of soil moisture in a micro-scale catchment and comparison with field data using geostatistics. Physics and Chemistry of the Earth, ۲۸: ۲۳۹-۲۴۵.
- Pé rez-Rodríguez, R., M.J. Marques, R. Bienes. ۲۰۰۷. Spatial variability of the soil erodibility parameters and their relation with the soil map at subgroup level. Science of the Total Environment, ۳۷۸: ۱۶۶-۱۷۳.
- Zhang, R., P.J. Shouse, S.R. Yates and A. Kravchenko. ۱۹۹۷. Application of geostatistics in soil science. Trends in soil science, ۲: ۹۵-۱۰۴.
- Glenna, N. and J. R. Carrb. ۲۰۰۳. The use of geostatistics in relating soil moisture to RADARSAT-۱ SAR data obtained over the Great Basin, Nevada, USA. Computers and Geosciences, ۲۹: ۵۷۷-۵۸۶.
- Castrignano, A., L. Giugliarini, R. Risaliti and N. Martinelli. ۲۰۰۰. Study of spatial relationships among some soil physico-chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. Geoderma, ۹۷: ۳۹-۶۰.
- Ghorbani Dashtaki, S., M. Homae, M. H. Mahdian and M. Kouchakzadeh. ۲۰۰۹. Site-Dependence Performance of infiltration models. Water Resource Management Journal, ۲۳: ۱۵۷۳-۱۶۵۰.
- Willmott, C. J., S. G. Ackleson, R. E. Davis, J. J. Feddema, K. M. Klink, D. R. Legates and C. M. Rowe. ۱۹۸۵. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysics, ۹۰: ۸۹۹۵-۹۰۰۵.
- Cambardella, C. A., T. B. Moorman, J. M. Novak, T. B. Parkin, D. L. Karlen, R. F. Turco, A. E. Konopka. ۱۹۹۴. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society of America Journal, ۵۸: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Abstract

Infiltration experiments were conducted on ۵۰ locations in Daneshkadeh soil series (Agricultural Experimental Station of Agricultural College, Shiraz University) using single ring method and spatial variability of infiltration equation coefficients was studied. Spherical model was the best fitted model to the semivariogram of infiltration equation coefficients except S coefficient of Philip equation, K' and A' of Lewis-Kostiakov model and coefficients of SCS model. The highest spatial dependency corresponded to the a'' coefficient of SCC model, whereas, those of b'' of SCC model, a of Horton, S of Philip and b of Kostiakov were the lowest. The highest range of influence corresponded to coefficients of Lewis-Kostiakov model, S of Philip, a of Horton and b'' of SCS, while the lowest ones corresponded to K of Kostiakov model. The suitable estimation approach for all of infiltration model coefficients except for S of Philip, b of Kostiakov and b'' of SCS models was the Inverse Distance Weighting with power of ۱.



بررسی تأثیر دو گونه گیاه مرتعی بر پایداری و ثبات خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: خراسان جنوبی)

اسماعیل حیدری^۱، محمدحسن سیاری زهان^۲، مجید جامی الاحمدی^۳ و حامد فروغی فر^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر دو گیاه مرتعی شامل آتریپلکس و تاغ بر بهبود ساختمان خاک و برخی خصوصیات شیمیایی خاک در منطقه حسین آباد سریشه در استان خراسان جنوبی انجام شد. گیاهان فوق به صورت دست کاشت در چهار منطقه متفاوت و حفاظت شده انجام شده است نمونه برداری از دو عمق سطحی خاک شامل ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متری از پای بوته ها و همچنین خارج از بوته ها (خاک کشت نشده بعنوان شاهد) انجام گردید. پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه و عبور از الک دو میلی متری، خصوصیات خاک شامل هدایت الکتریکی، pH خاک، درصد مواد آلی خاک اندازه گیری شد. نتایج نشان می دهد که میزان pH خاک افزایش معنی داری توسط هر دو گیاه در لایه سطحی از دو عمق نمونه برداری شده در خاک ۹ سال کشت شده داشته است نتایج نشان داده که هدایت الکتریکی افزایش معنی داری در خاک گیاه آتریپلکس نسبت به شاهد داشته است، و همچنین افزایش بیشتری نسبت به خاک گیاه تاغ داشته است درصد کربن آلی، نسبت C/N خاک نسبت به منطقه شاهد افزایش نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: آتریپلکس، تاغ، ECe، واکنش خاک، کربن آلی

مقدمه

با توجه به اینکه قسمت اعظم خاکهای شورمان مخصوصاً در استان خراسان جنوبی را خاکهای خشک و نیمه خشک تشکیل داده است برای احیای مراتع خشک ایران سالیان طولانی است که از گونه‌های غیر بومی جنس آتریپلکس و تاغ استفاده می شود. مهم ترین گونه‌های مورد استفاده عبارتند از: *A. halimus* و *A. canescens*، *Atriplex lentiformis*. گونه کانسنس از سال ۱۳۴۴ برای اولین بار در قزوین کشت شد (مقدم، ۱۳۵۲) و امروزه سطح وسیعی از مراتع خشک توسط این گونه بوته کاری شده است و هر ساله نیز بر سطح کشت آن افزوده می شود. چالاک حقیقی (۱۳۷۹) در بررسی اثرات کشت آتریپلکس بر خصوصیات خاک در دو منطقه استان فارس نتیجه گرفت که این گیاه باعث افزایش پتاسیم، فسفر، نیتروژن و ماده آلی در زیر بوته‌ها، مخصوصاً در عمق ۱۰-۰ سانتی متری شده و در نتیجه حاصل خیزی خاک افزایش می یابد. توکلی و فرهنگی (۱۳۷۵) افزایش هدایت الکتریکی خاک سطحی را به سبب کشت آتریپلکس گزارش کرده اند. رنجبر فردوسی (۱۳۷۰) جذب نمک خاک بوسیله گونه کانسنس و دفع آن به خاک از راه کرک‌های سطح برگ یا ساقه را ذکر کرده است. شارما (۱۹۷۳) کشت آتریپلکس را باعث افزایش EC، سدیم محلول، سدیم قابل تبادل و ماده آلی خاک سطحی دانسته که که سدیم بالا موجب تخریب ساختمان خاک و کاهش پایداری و زهکشی خاک زیر بوته‌ها شده است. احمدی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر فاصله از گیاه در میزان ترسیب کربن خاک در گونه تاغ در جنوب دریاچه نمک دریافتند که بیشترین میزان کربن ترسیب شده در زیر تاج پوشش و کمترین میزان در منطقه عاری از هر گونه لانشبرگ سطحی رخ داده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر کشت دو گیاه مرتعی شامل آتریپلکس و تاغ بعد از گذشت سال‌های مختلف بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است.

مواد و روشها

به منظوری بررسی تأثیر کشت دو گیاه مرتعی آتریپلکس و تاغ بر خصوصیات خاک، آزمایشی در منطقه حسین آباد از توابع شهرستان سریشه و در فاصله ۶۶ کیلومتری از جنوب شرقی شهرستان بیرجند انجام گرفت. پس از شناسایی منطقه مورد مطالعه، نمونه برداری از سال‌های مختلف در منطقه حسین آباد صورت گرفت. این نمونه برداری در شهریور ماه ۹۳، از عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متری خاک از پای بوته گیاهان آتریپلکس و تاغ و مناطق بدون پوشش (شاهد) صورت گرفت گیاه فوق در سال‌های مختلف کشت شده که بیانگر نمونه خاک با سابقه کشت متفاوت گیاهان مرتعی بود. بعد از نمونه برداری، نمونه‌ها در هوای آزاد قرار گرفت و پس از هوا خشک کردن و حذف بقایای گیاهی، از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. و آزمایشات هدایت الکتریکی عصاره اشباع، واکنش خاک و کربن آلی خاک در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی انجام شد

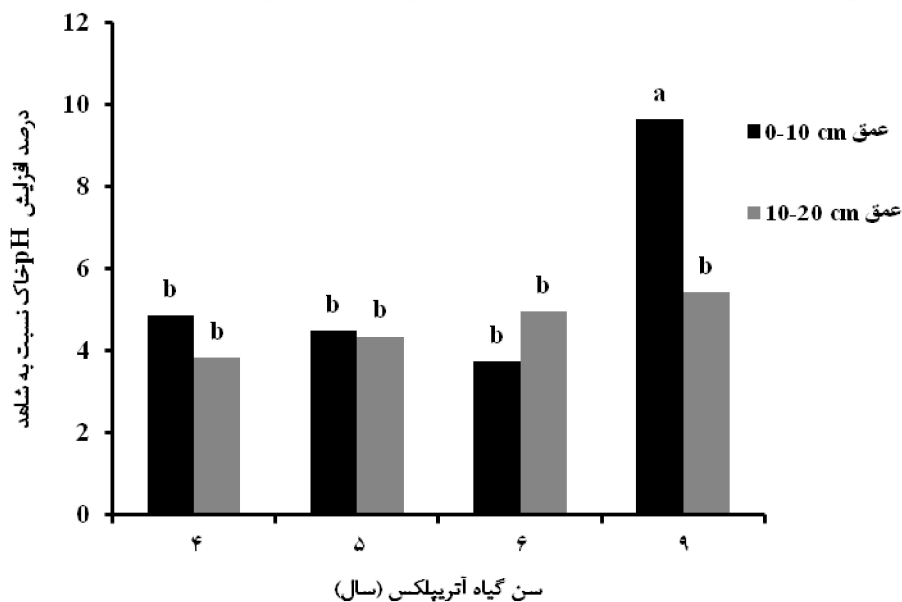


چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

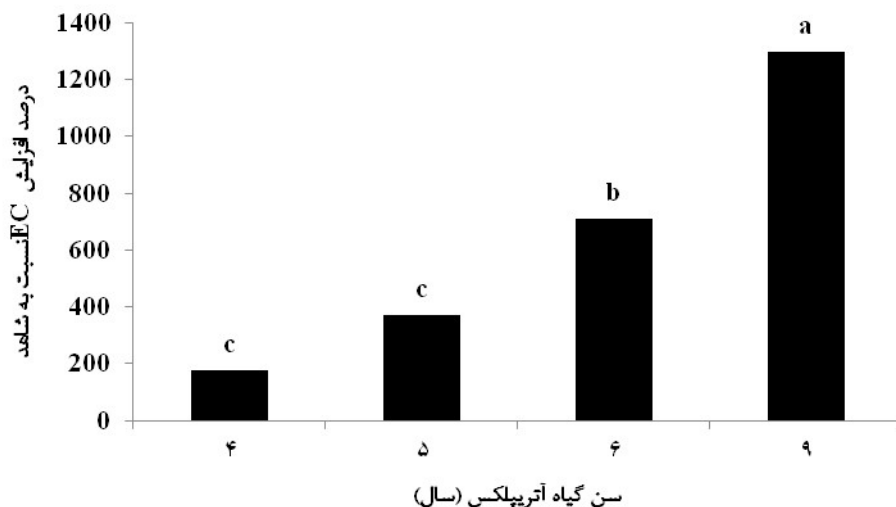
آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (آزمون تی جفت شده) و ماکرو در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. مقایسه میانگین هم با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

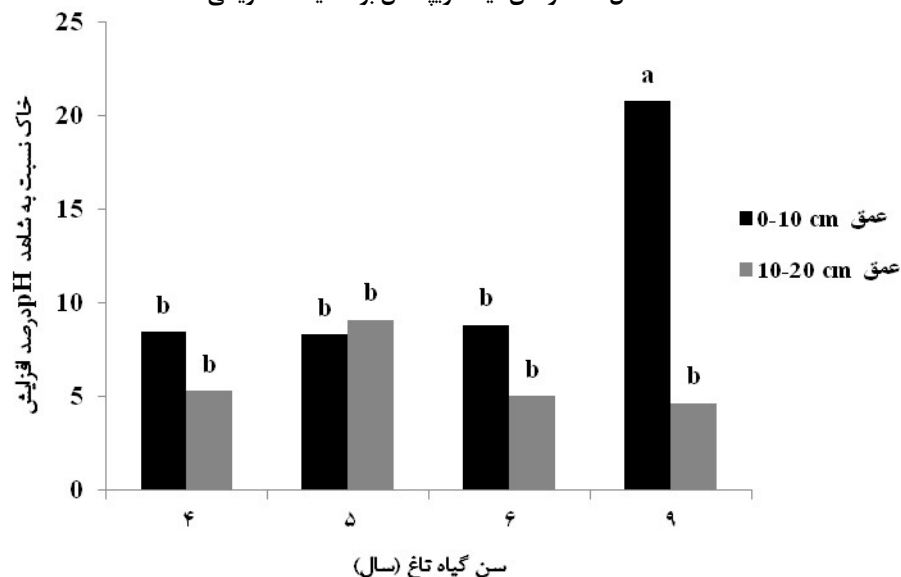
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که افزایش معنی داری در pH خاک سطحی مشاهده شده است ($P < 0.01$). بیشترین میزان pH در خاک گیاه آتریپلکس در عمق ۱۰-۰ سانتی متری پس از ۹ سال کشت می باشد (شکل ۱). گونه گیاهی آتریپلکس سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک شده اند و نسبت به شاهد اختلاف معنی داری در سطح یک درصد داشته اند.



شکل ۱: تاثیر سن گیاه آتریپلکس بر pH خاک



شکل ۲- اثر سن گیاه آتریپلکس بر هدایت الکتریکی خاک



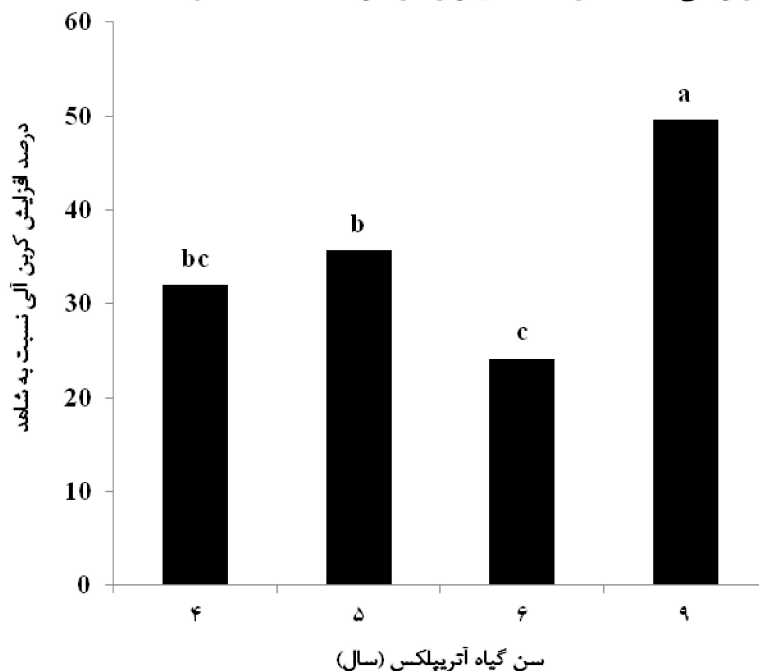
شکل ۳- اثر سن گیاه تاغ بر pH خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سن گیاه تاغ بر میزان افزایش pH خاک معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.01$). (شکل ۳). به طور کلی هر چه گیاه تاغ و آتریپلکس سن بیشتری داشته باشد هدایت الکتریکی خاک هم افزایش می‌یابد. خاک پای بوته گیاه آتریپلکس و تاغ ۹ ساله نسبت به ۴، ۵ و ۶ ساله، بیشترین میزان EC را دارا می‌باشد و کمترین میزان EC مربوط به خاک گیاه ۴ ساله است. دلیل افزایش هدایت الکتریکی در زیر اشکوب آتریپلکس و تاغ، تجمع نمک در بافت‌های این گیاه و ریزش اندام‌های هوایی بوته‌ها بر سطح خاک و همچنین دفع سدیم از طریق برگ‌ها می‌باشد. آتریپلکس از جمله گیاهان بیابانی شورپسند به شمار می‌رود. افزون بر سازش به شوری، گاهی بر اثر تراکم آب در اندام رویشی و گاهی نیز به علت از دست دادن برخی از اندام‌ها، برگ‌های معمولی و یا تبدیل برگ به فلس و پولک‌های غشایی و یا ایجاد پوشش بر روی برگ و ساقه‌ها صورت می‌گیرد و عدم آبخوبی در مناطق خشک یکی از علل شور شدن خاک سطحی در پای این گیاه است (جعفری و طویلی، ۱۳۹۲). درصد ازت خاک در زیر اشکوب گیاه آتریپلکس با منطقه شاهد تفاوت معنی‌داری ندارد و بین سالها هم تفاوتی نمی‌باشد. کربن آلی در خاک گیاه آتریپلکس هم نسبت به شاهد افزایش نشان داده و نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشته است ($p < 0.01$). اثر اصلی سن گیاه بر درصد کربن آلی خاک



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در سطح یک درصد معنی دار می باشد ($p < 0.01$). خاک تحت کشت گیاهان ۹ ساله جنس اتریپلکس نسبت به خاک گیاهان ۴، ۵ و ۶ ساله به طور معنی داری بر درصد کربن آلی خاک تأثیر گذاشته و آن را افزایش داده است (شکل ۴).



شکل ۴- اثر سن گیاه اتریپلکس بر ذخیره کربن آلی در خاک

نتایج تجزیه واریانس داده ها با استفاده از آزمون تی جفت شده نشان داد که اثرات گیاهان اتریپلکس با منطقه شاهد در سطح یک درصد بر افزایش مواد آلی خاک معنی دار شده ($p < 0.01$). بیشترین میزان مواد آلی خاک در گیاه اتریپلکس و کمترین آن در منطقه شاهد می باشد. میزان مواد آلی در منطقه شاهد ۵۷۲/۰ می باشد که این میزان در خاک تحت کشت گیاه اتریپلکس به ۸۵۷/۰ درصد افزایش یافته است. اثرات سن گیاه بر درصد افزایش مواد آلی خاک در سطح یک درصد معنی دار می باشد ($p < 0.01$). خاک گیاهان ۹ ساله اتریپلکس بیشترین میزان مواد آلی خاک را داشته اند و نسبت به خاک گیاهان ۴، ۵ و ۶ ساله تفاوت معنی داری در سطح یک درصد دارند. خاک گیاهان ۹ ساله که بیشترین میزان افزایش مواد آلی خاک را داشته اند. در لایه رویی سطح خاک به دلیل تجمع ریزش برگ و تجزیه شدن آن ها باعث شده که مواد آلی در سطح خاک بیشتر باشد. میزان اندازه گیری شده ماده آلی خاک نسبت به منطقه شاهد از اختلاف معنی داری برخوردار بوده است که می توان علت آن را در بقایای گیاهی حاصل از پوشش گیاهی بیان نمود. هاجکینسون و جانسون (۱۹۸۷) نیز ریزش لاشبرگ و خاصیت انتقالی ریزومها را علت افزایش مقدار ماده آلی خاک بیان نمودند. خلخالی و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعه اثرات کشت گونه گیاهی اتریپلکس کانسنس بر خصوصیات شیمیایی خاک اظهار داشتند که شوری، ماده آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب در خاک زیر بوته ها افزایش معنی دار داشته و این افزایش در ارتباط با تمرکز بخش های ضایعاتی گیاهان که توانایی پدید آوردن تغییرات معنی دار در خواص شیمیایی خاک را دارند می باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. اگر چه گیاهان فوق در دراز مدت سبب افزایش واکنش خاک شده ولی از طرفی افزایش میزان ماده آلی خاک در دراز مدت باعث بهبود ساختمان خاک و افزایش نفوذ آب در خاک می شود و امکان ذخیره حداقل بارندگی ها در خاک منطقه فراهم می گردد با توسعه این روند، پایداری خاک در این مناطق تضمین خواهد شد.

منابع

توکلی، ح.، و فرهنگی، ع.، ۱۳۷۵. اتریپلکس، توسعه یا توقف؟ مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان زایی و روش های مختلف بیابان زدایی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع. صص. ۵۳۰-۵۲۷.

جعفری، م.، و طویلی، ع.، ۱۳۹۲. احیای مناطق خشک و بیابانی. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، صص. ۳۹۶.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

چالاک حقیقی، س.م.، ۱۳۷۹. بررسی برخی اثرات کشت اتریپلکس لنتی فورمیس بر ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی در استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

خلخال، ع.، گودرزی، م.، و جعفری، م.، ۱۳۸۴. بررسی ارتباط متقابل خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و صفات گیاهی اتریپلکس کانسنس در دو منطقه متفاوت اقلیمی. مجله بیابان. ۱۰(۲): ۳۹.

رنجبر فردوسی، ا.، ۱۳۷۰. بررسی ارزش غذایی دو گونه اتریپلکس کانسنس و لنتی فورمیس در مراحل مختلف فنولوژیک در استان قم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Hajkinson, K., Johnson, S., ۱۹۸۷. Relationship of saltbush specie soil chemical properties. *Journ Range Management*, ۳۵: ۳۵۳-۳.

Sharma M.L., and Tongway, D.J., ۱۹۷۳. Plan induced soil salinity patterns in two saltbush (*Atriplex* sp.) communities, *Journal of Range Management*, ۲۶(۲): ۱۲۱-۱۲۵.

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of two pasture plants (*Atriplex* and *Haloxylon*) on improving soil structure and some chemical properties of the soil in the area Hossein-Abad-Sarbishe in Southern Khorasan province. These two hands planted, in four different regions were protected from: ۲۰۰۵, ۲۰۰۸, ۲۰۰۹ and ۲۰۱۰. Soil samples was taken on a regular basis near and out of plants from soil depth of ۰-۱۰ and ۱۰-۲۰ cm and sieved of two mm and then soil organic carbon, ECE and pH were measured in the laboratory. Results showed that soil pH significantly increased by two plants in surface layers in planted soil of ۹ years old. Results revealed that ECE had significant increase in planted soil of *Atriplex* compared to control and planted soil of *Haloxylon* as well. Organic carbon and C / N ratio of planted soil were more than of unplanted soil.



بررسی اثر روش های تسطیح لیزری و معمولی بر خواص فیزیکی و مکانیکی خاک و کارائی مصرف آبدر گندم

ابوالفضل هدایتی پور^۱، مسعود دادیور^۱، مجید فروهر^۲، محمدعلی خودشناس^۱ و جواد قدبیک لو^۱
۱- اعضای هیئت علمی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هی مرکزی، ۲- عضو هیئت علمی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

چکیده

با توجه به معرفی سیستم تسطیح لیزری به کشاورزان و ورود این تکنولوژی به سطح کشور و لزوم تحقیقات در خصوص بررسی تاثیر این سیستم بر خواص فیزیکی و مکانیکی خاک، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی در طی ۲ سال با دو تیمار تسطیح لیزری (دقیق) و تسطیح معمولی انجام گرفت. نفوذ پذیری خاک، آب مصرفی، کارائی مصرف آب، وزن مخصوص ظاهری خاک، سختی خاک، عملکرد و اجزاء عملکرد اندازه گیری شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها، اثر نوع تسطیح بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه، طول سنبله و ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. تسطیح لیزری حد اقل باعث ۸ درصد افزایش عملکرد شد. همچنین تسطیح لیزری تاثیر معنی داری بر فشردگی خاک در لایه های فوقانی و میزان نفوذ پذیری خاک نداشت. کارائی مصرف آب در روش تسطیح لیزری در مقایسه با روش مرسوم تسطیح به طور متوسط ۲۲ درصد بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: تسطیح لیزری، خواص فیزیکی خاک، کارائی مصرف آب

مقدمه

یکی از مراحل بسیار مهم در آماده سازی بستر کشت محصولات زراعی آبی، تسطیح زمین می باشد. اجرای صحیح این عملیات نه تنها در توزیع یکنواخت در نقاط مختلف مزرعه موثر می باشد، بلکه سایر عملیات بعدی از جمله کاشت، داشت و برداشت را تحت تاثیر قرار می دهد. در مرحله برداشت نیز در صورت عدم تسطیح مناسب، به دلیل ناهمواری های سطح زمین مسئله ریزش محصول در قسمت های مختلف کمباین اتفاق می افتد. با این حال هدف نهایی تسطیح، توزیع یکنواخت آب در مزرعه با توجه به شیب مناسب و بافت و ساختمان خاک است. راندمان آبیاری در روش آبیاری سطحی به عواملی چون شیب یکنواخت زمین، ابعاد کرت، و بافت و ساختمان خاک بستگی دارد. ممکن است شیب زمین های زراعی در حد معمول باشد (۳ تا ۶ در هزار) اما این شیب بعضی اوقات در یک فاصله کوتاه نیز یکنواخت نبوده و این باعث عدم توزیع یکنواخت آب به گیاهان و سیستم ریشه ای آن ها شده و در نتیجه رشد غیر همگن محصول در یک محدوده را به دنبال خواهد داشت. همچنین مصرف آب افزایش یافته و در نهایت راندمان آبیاری و کارائی مصرف آب کاهش می یابد. تسطیح دقیق می تواند به عنوان یک راه حل کلی بسیاری از معایب و مشکلات موجود در سیستم آبیاری سطحی را مرتفع نماید. در خصوص تاثیر به کار گیری این نوآوری بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی خاک و عملکرد دانه و مصرف آب به صورت توأم، تحقیقات چندانی در داخل و خارج از کشور صورت پذیرفته است. در تحقیقی که توسط یونگ و همکاران (۲۰۰۱) در چین انجام شد، راندمان استفاده از آب به روش تسطیح دقیق (لیزری) افزایش یافت. بهری و همکاران (۲۰۰۱) تاثیر دو شیب ۰۳/۰ و ۰۵/۰ درصد و سه طول کرت ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متر بر روی عملکرد گندم را مورد بررسی قرار دادند. بیشترین عملکرد گندم مربوط به تسطیح زمین با روش خیلی دقیق با شیب ۰۵/۰ درصد و طول ۱۵۰ متر و کمترین عملکرد نیز مربوط به عدم اعمال تسطیح بود. بری و همکاران (۲۰۰۳) در یک خاک سیلتی-لومی، اثرات کوتاه مدت عملیات تسطیح را روی خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که عملیات تسطیح تأثیری بر روی خواص فیزیکی خاک ندارد ($P > 0.05$) و بیشترین تأثیر آن بر روی خواص بیولوژیکی خاک می باشد. عبدالستار و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر تسطیح دقیق بر روی عملکرد پنبه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد میزان آب مصرفی در روش تسطیح معمولی ۳۷٪ بیشتر از حالت تسطیح دقیق به روش لیزری می باشد. بر اساس این نتایج، تغییرات وسیع پستی و بلندی زمین باعث تلفات بیشتر آب آبیاری می گردد. راندمان استفاده از آب در روش معمولی در حدود ۱۷۱/۰ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب و در روش تسطیح دقیق این میزان به حدود ۲۹۲/۰ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب می رسد. کریستوفر و همکاران (۲۰۰۶) اثر تسطیح دقیق را روی خواص فیزیکی دو نوع خاک مورد بررسی قرار دادند. آن ها اظهار کردند که تغییرات خواص فیزیکی در یک خاک رسی در مقایسه با یک خاک شنی محسوس نمی باشد. تسطیح دقیق زمین، ذخیره عمقی آب در نقاط مختلف مزرعه را به حداقل می رساند، از این رو مشکلات مرتبط با زهکشی اراضی در این اراضی کمتر می باشد. اسفندیاری بیات (۱۳۸۳) با بررسی همه جانبه سیستم تسطیح لیزری به مزایای این تکنولوژی از جمله عدم نیاز به ماشین آلات سنگین، عدم نیاز به مهارت فنی در کاربر، هزینه بسیار پایین عملیات



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

تسطیح، دقت بسیار بالا و عدم فشردگی خاک اشاره نموده است. بر اساس نتایج تحقیقات ۳ ساله عبدالستار و همکاران (۲۰۰۳) که در منطقه ای واقع در تاجیکستان انجام شده است تسطیح لیزری باعث کاهش معنی دار مصرف آب در هکتار شده است. همچنین طبق همین بررسی ها، نفوذ عمقی آب در خاک به میزان ۸٪ کاهش یافته است. همچنین خاک شوئی به میزان ۲۴ درصد کاهش یافته است. هدف اصلی از انجام این پژوهش بررسی همه جانبه تاثیر سامانه لیزری بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی خاک بوده است.

مواد و روش ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی طی سال های زراعی ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ انجام گرفت. قبل از تسطیح زمین برای این منظور یک دستگاه لولر لیزری از سازمان جهاد کشاورزی استان به امانت گرفته شد. مشخصات دستگاه لولر در جدول شماره ۱ آمده است.

نوع ادوات	عرض کار	شرکت سازنده	نوع سیستم تنظیم
لولر لیزری	۳	MISKIN	سیستم هوشمند
لولر معمولی	۳	-	هیدرولیکی توسط دست

یکی از دلایل عدم استفاده از دستگاه های تسطیح مهندسی در تسطیح اراضی کشاورزی هزینه بالا و همچنین زمان بر بودن عملیات تسطیح می باشد و اصولاً کشاورزان به جز مواردی که نیاز به تراس بندی زمین (در شیب های زیاد) می باشد، از این سیستم استفاده نمی کنند. در این آزمایش ۲ تیمار کلی در نظر گرفته شد: ۱- تسطیح دقیقاً با استفاده از سیستم تسطیح لیزری ۲ - تسطیح معمولی (چشمی) با استفاده از لولر پشت تراکتوری. در اجرای این آزمایش تسطیح زمین در شیب های معمولی انجام و در تنظیمات دستگاه گیرنده و فرستنده شیب طبیعی زمین در نظر گرفته شد. برای آزمایش ۲ قطعه زمین به مساحت تقریبی ۱ هکتار برای هر دو تیمار با شیب های یکسان (۵ / ۲ در هزار) و در مجاورت یکدیگر انتخاب شد. عملیات خاک ورزی اولیه و ثانویه برای هر دو زمین به ترتیب با استفاده از گاو آهن های بر گرداندار و دیسک انجام شد. در روش تسطیح لیزری ابتدا دستگاه فرستنده لیزری در یک گوشه زمین نصب شده و با استفاده از دستگاه گیرنده و شاخص، ارتفاع نقاط ثبت گردید. با استفاده از نرم افزار مخصوص، نقشه توپوگرافی زمین تهیه شد. پس از به دست آمدن شیب طبیعی زمین در دو جهت، شیب های به دست آمده از طریق صفحه کلیدی که بر روی فرستنده نصب شده بود، برای سیستم تعریف شد. بعد از تنظیم دستگاه، لولر در قسمتی که تفاضل خاک ریزی و خاک برداری صفر بود قرار گرفت و عملیات تسطیح آغاز شد. دستگاه به صورت اتوماتیک خاک برداری و خاک ریزی را انجام می داد. جدول شماره ۲ حجم خاک برداری، حجم خاک ریزی و شیب در ۲ جهت را نشان می دهد.

طول عرض قطعه (m)	شیب ایباری	شیب ابرسانی	حجم خاک برداری m ³	حجم خاک ریزی m ³	نسبت خاک برداری به خاک ریزی
۷۰	۰.۲۵/۰	۰.۶۸۹/۰	۵۷/۷	۲۱/۸۶	۲/۶

قبل از کاشت پارامترهای مرتبط به خواص فیزیکی خاک از قبیل جرم مخصوص ظاهری، مقاومت خاک، نفوذ پذیری خاک و قطر متوسط وزنی کلوخه ها، اندازه گیری شد. برای کاشت از دستگاه همدان بزرگتر با عرض کار ۳ متر استفاده شد. نوع بذر نیز رقم بک کراس روشن در نظر گرفته شد. کود دهی قطعات بر اساس آزمون خاک انجام گرفت. در هر تیمار، کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزاء عملکرد از قبیل ارتفاع بوته، طول خوشه و وزن هزار دانه اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

آزمون مقایسه میانگین ها برای صفات اندازه گیری شده مربوط به عملکرد و اجزاء آن (جدول ۳)، نشان دهنده بهتر بودن شرایط در روش تسطیح لیزری می باشد. یکی از دلایل این موضوع توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه می باشد.

تیمار	عملکرد (Kg/ha)	طول سنبله (Cm)	ارتفاع بوته (Cm)	وزن هزار دانه (g)
تسطیح لیزری	^a ۳۵۷۷	^a ۹/۸	^a ۸۵	^a ۶/۳۵
تسطیح معمولی	^b ۳۲۸۸	^b ۶/۷	^b ۸۴	^b ۳۴



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول شماره ۴ مقایسه میانگین مقادیر وزن مخصوص ظاهری خاک و سختی خاک در ۴ محدوده عمق خاک را بر اساس آزمون t نشان می دهد. بر اساس ای جدول، تاثیر تسطیح لیزری بر روی وزن مخصوص ظاهری خاک و سختی در ۴ عمق اندازه گیری شده در سطح آماری ۵٪ معنی دار نمی باشد. یعنی تسطیح لیزری باعث فشردگی خاک در عمق سطحی خاک نمی شود.

جدول شماره ۴-مقایسه وزن مخصوص ظاهری خاک و سختی خاک بر اساس آزمون t

تیمار	وزن مخصوص ظاهری خاک	سختی خاک در محدوده عمق های اندازه گیری شده
تسطیح لیزری	۱۰-۵	۱۵-۱۰
تسطیح معمولی	۱۵-۱	۱۷-۱
	۳/۰ ^a	۲/۲ ^a
	۴/۰ ^a	۱۷/۱ ^a
	۲/۱ ^a	۶/۲ ^a
	۲۰/۳ ^a	۶/۳ ^a

آزمون t نشان داد که اختلاف مقادیر قطر متوسط وزنی کلوخه ها، در دو تیمار آزمایش در سطح آماری ۵٪ معنی دار نمی باشد. با این حال مقدار این صفت در روش تسطیح لیزری کمتر بود (جدول ۵). مشاهدات مزرعه ای نیز بیانگر این مطلب بود که قطر کلوخه ها در روش تسطیح لیزری کمتر بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین مقادیر قطر متوسط وزنی کلوخه ها و مقادیر نفوذ پذیری بر حسب سانتیمتر در ساعت بر اساس آزمون دانکن

تیمار	قطر متوسط وزنی کلوخه ها	میزان نفوذ پذیری خاک (Cm/hr)
تسطیح معمولی	۱۱/۱۱ ^a	۱۱۳/۰ ^a
تسطیح لیزری	۱۴/۷ ^a	۹/۰ ^a

بر اساس این جدول، نوع تسطیح بر روی نفوذ پذیری تاثیر معنی داری نداشته است. که این با نتایج کریستفر و همکاران (۲۰۰۶) و عبدالستار و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

با توجه به جدول ۶، کارائی مصرف آب در روش تسطیح لیزری بیشتر می باشد به طوری که میانگین این صفت در روش تسطیح لیزری در حدود ۲۲ درصد از روش مرسوم بیشتر می باشد. این یافته ها، با نتایج به دست آمده از تحقیقات یونگ و همکاران (۲۰۰۱) و عبدالستار و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

جدول ۶- مقادیر کارائی مصرف آب به تفکیک در طی ۲ سال آزمایش بر حسب متر مکعب آب مصرفی به کیلوگرم دانه

سال	تیمار	آب مصرفی (متر مکعب)	میزان بارندگی (متر مکعب)	کارائی مصرف آب (متر مکعب آب به کیلوگرم محصول)
اول	تسطیح معمولی	۶۷/۵	۴۴	۵۶/۰
	تسطیح لیزری	۴۱۸/۵	۴۴	۴۴/۰
دوم	تسطیح معمولی	۱۲	۴۵	۷۲/۰
	تسطیح لیزری	۹۵/۱۲	۴۵	۶۲/۰

به عنوان نتیجه گیری کلی می توان گفت که تسطیح لیزری بر فشردگی و مقاومت مکانیکی لایه های سطحی خاک ندارد. در این روش، عملکرد اجزاء عملکرد، کارائی مصرف آب افزایش و مشکلات زهکشی کاهش می یابد.

منابع

اسفندیاری بیات، م. ۱۳۸۳. معرفی تکنولوژی تسطیح لیزری اراضی زراعی به کشاورزان ایران. کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک.

Abdul-Sattar, Tahir. AR, Khan. FH. ۲۰۰۳. Impact of precision land leveling on water Saving and drainage requirements. AMA, Agricultural - Mechanization in Asia, Africa and latin America- ۲۰۰۳, ۲, ۳۹-۴۲, ۶ Re Behery. E, Khatib. Ea. ۲۰۰۱. The effect of precision land leveling on water use efficiency and performance for some farm machinery. Egyptian - Journal - of - Agricultural - Research ۲۰۰۱, ۷۹ : ۴, ۱۵۱۳-۱۵۲۳; ۱۰-



- Bry. KR. Slaton, NA, Savin. MC, Norman. R.J. Miller. Dm. ۲۰۰۳ short term effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomas. Dep. Of Crop, Soil and Environmental sciences. Univ. of Arkansas, ۱۱۵ plant sciences Building. Fayetteville, AR. USA.
- Kristofer.R.B, Nathan A. and Richard.J.N. ۲۰۰۷. Soil physical and biological properties as affected by land leveling in a clay aquert. Soil science Society of America Journal Published online ۲۷, February ۲۰۰۶
- Li - Yong., Xu-Di, Li- Fuxiang, Li-YN, X.u-D and Li-Fn. ۲۰۰۱. Modelling on Influence of land leveling precision on basin irrigation performance. National center of Efficient irrigation Engineering and technology Research - Beijing, Beijing ۱۰۰۰۴۴. China.
- Perumpral, J.V. ۱۹۸۷. Cone Penetrometer applications : A review. Trans. Of the ASAE. ۳۰(۴) : ۹۳۹.۹۴.۴ December ۲۰۰۷.

Abstract

According to the introduction of laser leveling technology to farmers and entry to the country and the need to investigate the effect of the system on the physical and mechanical properties of soil, an experiment was carried out during the ۲ years. Treatments consisted of laser leveling (accurate) and conventional leveling. Soil permeability, water consumption, water use efficiency, soil bulk density, soil hardness, yield and yield components were measured. The results showed that the effect of leveling on grain yield and thousands grain weight, spike length and plant height was very significant. Laser leveling. At least the ۸% increase in yield was obtained due to laser leveling. The laser leveling had no significant effect on the upper layers of soil compaction and soil penetration. The water use efficiency in laser leveling was ۲۲ percent higher than the traditional method.



بررسی تاثیرات ویژگی های خاکی بر نوع و پوشش گیاهی در بخشی از مراتع باجگیران خراسان شمالی

ابراهیم محمودآبادی^۱، علیرضا کریمی^۲، غلامحسین حق نیا^۳، عادل سپهر^۳
۱- دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استادیار دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تعیین ارتباط و تاثیر عوامل خاکی بر درصد پوشش و پراکنش گیاهی در قسمتی از مراتع بخش باجگیران در نزدیکی پارک ملی تندوره با مساحت ۱۲۲۵ هکتار انجام شد. در امتداد هر ترانسکت ۵ پلات به منظور شناسایی و ثبت گونه‌های گیاهی و یک نمونه خاکی برداشته شد و کلیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد پوشش گیاهی در منطقه همبستگی مثبت و معنی دار با خصوصیات نظیر درصد ماده آلی، سیلت و ظرفیت نگهداری رطوبت و همبستگی منفی با درصد کربنات کلسیم و pH و چگالی خاک نشان داد همچنین معادله رگرسیونی بدست آمده از ویژگی‌های خاک توانایی خوبی در پیش بینی تغییرات درصد پوشش گیاهی را داشت. اگرچه برخی از گونه‌های موجود همبستگی بالایی با خصوصیات خاکی نشان دادند اما معادلات رگرسیونی به دست آمده نتوانست بخش عمده‌ای از پراکنش گونه‌ها را در منطقه نشان دهد.

کلمات کلیدی: خاک، پوشش گیاهی، رگرسیون، مرتع

مقدمه

پراکنش و وضعیت پوشش گیاهی در مناطق خشک و بیابانی اغلب تحت تاثیر ویژگی‌های محیطی و همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قرار دارد. عوامل فیزیکی محیطی شامل بارندگی رطوبت و بافت خاک، عرض جغرافیایی، وضعیت شیب و فرایند فرسایش و رسوب گذاری است. از ویژگی‌های شیمیایی خاک می‌توان به شوری، pH، ماده آلی، آهنک و وضعیت عناصر غذایی خاک بر ترکیب و وضعیت گیاه تاثیر گذار است (زارع چاهوکی و همکاران ۱۳۸۹). باروج (Brauch, ۲۰۰۵) در بررسی ساواناهای ونزوئلا نشان داد که عوامل خاکی مانند حاصلخیزی خاک، آب در دسترس و مقدار شن خاک مهم‌ترین عوامل تفکیک ساواناها بودند. پژوهش بینگ نشان داد که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند مواد غذایی، رطوبت، شوری و pH خاک الگوی پراکنش جوامع گیاهی را کنترل می‌کنند. بنو (Beno, ۱۹۹۸) گیاهان را به عنوان شاخصی از ویژگی‌های خاک در طول سواحل عربستان و خلیج فارس مورد بررسی قرار می‌دهد. نتایج پژوهش وی نشان داد که گیاهان شاخص، نماینده پارامترهای اکولوژیکی خاک هستند و تیپ‌های گیاهی مختلف با تیپ‌های خاک منطقه هماهنگی دارند. فرچیلد و همکاران (Fairchild et al., ۱۹۸۰) علت تفاوت رویشگاه‌های شمال آریزونا را بیشتر به عمق خاک ربط دادند. دالینگو و همکاران (Dowling et al., ۱۹۸۶) مشاهده کردند که با افزایش پارامترهایی از قبیل ماده آلی، نیتروژن، گوگرد، پتاسیم، فسفر، کلسیم تبادل و عمق خاک، درصد پوشش تاجی گونه *Acacia harpophylla* افزایش می‌یابد. ابدی و همکاران (Abadi et al., ۲۰۰۲) در بررسی پوشش گیاهی سواحل فایلاکا نتیجه گرفتند که شن، شوری، سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم از مهم‌ترین عواملی هستند که بر پراکنش پوشش گیاهی تاثیر می‌گذارند. ولادمیر و همکاران (Vladimir et al., ۲۰۰۲) در بررسی خود نشان دادند که گونه *Calmagrostisepigejus* شاخص خاک‌های مرطوب و گونه *Crynephoruscanscens* شاخص خاک‌های خشک می‌باشند. همچنین، باومن و همکاران (Bowman et al., ۱۹۸۵) در بررسی چمنزارهای شور گراس نشان دادند که تراکم پوشش و ترکیب گونه ای با شوری، قلبایی بودن، میزان حاصلخیزی و ویژگی‌های فیزیکی افق‌های خاک ارتباط دارند. آنها نتیجه‌گیری نمودند که ظهور گونه‌ها در منطقه به ویژگی‌های شیمیایی و درصد پوشش گیاهی به سایر ویژگی‌های خاک وابسته است.

با شناخت عوامل محیطی معرف هر جامعه گیاهی می‌توان گونه‌های سازگار را برای هر منطقه پیشنهاد داد و همچنین نیازهای گونه گیاهی را تعیین نمود که از این امر می‌توان در مدیریت مرتع بهره جست بنابراین این مطالعه با هدف، بررسی روابط پوشش گیاهی با خصوصیات شیمیایی خاک و تعیین مهم‌ترین خصوصیات خاکی موثر در تفکیک تیپ‌های رویشی منطقه طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و مطالعات میدانی

منطقه مورد مطالعه در این بررسی در مراتع بخش باجگیران از توابع شهرستان قوچان و در محدوده طول‌های جغرافیایی ۳۲' ۵۸ تا ۳۵' ۵۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۳' ۳۷ تا ۲۶' ۳۷ شمالی واقع شده است که در محدوده ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. وسعت منطقه حدود ۱۲۳۵ هکتار می‌باشد. متوسط بارش سالانه ۳۶۵ میلی‌متر با غالبیت بارش در فصل سرد و متوسط دمای سالانه ۳/۱۴ درجه سانتیگراد می‌باشد (سازمان هواشناسی کشور). اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه نیمه خشک سرد و مطابق ضریب خشکی دوماراتن نیمه خشک است (ناصری ۱۳۸۷). به منظور بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک، با توجه به تغییرات شیب منطقه و پوشش گیاهی و پیمایش صحرائی واحد‌های کاری مشخص گردید. سپس در هر واحد کاری ۳ تا ۵ پلات در امتداد یک ترانسکت انتخاب شد و نوع و تعداد گونه گیاهی ثبت شد و سپس یک نمونه خاکی در هر ترانسکت برداشته شد.

آنالیزهای آزمایشگاهی

پس از اینکه نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک و از الک دو میلی متری عبور داده شدند، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل کربن آلی خاک از روش والکی-بلاک، نیتروژن کل خاک با استفاده از روش کلدال، سدیم و پتاسیم قابل جذب از روش عصاره گیری با استات آمونیم و قرأت با دستگاه فلیم فتومتر، فسفر قابل جذب به روش اولسن، بافت خاک به روش هیدرومتری و درصد کربنات‌ها کلسیم به روش خنثی کردن مواد خنثی شونده در اسید کلریدریک و عمل تیتراسیون اسید اضافی با سود، در عصاره یک به یک خاک به آب pH خاک با استفاده از دستگاه pH متر الکترو شیشه‌ای و هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، چگالی ظاهری خاک به روش کلوخه پارافینی و ظرفیت رطوبت اشباع به روش وزنی اندازه‌گیری شدند (Pansu and Gautheryou, 2006).

مدل سازی با روش های رگرسیونی

در راستای تلاش به منظور شناخت عوامل مهم اثرگذار بر پوشش گیاهی، از روش های مختلفی استفاده شده است که همبستگی و رگرسیون خطی چند متغیره از متداول ترین آنهاست. پس از اندازه‌گیری متغیرهای مختلف، با استفاده از نرم افزار SPSS، از روش رگرسیون خطی چند متغیره، برای انجام مدل سازی و برقراری ارتباط بین ویژگی های خاک با نوع گونه و درصد پوشش گیاهی استفاده شد و معادلات رگرسیونی معتبر معرفی گردید. همچنین، ارزیابی تاثیر ویژگی های خاک بر نوع و درصد پوشش گیاهی از طریق ضریب همبستگی پیرسون صورت گرفت.

نتایج و بحث

به منظور بررسی ارتباط بین ویژگی های خاک و درصد پوشش گیاهی در سطح منطقه از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. با توجه به جدول همبستگی (جدول ۱) درصد پوشش گیاهی با تمامی ویژگی های خاک همبستگی معنی دار نشان داد. از بین ویژگی های خاکی مورد بررسی، درصد پوشش گیاهی بیشترین همبستگی مثبت را با مقدار کربن آلی خاک و ظرفیت رطوبت اشباع خاک و نیتروژن کل خاک و درصد سیلت خاک بود. با توجه به قرارگیری منطقه مورد مطالعه در ناحیه نیمه خشک که کمبود بارندگی و فراوانی دوره های خشکی از ویژگی های مهم اقلیمی این مناطق به شمار می رود. از این رو دسترسی به رطوبت یکی از عوامل مهم کنترل پوشش گیاهی است (زارع چاهوکی و همکاران ۱۳۸۹). در مطالعه حاضر نیز درصد پوشش گیاهی ضریب همبستگی بسیار بالایی (۰/۶۴۶) را با قابلیت نگهداری رطوبت خاک نشان داد. جعفری و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که عمق ریشه دوانی، جذب و توزیع مواد غذایی تحت تاثیر مقدار رطوبت خاک قرار دارد. مقدار ماده آلی خاک نیز از جمله ویژگی هایی است که با درصد پوشش گیاهی همبستگی مثبت و شدیدی داشته است. همبستگی مثبت و بالای ماده آلی خاک با درصد پوشش گیاهی را می توان به نقش مثبت ماده آلی در بهبود ویژگی های فیزیکی خاک به همراه اثر مثبت بر خصوصیات شیمیایی خاک منابع غذایی عنوان کرد. اثر مقدار ماده آلی بر حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش درصد پوشش گیاهی در بسیاری از پژوهش ها نشان داده شده است (شکرالهی و همکاران ۱۳۹۱). درصد نیتروژن خاک نیز از عوامل مهم در تعیین درصد پوشش گیاهی منطقه بود. نیتروژن به عنوان مهم ترین عنصر غذایی در رشد گیاهان محسوب می شود در مطالعه حاضر نیز مقدار نیتروژن خاک سهم مهمی در تعیین درصد پوشش گیاهی داشت. فیشر و همکاران (Fisher et al., 1988) نشان دادند که بعد از آب در دسترس، نیتروژن مهم ترین عامل محدود کننده رشد گیاهان می باشد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج بسیاری از پژوهش ها مبنی بر تاثیر پذیری درصد تاج پوشش گونه های گیاهی از عوامل خاکی نظیر بافت خاک، pH، کربن آلی، ظرفیت نگه داری رطوبت و درصد عناصر غذایی مطابقت دارد (شکرالهی و همکاران ۱۳۹۱؛ زارع چاهوکی و همکاران ۱۳۸۹؛ Bowman et al., 1985).

جدول ۱ ضرایب همبستگی پیرسون بین درصد پوشش و نوع گونه گیاهی با صفات خاک

Variable	N	P	K	Na	Density	OC	Sand	Silt	Clay	CaCO ₃	EC	pH	SP
Coverage	۰۶۵۶.	۰۷۲.	۰۳۰۳.	۰۵۳.	۰۵۵۶.	۰۶۶۰.	۰۳۵۸.	۰۵۶۷.	۰۲۱۱.	۰۵۹۶.	۰۴۴۴.	۰۳۸۶.	۰۶۴۶.
FestucaAvina	۰۱۹۴.	۰۱۶۱.	۰۰۴۵.	۰۰۸۶.	۰۲۹۲.	۰۲۲۶.	۰۱۴۸.	۰۲۳۸.	۰۰۹۲.	۰۳۷۰.	۰۰۱۹.	۰۲۳۵.	۰۲۰۷.
AgropyronTrichophorum	۰۱۲۲.	۰۰۶۹.	۰۱۴۸.	۰۲۵۵.	۰۰۴۲.	۰۱۱۸.	۰۰۲۴.	۰۰۱۶.	۰۰۱۳.	۰۰۱۸.	۰۱۱۳.	۰۰۵۰.	۰۰۵۹.
Stipasp	۰۲۵۷.	۰۱۲۱.	۰۱۰۸.	۰۰۰۲.	۰۳۹۲.	۰۱۹۵.	۰۰۵۴.	۰۰۶۶.	۰۰۱۷.	۰۰۱۳.	۰۲۶۵.	۰۴۱۲.	۰۲۴۷.
Cousiniamicrocep hala	۰۰۵۴.	۰۰۶۴.	۰۰۶۰.	۰۱۰۵.	۰۰۳۷.	۰۰۰۸.	۰۱۳۰.	۰۱۰۰.	۰۳۲۴.	۰۲۰۰.	۰۰۱۶.	۰۰۴۲.	۰۰۳۱.
Artemisia Kopetdaghensis	۰۰۳۶.	۰۱۳۷.	۰۲۵۴.	۰۱۷۷.	۰۰۹۴.	۰۰۰۴.	۰۰۶۲.	۰۰۱۱.	۰۰۷۷.	۰۰۶۱.	۰۱۹۱.	۰۰۲۹.	۰۰۱۵.
Phlomis cancellata	۰۱۸۹.	۰۰۲۹.	۰۰۴۰۸.	۰۲۷۸.	۰۱۲۶.	۰۲۵۵.	۰۰۶۴.	۰۰۹۱.	۰۰۲۸.	۰۱۵۳.	۰۲۸۸.	۰۱۱۷.	۰۲۳۰.
Thymus kotschyanus	۰۴۱۸.	۰۰۴۳.	۰۴۴۱.	۰۰۴۲.	۰۴۲۵.	۰۳۶۶.	۰۲۰۹.	۰۰۷۲.	۰۴۲۲.	۰۲۸۷.	۰۰۱۷۱.	۰۱۹۲.	۰۵۲۹.
Astragalus gossypinus	۰۰۳۱.	۰۰۵۳.	۰۱۰۱.	۰۰۹۱.	۰۰۶۲.	۰۱۴۸.	۰۱۶۳.	۰۱۴۱.	۰۰۶۴.	۰۱۹۷.	۰۰۸۰.	۰۲۰۱.	۰۱۷۱.
Verbascum sp	۰۰۴۸.	۰۰۳۸.	۰۱۱۷.	۰۰۵۵.	۰۰۴۲.	۰۰۶۵.	۰۰۹۱.	۰۰۲۰.	۰۱۰۹.	۰۰۲۲.	۰۰۱۴.	۰۰۲۵.	۰۰۰۵.
Acantholimon sp	۰۰۷۶.	۰۲۴۹.	۰۱۶۲.	۰۰۴۵.	۰۰۳۱.	۰۱۶۹.	۰۰۵۲.	۰۰۲۵.	۰۱۰۱.	۰۰۶۶.	۰۰۰۶.	۰۱۴۳.	۰۱۴۱.

Onobrychissp	۰۶۳.-	۱۷۷.-	۰۱۱.-	۲۹۵.-	۲۴۵.-	۱۷۱.-	۲۹۷.-	۲۶۹.	۱۹۳.	۲۹۸.-	۰۷۷.-	۰۵۸.-	۱۵۲.
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	-------	-------	-------	------

*** و ** به ترتیب معنی داری در سطح پنج و یک درصد**

از سوی دیگر درصد پوشش گیاهی در سطح منطقه با درصد کربنات کلسیم، چگالی و pH خاک به ترتیب بیشترین همبستگی منفی را نشان داد (جدول ۱). کربنات کلسیم خاک اگرچه می تواند از طریق تاثیر بر خاکدانه سازی بر بهبود ساختمان خاک و در نتیجه ظرفیت بالاتر نگه داری رطوبت خاک تاثیر مثبت در افزایش درصد پوشش داشته باشد (مطلبی و همکاران ۱۳۸۹) اما افزایش کربنات ها در خاک می تواند بر روند جذب عناصر غذایی تاثیر سو بگذارد (ملکوتی و همکاران ۱۳۸۷). بنابراین با توجه به زیاد بودن نسبی درصد کربنات کلسیم در سطح منطقه مطالعاتی (با میانگین ۶/۲۳)، افزایش کربنات کلسیم به طور قابل توجهی اثر معکوس بر درصد پوشش گیاهی داشت. چگالی ظاهری خاک با درصد پوشش گیاهی ضریب همبستگی منفی نشان داد که نشان می دهد نواحی با خاک متراکم تر از پوشش گیاهی ضعیفتری برخوردارند. خاک های با چگالی ظاهری کمتر دارای ساختمان بهتر و در نتیجه از خصوصیات فیزیکی مناسبتر از جمله ظرفیت نگهداری رطوبت بالاتر برخوردارند. از دیگر ویژگی های خاک که با درصد پوشش گیاهی همبستگی منفی نشان داد pH خاک بود. اثر pH بر روی رشد گیاهان از طریق تاثیر بر قابلیت استفاده از عناصر غذایی می باشد و معمولا با افزایش pH انحلال پذیری عناصر غذایی کاهش می یابد. با توجه به pH بالاتر از ۷ در سطح منطقه مورد مطالعه که عمدتا ناشی از مقادیر بالای کربنات کلسیم در منطقه می باشد رابطه منفی بین pH و درصد پوشش گیاهی امری قابل قبول به نظر می رسد.

گونه *FetucaAvina* با ویژگی های درصد کربن آلی و میزان سیلت خاک همبستگی مثبت معنی دار و با چگالی ظاهری خاک، میزان کربنات کلسیم و pH خاک همبستگی منفی نشان داد. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان می دهد که گونه *Stipasp* نیز با مقدار ماده آلی خاک همبستگی مثبت و با مقدار چگالی ظاهری و pH خاک همبستگی منفی نشان می دهد. قدرت رقابت پذیری بالای گونه های گندمی پایا در برابر سایر گونه (ناصری ۱۳۸۷) سبب گردیده که این گونه ها مناطق حاصلخیز منطقه را در تصرف خود در آورند و اجازه حضور سایر گونه ها را در این نواحی ندهند. گونه *FestucaAvina* در مناطق با حاصلخیزی بالا جامعه گیاهی تک گونه ای را تشکیل می دهد که این امر با نظریه کریس مبنی بر کاهش تنوع در مراحل بالای توالی مطابقت دارد (ناصری ۱۳۸۷). گونه *FestucaAvina* در نواحی با درصد بالای کربن و مقدار چگالی و pH پایین به صورت گونه غالب در آمده است و در نتیجه با این ویژگی های خاکی رابطه بالایی را نشان داد. از سوی دیگر، با کاهش درجه حاصلخیزی گونه *StipaSp* نیز در کنار این گونه قرار گرفته است. در نواحی که از وضعیت حاصلخیزی دارای افت می شود از تراکم گندمیان کم می گردد و در مقابل گونه هایی بوته ای نظیر *PhlomisCancellata* و *ArtemisiaKopetdaghensis* در این نواحی افزایش می یابد. این دو گونه اگرچه با مقدار نیتروژن و چگالی ظاهری رابطه معنی داری نشان ندادند. اما با مقدار فراهمی پتاسیم و سدیم و همچنین هدایت الکتریکی خاک همبستگی مثبت نشان دادند. بررسی جعفری و همکاران (۱۳۸۵) نیز نشان دادند که برخی از گونه های *Artemisia* در مراتع با افزایش میزان هدایت الکتریکی افزایش می یافتند. گونه های بالمش و نظیر *AstragalusGossypinus* و *Acantholimonsp* و همچنین گونه های مهاجمی نظیر *Verbascumsp* با ویژگی های خاک همبستگی معنی داری نشان ندادند. در واقع عوامل تعیین کننده این گیاهان را در سطح منطقه می توان به سایر عوامل نظیر جهت و یا نوع شیب نسبت داد. ناصری (۱۳۸۷) در بررسی خود نشان دادند که گیاهان بالمش و ش از ارتفاع ۱۸۰۰ متر به بالا دیده می شوند و از تراکم ضعیف تا متوسطی برخوردار هستند که عمدتا در دامنه های جنوبی و شرقی که غالبا دامنه های پر شیب و سنگلاخی هستند قابل مشاهده هستند.

بررسی رابطه رگرسیونی بین ویژگی های خاک و درصد و تراکم جامعه گیاهی

به منظور تعیین متغیرهایی که بیشترین تاثیر را با درصد پوشش گیاهی و همچنین نوع گیاه داشتند از رگرسیون خطی چند متغیره با روش گام به گام^{۳۳} استفاده شد. ویژگی های خاک به عنوان متغیرهای مستقل و درصد پوشش و همچنین نوع گیاه به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. بر اساس آنالیز گام به گام درصد پوشش گیاهی بیشترین همبستگی را در منطقه با مقدار کربن آلی، کربنات کلسیم و چگالی ظاهری خاک بود. که از این بین کربن با ضریب مثبت و مقدار کربنات کلسیم و چگالی ظاهری با ضریب منفی در معادله ظاهر شدند.

$$Y = 29.55\sqrt{OC} - 4.28(\sqrt{CaCO3}) - 91.01(\text{Log}(\text{Density})) + 58.14 \quad \text{معادله ۱}$$

که در این معادله Y درصد پوشش گیاهی و OC، CaCO₃ و Density به ترتیب مقادیر کربن آلی خاک مقدار کربنات کلسیم و چگالی ظاهری خاک می باشند.

با توجه به مقدار ضریب تبیین معادله (R²=۰.۶۲) این معادله قابلیت پیش بینی ۶۲ درصد از تغییرات درصد پوشش گیاهی در سطح منطقه را دارد.

^{۳۳}Stepwise



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نتایج آنالیز گام به گام نشان داد تعداد گونه گیاهی *Festucaovina* با ویژگی های چگالی ظاهری، pH و هدایت الکتریکی خاک بیشترین رابطه را دارد. معادله رگرسیونی پیش بینی تعداد این گونه به صورت زیر است.

$$Y = -88[\log(\text{Density})] - 22 \text{pH} - 40.9[\log(\text{EC})] + 289.44$$

معادله ۲ ضریب بدست آمده از این رابطه نشان می دهد که تنها این معادله حدود ۲۵ درصد از تغییرات پراکنش این گونه در سطح منطقه را نشان می دهد.

معادله رگرسیونی بدست آمده از روابط گونه *Stipasp* با ویژگی های خاک حدود ۳۵ درصد از تغییرات این گونه را نشان داد. در این معادله مقدار pH خاک و چگالی خاک به عنوان ویژگی های تعیین کننده حضور این گونه در سطح منطقه مطالعاتی بود. نتایج آنالیز گام به گام گونه *Phlomis Cancellata* نشان داد مقدار پتاسیم خاک به عنوان عامل معنی دار در معادله به عنوان مهمترین فاکتور خاکی در تعیین این گیاه در منطقه بود هر چند معادله بدست آمده نتوانست درصد بالایی از تغییرات این گیاه را توجیح کند. برای سایر گونه های گیاهی، ویژگی های خاکی نتوانست پراکنش گونه های مورد نظر را تخمین بزند و در نتیجه معادله رگرسیونی مناسبی به دست نیامد.

اگرچه رابطه رگرسیونی بدست آمده نتوانست به طور موفقیت آمیزی درصد پوشش گیاهی را با استفاده از ویژگی های خاک پیش بینی در سطح منطقه کند اما روابط رگرسیونی به دست آمده برای تعیین و مدل سازی نوع گیاه نتوانست بخش عمده ای از پراکنش گیاهان را در سطح منطقه مطالعاتی به طور موفقیت آمیزی توجیح نماید. که بخشی از این موضوع را می توان به روابط غیر خطی میان مولفه های خاکی و درصد پوشش سطحی نسبت داد (نوروزی و همکاران ۱۳۸۷). مطالعات دیگری نیز بکارگیری روابط رگرسیونی را برای بررسی جامعه و خصوصیات گیاهی با استفاده از روابط با ویژگی های خاک به نتایج رضایت بخشی نرسیدند. (Sudduth et al., ۱۹۹۶; Drummond et al., ۱۹۹۵)

منابع

- جعفری، م.، چاهوکی م.ع، طویلی، ع.، کهندل، ا. ۱۳۸۵. بررسی رابطه خصوصیات خاک با پراکنش گونه های گیاهی در مراتع استان قم. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۳، صفحه های ۱۱۰ تا ۱۱۶.
- زارع چاهوکی، م.، زارع چاهوکی، ا و زارع، ا. ۱۳۸۹. تاثیر عوامل توپوگرافی و خاک مؤثر بر پراکنش گونه های گیاهی در مراتع اشتهارد. مرتع و ابریزداری شماره ۶۳، صفحه های ۳۳۱-۳۴۰.
- شکری، م.، زالی، س و جعفریان، ز. ۱۳۹۱. بررسی اثر ویژگی های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر توزیع جوامع گیاهی (مطالعه موردی: مراتع بیلاقی بهرستاق هراز) جلد ۱۹ شماره ۴، صفحه های ۶۵۵ تا ۶۶۸.
- مطلبی، ا.، همایی، م و محمودی، ش. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر اکبر و ویژگیهای رطوبتی خاک های سری گرمسار با استفاده از توابع انتقالی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۳ شماره ۴، صفحه های ۴۲۶ تا ۴۳۹.
- ملکوتی، م.، کشاورز، پ و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ناصری، ک. ۱۳۸۷. تطبیق و کاربرد روش «ارزیابی سلامت مرتع» در اکوسیستم های مرتعی شمال خراسان. پایان نامه دکتری مرتعداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- نوروزی، م. ۱۳۸۷. پیش بینی تولید گندم دیم به کمک شبکه های عصبی مصنوعی در منطقه اردل استان چهارمحال بختباری. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Abbadi, G. A., & M. A. El-Sheikh. ۲۰۰۲. Vegetation analysis of Failakaisland (Kuwait). Journal of Arid Environments, ۵۰(۱), ۱۵۳-۱۶۵.
- Beno B. ۱۹۹۸. Desert perennials as plant and soil indicators in Eastern Arabia. Plant and soil J., ۱۹۹: ۲۶۱-۲۶۶.
- Bowman R. A., D. M. Mueller & W. J. McGirnies (۱۹۸۵) Soil and vegetation Relationship in a central plains saltgrass meadow. J. Range management. ۳۸: ۳۲۵-۳۲۸.
- Brauch Z. ۲۰۰۵. Vegetation-environmental relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. Journal of flora, ۲۰۰: ۴۹-۶۴.
- Dowling A.J. A.A. Webb & J.C. Scenlan. ۱۹۸۶. Surface soil chemical and physical patterns in a Brigalow-Dawson gum forest Central Caueensalnd. J. of Botsny, ۱۱: ۱۲: ۱۵۵-۱۶۲.
۱. Drummond, S. T., Birrell, S. J., & Sudduth, K. A. ۱۹۹۵. Analysis and correlation methods for spatial data. ASAE.



- Fairchild J.A. & J.D. Brotherson. ۱۹۸۰. Microhabitat relationship of six major shrubs in Navajo National Monument. Arizona. J. Range Management, ۳۳: ۱۵۰-۱۵۶.
- Fisher, F. M., Zak, J. C., Cunningham, G. L., & Whitford, W. G. (۱۹۸۸). Water and nitrogen effects on growth and allocation patterns of creosotebush in the northern Chihuahuan Desert. Journal of Range Management, ۳۸۷-۳۹۱.
- Pansu, M. and J. Gautheyrou. ۲۰۰۶. Handbook of Soil Analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer Berlin Heidelberg, New York.
- Sudduth, K. A., Drummond, S. T., Birrell, S. J., & Kitchen, N. R. ۱۹۹۶. Analysis of spatial factors influencing crop yield. Precision Agriculture, (precisionagricu۳), ۱۲۹-۱۳۹.
- Vladimir M. and P. Legendre, ۲۰۰۲; Nonlinear redundancy analysis and canonical correspondence analysis based on polynomial regression, Ecology, ۸۳ (۹): ۱۱۴۶-۱۱۶۱.

Abstract

The aim of the present study was to determine the relationship and effects of edaphic characteristics on vegetation cover and species distribution in a part of Bajgiran rangeland, northeastern of Iran and near to Tandoureh national park, with the area of ۱۲۲۵ hectares. Along each of transect, Δ plots were investigated to record species name and plant coverage. Furthermore, ۱ soil sample was taken to measure soil chemical and physical properties. The results revealed that the percentage of vegetation cover has a significant positive correlation with soil organic carbon, silt and soil water capacity whereas it shows a negative significant correlation with bulk density, CaCO_3 and pH. In addition, obtained Regression model with soil properties could successfully predict vegetation cover. Although some plant species were correlative to soil properties, regression equations were not able to predict effectively the distribution of species in the study area.



مقایسه روش‌های رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی در برآورد پتانسیل تولید منطقه خواجه برای تیپ بهره‌وری جو

مریم زینی^۱، علی اصغر جعفرزاده^۲، محمد علی قربانی^۳ و نصرت اله نجفی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده

از اهداف کشاورزی دقیق بهبود راندمان برداشت محصولات با اعمال مدیریت صحیح می‌باشد که لازمه آن درک کامل تر روابط بین میزان تولید محصول با خصوصیات خاک و محیط در کشاورزی پایدار می‌باشد. که در این زمینه مدل‌هایی با شکل ساده شده‌ای از واقعیت برای تعیین پتانسیل تولید و تناسب اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این تحقیق، از دو روش رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین پتانسیل تولید جو در بخشی از منطقه خواجه واقع در استان آذربایجان شرقی استفاده شده است. عواملی همانند ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی که بر روی پتانسیل تولید تأثیر داشته در ۸۰ نمونه از ۲۶ واحد مورد مطالعه قرار گرفته و با استفاده از رگرسیون چند متغیره خطی با روش Enter فقط دو متغیر ذرات درشت‌تر از شن و هدایت الکتریکی نقش معنی‌داری در بر روی پتانسیل تولید جو داشتند. همچنین مقدار جذر میانگین مربعات خطا یا RMSE در رابطه با داده‌های از مون جو ۳۱/۱۲۶۳ کیلوگرم بر هکتار و مقدار ضریب تبیین ۵۸٪ محاسبه گردید. در حالیکه نتایج آنالیز شبکه عصبی مصنوعی برای داده‌های صحت‌سنجی نشان دهنده بهبود ضریب تبیین (۷۳٪) و کاهش RMSE از ۳۱/۱۲۶۳ به ۶۱/۱۲۱۴ می‌باشد. همچنین در این مدل آزمون نش-ساتکلیف از ۵۷٪ به ۶۱٪ افزایش یافته است. بنابراین شبکه‌های عصبی مصنوعی نتایج بهتری را در مقایسه با رگرسیون خطی در منطقه خواجه تشریح می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آمار چند متغیره، پتانسیل تولید، جو، شبکه عصبی مصنوعی.

مقدمه

در عصر حاضر به دلیل افزایش جمعیت و تخریب اراضی کشاورزی، استفاده بهینه از آن‌ها ضروری می‌باشد. از نظر زارعان و اقتصاددانان در یک منطقه میزان تولید و سودآوری بیشتر از همه حائز اهمیت بوده و روش‌هایی که در این راستا بتواند میزان تولید محصولات مختلف را برآورد نماید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در روش کمی فائو تولید پتانسیل با توجه به پتانسیل ژنتیکی محصول و خصوصیات گیاهی آن بر اساس داده‌های اقلیمی نظیر تابش خورشیدی و درجه حرارت محاسبه می‌شود که از ویژگی‌های خاک و مدیریت تأثیرپذیر نیست. روش‌های مختلفی برای محاسبه این تولید پیشنهاد و توسعه یافته است که یکی از مهمترین آنها مدل فائو می‌باشد. در این مدل بر اساس روش پهنه‌بندی اکولوژی-زراعی^۴، تولید محصول برای دامنه وسیعی از محصولات و ارقام، با توجه به شرایط بهینه از نظر آب، عناصر غذایی و عدم وجود بیماری‌ها و آفات، بر مبنای داده‌های تابش و درجه حرارت، تولید زیست توده برآورد می‌گردد (سایس، ۱۹۸۶). بنابراین نیاز به مدل‌سازی و روش‌های نوین در محاسبه پتانسیل تولید احساس می‌گردد و در این تحقیق از روش‌های آماری چند متغیره و شبکه عصبی مصنوعی در تعیین پتانسیل تولید جو استفاده قرار خواهد گرفت. روش‌های آماری چند متغیره از روش‌های آماری پردازش داده‌ها بوده که به منظور تلخیص داده‌ها، گروه‌بندی، برآورد، آزمون فرض‌ها و بررسی همبستگی بین متغیرهای مختلف به کار گرفته می‌شوند (محمدی، ۱۳۸۵). شبکه عصبی مصنوعی ایده‌ای است برای پردازش اطلاعات که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می‌پردازد. در واقع شبکه عصبی مصنوعی یک مدل ریاضی است که توانایی مدل‌سازی و ایجاد روابط ریاضی غیرخطی برای میان‌یابی را دارد (منهاج، ۱۳۸۴). لویی و همکاران (۱۹۹۹) الگوریتم پس انتشار شبکه‌های عصبی مصنوعی را به منظور برآورد بازده محصولات بر روی قطعات کوچک با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاک و هوا به کار بردند. نتایج این کارشناسان امید بخش بود. هر چند نتایج دقت بالایی را نشان نمی‌داد. وین و همکاران (۱۹۹۴)، اوربیک و همکاران (۱۹۹۲)، جردینق و همکاران (۱۹۹۲)، فالمن و همکاران (۱۹۹۸)، اظهار داشته اند که شبکه‌های عصبی پیش‌خور کاربردی‌ترین نوع شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشند و این نوع شبکه‌های عصبی پیش‌خور قادرند هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند. هدف از این مطالعه بر آورد پتانسیل تولید با روش آماری چند متغیره و شبکه عصبی مصنوعی مقایسه دقت روش‌ها از طریق ایجاد روابط رگرسیونی بین تولید برآورد شده از هر روش و تولید مشاهده شده می‌باشد.

^۴ Agro-ecological zoning (AEZ)



مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با وسعتی حدود ۷۳۳۵ هکتار در استان آذربایجان شرقی از منطقه خواجه را شامل می‌شود، که بین ۳۸.۷۳۰ تا ۳۸.۱۱۳۰ عرض شمالی و ۴۶.۳۷۳۰ تا ۴۶.۴۴۳۰ طول شرقی و با ارتفاع میانگین ۱۵۰۰ متر واقع شده است. خاک‌های این منطقه دارای رژیم رطوبتی Aridic border on Xeric و رژیم حرارتی Mesic بوده و بر اساس تقسیمات اقلیمی به روش گوسن، منطقه مورد مطالعه جزو نواحی نیمه‌خشک سرد با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً گرم می‌باشد. در این تحقیق ۸۰ نمونه در به ۲۶ واحد نقشه بررسی و در نهایت میزان تولید محصول در هر یک از ۲۶ پهنه تعریف شده با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از مزارع منطقه محاسبه گردید. در ایجاد توابع انتقالی رگرسیونی از گزینه‌های پیشنهادی نرم‌افزار SPSS شامل گام‌به‌گام و Enter مورد استفاده قرار گرفت و با توجه به نتیجه محاسبات از نظر ضریب تبیین رگرسیون تابع ایجاد شده با انتخاب هر گزینه، بهترین گزینه از بین روش‌های فوق برای تخمین پتانسیل تولید، انتخاب و معرفی گردیدند. ویژگی‌های زود یافت خاک شامل فراوانی نسبی ذرات، درصد ذرات درشت‌تر از شن، درصد گچ، درصد ظرفیت تبادل کاتیونی ظاهری، درصد کربن آلی، درصد کربنات کلسیم معادل، درصد شیب، pH، EC و عملکرد (تولید واقعی) به عنوان متغیرهای مستقل (ورودی) و پتانسیل تولید شده به عنوان متغیر وابسته (خروجی) به نرم‌افزار معرفی شدند. به منظور ایجاد یک شبکه جهت تخمین پتانسیل تولید به روش شبکه عصبی مصنوعی از امکانات و توابع موجود در محیط برنامه‌نویسی MATLAB استفاده گردید. در این پژوهش از شبکه پرسپترون چندلایه (Feed Forward Back Propagation) یا شبکه پیشخور با الگوریتم پس انتشار خطا با ده نرون و با تابع محرک تانژانت سیگموئیدی استفاده شده است. جهت اجرای دقیق شبکه پرسپترون چندلایه در محیط برنامه‌نویسی MATLAB موارد زیر به عنوان اصول کلی اجرا در نظر گرفته شد. شبکه عصبی مصنوعی از ۳ لایه ورودی، میانی، خروجی تشکیل می‌شود و لایه ورودی هر شبکه را نرون‌های مختلف که شامل تعدادی از خصوصیات زود یافت خاک اندازه‌گیری شده هستند تشکیل داده و لایه خروجی شامل پتانسیل تولید می‌باشد. ۸۰ درصد از داده‌ها یعنی حدود ۶۴ مجموعه داده برای آموزش شبکه و ۲۰٪ بقیه یعنی حدود ۱۶ مجموعه داده برای شبیه‌سازی به طور تصادفی در نظر گرفته شدند.

لایه خروجی نیز همانند متغیر وابسته عمل کرده و تعداد نرون‌های آن بستگی به تعداد متغیر وابسته دارد، و چون در اینجا متغیر وابسته میزان عملکرد محصول می‌باشد، لایه خروجی شبکه دارای یک نرون بوده و خروجی شبکه میزان عملکرد محصول را تعیین می‌کند. بر خلاف لایه‌های ورودی و خروجی، لایه پنهان هیچ مفهومی را نشان نمی‌دهد و صرفاً یک نتیجه میانی در فرآیند محاسبه ارزش خروجی است. برای تعیین تعداد نرون‌های لایه میانی و همچنین تعداد لایه‌های میانی از روش آزمون و خطا استفاده می‌شود که این کار ابتدا با یک لایه میانی و یک نرون شروع شده و بتدریج نرون‌های لایه میانی اول زیاد می‌گردد و همین عمل برای لایه‌های میانی بعدی انجام می‌شود، برای هر مرحله رگرسیون خطی میان مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده اعمال می‌گردد و ضریب تبیین (R^2) هر مرحله نیز محاسبه می‌شود که ضریب تبیین بالا ($R^2 = 1$) به معنای دست یافتن به آرایشی مناسب‌تر جهت برآورد پارامتر خروجی می‌باشد، علاوه بر تعیین مقدار ضریب تبیین از معیار ارزیابی آزمون نش-ساتکلیف و RMSE نیز استفاده شده است. به این ترتیب پس از انجام مرحله آزمون و خطا بهترین ساختار شبکه جهت پیش‌بینی مقدار محصول معرفی می‌گردد که این سه پارامتر آماری که برای مقایسه شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند به صورت زیر بیان می‌شوند:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N}}$$

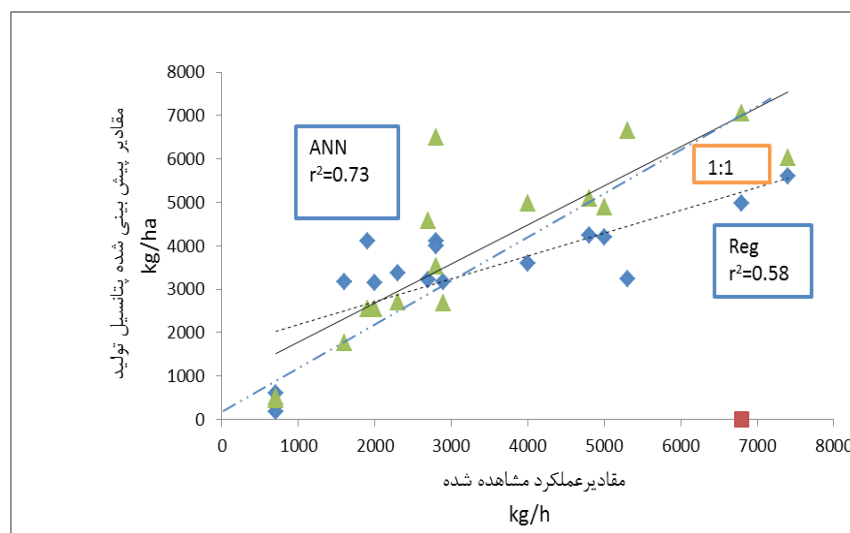
$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2} \right]$$

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}}_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}}_i)^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2}} \right)^2$$

در روابط بالا y_i ، \hat{y}_i ، \bar{y}_i و $\bar{\hat{y}}_i$ به ترتیب برابر مقادیر مشاهده شده، مقادیر برآورد شده و میانگین مقادیر برآورد شده و مشاهده شده، تعداد کل نمونه‌ها می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج رگرسیون چند متغیره خطی با روش Enter برای جو با توجه به جدول آماری و شکل ۱ مقدار ضریب تبیین برای داده‌های صحت‌سنجی ۵۸/۰ می‌باشد. در حالیکه نتایج آنالیزهای شبکه عصبی مصنوعی برای داده‌های صحت‌سنجی نشان می‌دهد که استفاده از این روش باعث بهبود ضریب تبیین و کاهش RMSE یا خطای تخمین شده است. در این مدل سازی ضریب تبیین از ۵۸/۰ به ۷۳/۰ افزایش یافته و مقدار RMSE از ۳۱/۱۲۶۳ به ۶۱/۱۲۱۴ کاهش یافته و مقدار آزمون نش-ساتکلیف از ۵۷/۰ به ۶۱/۰ افزایش یافته است. این تحقیق نشان داد که شبکه‌های عصبی مصنوعی پیشخور با الگوریتم پس انتشار از قابلیت بالای در برآورد تولید محصولات زراعی با استفاده از خصوصیات اراضی برخوردار است. نتایج سایر محققین از جمله لویی و همکاران (۱۹۹۹)، وین و همکاران (۱۹۹۴)، اوریق و همکاران (۱۹۹۲)، جردینق و همکاران (۱۹۹۲)، فالمن و همکاران (۱۹۹۸) و عسگری و همکاران (۱۳۸۸)، نیز برتری مدل شبکه عصبی مصنوعی را بر روش رگرسیون خطی نشان می‌دهد و این مسئله ناشی از این است که این مدل می‌تواند روابط خطی و غیر خطی را به طور همزمان مدل‌سازی کند. در حالت کلی اهمیت پارامترهای زمین‌نما و خاک برای پتانسیل تولید جو در منطقه خواجه عبارت است از: درصد کربن آلی، گچ، آهک، ذرات درشت‌تر از شن و نیز هدایت الکتریکی و ظرفیت تبادل کاتیونی می‌باشد.



شکل ۱: نمودار پراکنش پتانسیل پیش‌بینی شده جو برای داده‌های آزمون با مدل رگرسیون خطی Enter و شبکه عصبی مصنوعی

منابع

- عسگری، م.ص.، خدادادی، م.، سرمیدیان، ف. و گزنی، ر. ۱۳۸۸. کارائی شبکه‌های عصبی مصنوعی در برآورد محصولات گندم، جو و ذرت دانه‌ای. نشریه زراعت، شماره ۸۵. صفحات ۷۱-۶۲.
- محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری- آمار کلاسیک، جلد اول، انتشارات پلک.
- منهاج م ب، ۱۳۸۴. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- Fahlman S. E. ۱۹۸۸. An empirical study of learning speed in back-propagation networks, Technical Report, Carnegie- Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Joerding, W. H. and Li, Y., Hu, S. and Meador, J. ۱۹۹۲. Approximating production technologies with feed forward neural networks. Forthcoming Advances in Artificial Intelligence in Economics, Finance, and Management. Greenwich: AI Press



Liu, J. and Goering, C. E. ۱۹۹۹ . Neural network for setting target corn yields. ۴۴(۳): ۷۰۵-۷۱۳.

Uhrig, J. W., Engle, B. A., and Baker, W. L. ۱۹۹۲. An Application of neural networks: Predicting Corn Yields." Paper presented at the Fourth International Congress for Computer Technology in Agriculture, Paris-Versailles, France, June ۱-۳.

Sys, C. ۱۹۸۶. Land evaluation part I-III. International training center for post graduate soil scientists. State University of Ghent. Ghent.

Abstract

Precision farming attempts to improve cropping efficiency by correct planning, which requires a fully understanding of relationships between crop yield and soil and site properties in sustainable agriculture. Therefore, finding of suitable methods for identifying functional relationships between soil and site and production potential is estimation of production potential, which in this context, simplified models of reality were used to determine production potential and land suitability. In this study, two regression and artificial neural network methods are used to estimate the potential production of barley in part of Khajeh region located East Azarbaijan. Factors such as physical, chemical and fertility characteristics which affect on production potential were studied in ۸۰ samples from ۲۶ mapping units based on linear regression analysis with Enter just two variables of particle size > ۲mm and E_c had significant effect on barley production potential and the root mean square error (RMSE) of ۱۲۶۳.۳۱ kg/ha for experiment data with coefficient of determination or R^2 of ۰.۵۸ were calculated but results of artificial neural networks analysis according to RMSE = ۱۲۱۴.۱۴ kg/ha and $R^2 = ۰.۷۳$ is one best network and Nash-Sutcliffe test was increased from ۰.۵۷ to ۰.۶۱. Therefore, artificial neural network analysis in comparison with linear regression can be revealed the best result in Khajeh regression in this manner.



بررسی تأثیر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در سه رقم گوجه فرنگی بر خصوصیات کیفی خاک

الهام نمازی^۱، ابراهیم پذیرا^۲، یعقوب حسینی^۳ و داود صمصام پور^۴

۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۲- استاد تمام گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۳- استادیار گروه آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بندرعباس، ۴- استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

چکیده

بحران آب یکی از مسائل اساسی مناطق دچار خشکسالی متوالی مانند ایران است بنابراین استفاده از آب های نامتعارف در جایی که آب با کیفیت مناسب در دسترس نیست رو به فزونی است یکی از این منابع پساب شهری است. به کار گیری از پساب فاضلاب در کشاورزی بسته به خصوصیات آن می تواند سودمند یا زیانبار باشد و کیفیت پساب باید با توجه به اثرات آن بر روی خاک و گیاه ارزیابی شود. یکی از راه های کاهش اثرات زیانبار استفاده از ارقام مقاوم به شوری می باشد. لذا در این تحقیق اثر توام پساب تصفیه شده شهری و سه رقم مقاوم به شوری گوجه فرنگی بر خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این بررسی از تیمارهای آبیاری در ۵ سطح (آب معمولی، پساب فاضلاب شهری، ۲/۱ آب معمولی و ۲/۱ پساب فاضلاب شهری، ۴/۳ پساب فاضلاب شهری و ۴/۱ آب معمولی) و ۴/۱ پساب فاضلاب شهری و ۴/۳ آب معمولی)، سه رقم گوجه فرنگی (سان سید، متین و یاقوت) در دوره ۸ ماهه استفاده گردید. و پارامترهای اندازه گیری شده شامل خصوصیات خاک همچون میزان اسیدیته خاک و میزان کلسیم و منیزیم و سدیم میزان سار و هدایت الکتریکی خاک اندازه گیری بوده است. نتایج نشان داد که در مورد خصوصیات خاک با افزایش نسبت پساب میزان شوری و SAR خاک افزایش می یابد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان کرد که استفاده از پساب فاضلاب شهری بندرعباس با احتیاط باید صورت گیرد و توصیه می شود استفاده از آن به صورت مخلوط با آب معمولی یا به صورت آبیاری یا به صورت آبیاری یکی در میان معمولی و پساب صورت گیرد و می توان از ارقام مقاوم به شوری برای کاهش اثرات زیانبار آبیاری با پساب بهره برد. واژه های کلیدی: آبیاری، پساب فاضلاب شهری تصفیه شده، خاک، کشاورزی

مقدمه

با توجه به بحران کمبود منابع آب و لزوم بهره برداری از منابع آب غیر متعارف، بهره گیری مطلوب و بهینه از پساب فاضلاب شهری یکی از مباحث مهم تحقیقاتی می باشد. در ایران تاکنون در مورد امکان بهره برداری از این منبع، تحقیقاتی صورت گرفته است ولی به نظر می رسد که در زمینه اعمال مدیریت صحیح در بهره برداری از پساب فاضلاب تصفیه شده در راستای حفظ شرایط زیست محیطی و افزایش راندمان بهره برداری لازم است، تحقیقات جامع تری صورت گیرد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۳). به منظور آگاهی از اثرات کوتاه مدت آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری بر ویژگی های شیمیایی دو خاک لومی شنی و رسی شنی آزمایشی (مقصود مود و همکاران، ۱۳۹۰) با تیمارهای آبیاری کامل با آب شهری و تیمار ۵۰ درصد پساب و ۵۰ درصد آب معمولی و آبیاری کامل با پساب انجام گردید، نتایج نشان داد که استفاده از پساب میزان شوری و مواد آلی و میزان اسیدیته خاک و منگنر، کادمیوم و نیکل خاک را بالا می برد در پژوهشی (داوید و همکاران، ۲۰۰۱) که انجام شد نتایج نشان داد که استفاده از پساب باعث افزایش شوری و میزان سدیم جذبی خاک شده و استفاده از روش مدیریتی و روش های مناسب آبیاری می تواند تأثیرات شوری استفاده از پساب را تعدیل کند. کرونا و همکاران (۲۰۱۱) اثر استفاده از پساب را به عنوان آب آبیاری در خاک های آهکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که محتوی کربن آلی با استفاده از پساب به عنوان آب آبیاری در پلات ها زیاد شد. در این پلات ها قابلیت هدایت الکتریکی خاک افزایش یافته و همچنین میزان سدیم قابل دسترس نیز افزایش نشان داد. پایداری خاکدانه ها کاهش داشت.

با توجه به موارد بیان شده و گسترش سیستم جمع آوری فاضلاب و تصفیه فاضلاب در استان هرمزگان در طول سال های اخیر نیاز به انجام طرح های مطالعاتی در راستای استفاده مجدد از پساب فاضلاب دیده می شود در همین سو فعالیت پژوهشی حاضر بر روی استفاده مجدد از پساب فاضلاب تصفیه شده استان هرمزگان در کشاورزی صورت گرفته است.



مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در شهر بندرعباس با جمعیت ۴۳۵۷۵۱ نفر در جنوب کشور ایران واقع شده است (عرض جغرافیایی ۲۷۱۲ درجه و طول جغرافیایی ۵۶۲۲) به صورت گلخانه ای انجام شده است و ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۰ متر و میانگین سالانه بارندگی ۹/۱۸۵ میلی‌متر می‌باشد

ب) مواد به کار رفته

پساب تصفیه شده از تصفیه خانه فاضلاب بندرعباس تامین گردید که روش تصفیه به صورت لجن فعال بوده و فاضلاب مورد استفاده برای آزمایش از آخرین مرحله تصفیه برداشت شد و همچنین به عنوان تیمار شاهد از آب معمولی استفاده گردید. خاک شنی و رسی از ۱۰ کیلومتری جنوب بندرعباس منطقه نهالستان و بستانو برداشت گردید. سه رقم نشای گیاه گوجه فرنگی نیز از سازمان جهاد کشاورزی تهیه گردید.

ج) روش انجام تحقیق

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. جهت انجام تحقیق، تیمارهای سه رقم گوجه فرنگی (متین، یاقوت و سان سید)، آبیاری در ۵ سطح (آب معمولی، پساب فاضلاب شهری، ۲/۱ آب معمولی و ۲/۱ پساب فاضلاب شهری، ۴/۳ پساب فاضلاب شهری و ۴/۱ آب معمولی، ۴/۱ پساب فاضلاب شهری و ۴/۳ آب معمولی) در حین رشد سطوح مختلف پساب اعمال گردید.

پس از اتمام دوره کشت خاک گلدان‌ها استخراج شد و پس از کوبیدن خاک و گذراندن از الک ۲ میلی‌متری عصاره خاک با دستگاه عصاره‌گیر تهیه و جهت محاسبه املاح و بعضی خواص به آزمایشگاه منتقل شد میزان کلسیم و منیزیم به روش کربوسلی و همکاران تعیین و میزان سدیم خاک توسط فلیم فتومتر مشخص گردید. برای اندازه‌گیری اسیدیته (مسی ند، ۱۹۸۲) و EC (کلوت، ۱۹۸۶) توسط دستگاه pH و هدایت سنج دیجیتال قرائت شد. پس از اندازه‌گیری میزان سدیم و کلسیم و منیزیم خاک به روش‌های فوق‌الذکر میزان نسبت سدیم جذبی خاک از روی فرمول (۱) محاسبه می‌شود:

$$SAR = \frac{[Na]}{\sqrt{1/2[(Ca)+(Mg)]}} \quad (1)$$

د) آنالیز آماری

بر روی داده‌های جمع‌آوری شده آنالیز واریانس صورت گرفت و در نهایت داده‌ها حاصل با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

الف) تجزیه واریانس

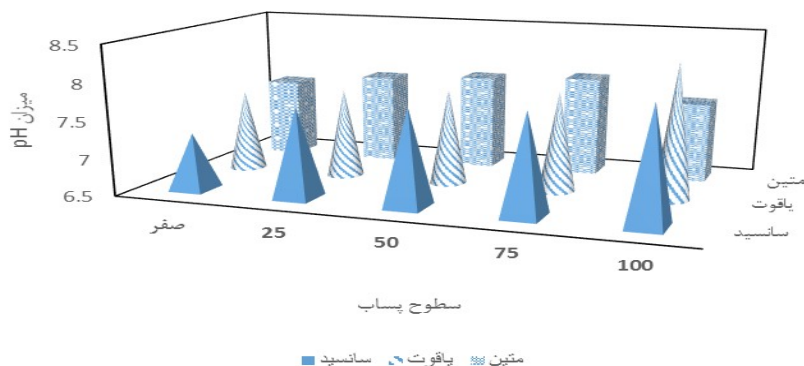
نتایج تجزیه واریانس در رابطه با صفات مربوط به خاک در جدول (۱) ارائه شده است و این نتایج نشان می‌دهد تمامی صفات مورد مطالعه در بخش رویشی در سطح ۱ درصد برای منبع تغییر اثر متقابل این دو متغیر، سطوح پساب و رقم معنی دار بوده است. جدول (۱): تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با صفات مربوط به خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)	
		pH خاک	Ec خاک
اثر متقابل رقم و سطوح پساب	۸	۰.۱۰۶/۰	۳۸/۳**
خطا	۶۰	۰.۰۰۵/۰	۷۶/۰
ضریب تغییرات (C.V) %		۳/۰	۲/۵

**، * و ns به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ب) تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب

مقایسه میانگین صفات مربوط به خاک از نظر اثر متقابل نوع رقم و سطوح پساب (شکل ۱) نشان داده است که میزان pH خاک در همه ارقام با افزایش نسبت پساب افزایش می‌یابد (جدول ۲) که این افزایش در همه ارقام به جز رقم متین معنی دار بوده است. در رقم متین بین نسبت‌های ۷۵ و ۱۰۰ تفاوت معنی داری دیده نشده است و در سه رقم تغییرات میزان اسیدیته خاک در سطح ۱۰۰ درصد تفاوت معنی دار بوده است و در بقیه سطوح تفاوت معنی داری مشاهده نشده است و بیشترین میزان این صفت در رقم یاقوت در رقم یاقوت و سطح ۱۰۰ درصد بوده است.



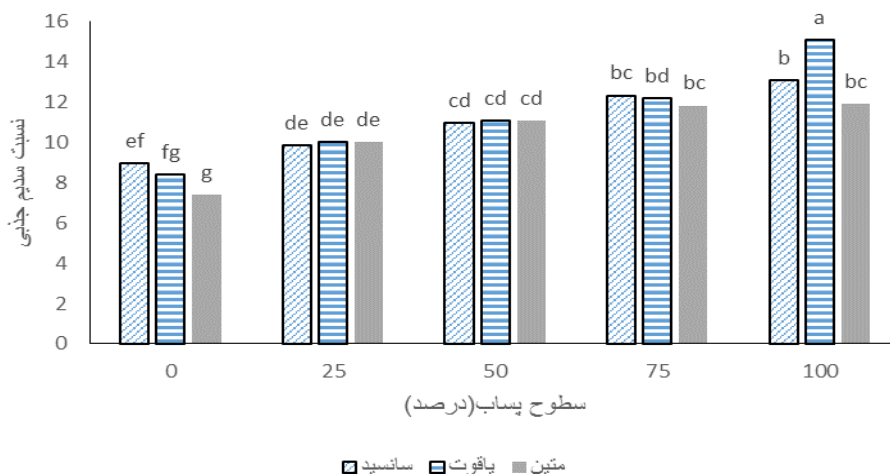
شکل (۱)- مقایسه میانگین pH خاک تحت تأثیر اثر متقابل سه فاکتور رقم، نسبت پساب فاضلاب در آب آبیاری و بافت خاک

بررسی تغییرات شوری خاک (جدول ۲) نشان داده است که در همه ارقام با افزایش نسبت پساب شوری خاک افزایش پیدا کرده است که در هر یک از ارقام این افزایش در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد با سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری داشته است در ارقام سانسید و یاقوت بین سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد و در رقم متین بین سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری مشاهده نشده و در بقیه سطوح تفاوت معنی دار بوده است و فقط در سطح ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری بین سه رقم دیده شده است و در بقیه سطوح آبی بین این سه رقم تفاوت معنی داری مشاهده نشده است.

جدول (۲)- تأثیر سطوح پساب و رقم بر روی میزان شوری خاک

میانگین	متین	یاقوت	سانسید	سطوح پساب (درصد)
۷۶۱/۲	۶۴۴/۲	۷۷۳/۲	۸۶۶/۲	صفر
۲۸۰/۳	۴۲۸/۳	۴۹۰/۳	۵۲۰/۳	۲۵
۷۰۲/۳	۸۱۰/۳	۷۳۷/۳	۵۵۸/۳	۵۰
۵۹/۵	۹۸۷/۴	۱۰۲/۵	۰۸۸/۵	۷۵
۲۴۶/۶	۱۲۲/۵	۹۹۵/۷	۶۲۲/۵	۱۰۰
	۹۹۸/۳	۶۱۹/۴	۱۳۱/۴	میانگین

میانگین های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند. نتایج مربوط به میزان نسبت سدیم جذبی خاک (شکل ۲) نشان داده که در همه ارقام با افزایش نسبت پساب این شاخص افزایش داشته است در رقم سانسید بین سطوح ۰ و ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری دیده نشده است. در رقم یاقوت بین سطوح ۲۵ و ۵۰، ۵۰ و ۷۵ و ۷۵ تفاوت معنی داری مشاهده نگردید و در رقم متین سطح صفر با بقیه سطوح تفاوت معنی داری داشته است و سطوح صفر، ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی داری نداشته اند. در هر یک از سطوح آبی بین سه رقم تفاوت معنی داری دیده نشده است.



شکل (۲)- تاثیر نوع رقم و سطوح پساب بر روی میزان نسبت سدیم جذبی خاک

نتایج کلی مقایسه میانگین خصوصیات خاک نشان داده است که با افزایش نسبت پساب فاضلاب تصفیه شده میزان خصوصیات خاک از جمله شوری خاک و میزان نسبت سدیم جذبی خاک افزایش یافته است ولی تفاوت معنی داری بین نوع رقم در هر یک از سطوح آبی دیده نشده است. پیرا و همکاران (۲۰۰۹) نیز تاثیر استفاده از پساب فاضلاب شهری تصفیه شده را بر روی خاک اکسی سول ها در برزیل مورد بررسی قرار دادند و در نهایت نتیجه گرفتند که غلظت سدیم و سار و شوری خاک (EC) خاک با افزایش نسبت پساب در هر زمانی افزایش یافته است که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد (پریپرا و همکاران، ۲۰۰۹) تحرک بالای سدیم در خاک بعلاوه سدیم اضافی که توسط پساب تصفیه شده به خاک اضافه شده به عنوان فاکتور اصلی در بالابردن سطوح سدیم در خاک و در محلول خاک در پایان آزمایش معرفی می شود. این تغییرات منجر به افزایش دیسپرس ذرات رس و از بین رفتن خاکدانه ها و منافذ خاک می شود که همه این عوامل منجر به کاهش نفوذپذیری خاک می شود (بوند، ۱۹۹۸) افزایش سطح سدیم قابل تبادل یکی از ویژگی هایی خاک است که بعد از اضافه کردن پساب فاضلاب شهری برای رنج گسترده از سیستم های کشت مشاهده شده است (دافونسیکا، ۲۰۰۷).

منابع

- کریم زاده م، علیزاده ا و م محمدی آریا. ۱۳۹۱. اثرات آبیاری با پساب بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک. نشریه آب و خاک ۲۶ (۶): ۱۵۵۳-۱۵۴۷.
- نجفی پ. موسوی س ف و م فیضی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در روش های مختلف آبیاری سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۱): ۶۱-۷۰.
- A.O.A.C. ۱۹۷۵. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. ۱۲th ed. Washington D.C. pp. ۳۷۷-۳۷۸, ۷۷۷.
- Abedi-Koupai, J., Mostafazadeh-fard, B., Afyuni, M., and Bagheri, M. R. ۲۰۰۶. Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. *Plant Soil and Environment*, ۵۲(۸), ۳۳۵-۳۴۴.
- Al Salem, S. A., ۱۹۹۶. Environmental considerations for wastewater reuse in agriculture. *Water Sci. Technol.* ۳۳ (۱۰-۱۱), ۳۴۵-۳۵۳.
- Da Fonseca, A. F., Melfi, A. J., Monteiro, F. A., Montes, C. R., Almeida, V. V., Herpin, U., ۲۰۰۷b. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton ۸۵ bermudagrass. *Agric. Water Manage.* ۸۷, ۳۲۸-۳۳۶.
- Gunes, A., Inal, A., & Alpaslan, M. ۱۹۹۶. Effect of salinity on stomatal resistance, proline, and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition*, ۱۹, ۳۸۹-۳۹۶.
- Jean E. T. McLain * Clinton and F. Williams. ۲۰۱۲. Assessing environmental impacts of treated wastewater through monitoring of fecal indicator bacteria and salinity in irrigated soils. *Environ Monit Assess.* ۱۸۴: ۱۵۵۹-۱۵۷۲.
- Klute, A. (۱۹۸۶). *Methods of soil analysis. part ۲-chemical and biochemical methods.* Second edition. Agronomy



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- No.9.American Society of Agronomy,Inc Soil Science of American,Inc.Publisher Madison,Wisconsin,USA.
- Korboulewsky, N., S. Dupouyet and G. Bonin. (۲۰۰۲).Environmental risks of applying sewage sludge compost to vineyards;CARBON, heavy metals,nitrogen and phosphorus accumulation.J.Environ .Qual.۳۱: ۱۵۲۲-۱۵۲۷.
- McNeal, E. O., (۱۹۸۲). Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L.Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil AnalysisPart ۲. Chemical and Microbiological Properties. ASA Inc.SSSA Inc. Publishers, NY, USA,
- Najafi.,P.۲۰۰۶.Effects of using subsurface drip irrigation and treated municipal wastewater in irrigation in small communities.Agric.Water Manag.,۳۸:۲۳۳-۲۳۴.
- Papadopoulos, F .Parissopoulos G, Papadopoulos A, Fdragas A, Ntanos D, Prochaska C and I Metaxa.۲۰۰۹. Assessment of Reclaimed Municipal Wastewater Application on Rice Cultivation. Environmental Management.۴۳:۱۳۵-۱۴۳.
- Rattan R.K., Datta S.P., Chhonkar P.K., Suribabu, K. and A.K. Singh.۲۰۰۵. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. Agriculture, Ecosystems and Environment ۱۰۹:۳۱۰-۳۲۲.
- Santos, A.P.R., ۲۰۰۴. Efeito da irrigac, a o com efluente de esgoto tratado, rico em so' dio, em propriedades qu' micas e f' sicas de um argissolo vermelho distro' fico cultivado com capim- Tifton ۸۵. M.S. Thesis., ESALQ, University of Sa o Paulo.
- Sepaskhah.A.R and Karizi A.۲۰۱۱.Effects of alternative use of waste water and fresh water on soil saturatedhydraulicconductivity .J of Agronomy and Soil Science .۵۷:۱۴۹-۱۵۸.
- Shevnin, V., O. Delgado, A. Mousatov&ARYjov, ۲۰۰۴. Soil resistivity measurements for clay content estimation and its application for petroleum contamination study, SAGEEP, Colorado. Springs, P: ۳۹۶-۴۰۸.
- Tillman, R.W., Surapaneni, A., ۲۰۰۲. Some soil-related issues in the disposal of effluent on land. Aust. J. Exp. Agric. ۴۲, ۲۲۵-۲۳۵.
- Toze, S., ۲۰۰۶. Reuse of effluent water—benefits and risks. Agric. Water Manage. ۸۰, ۱۴۷-۱۵۹.
- Vogeler I.۲۰۰۹.Effect of long-term wastewater applicationon physical soil peroperties, water air soil pollut.۱۹۶:۳۸۵-۳۹۲.



بررسی نوع کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک

فاطمه رمضان‌نژاد^۱، حسین شکفته^۲، حسین شیرانی^۳ و عیسی اسفندیارپور^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

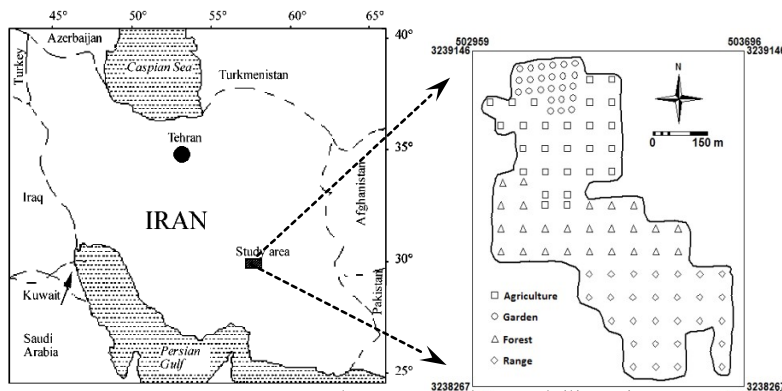
مطالعه تاثیر کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت خاک امکان شناسایی مدیریت‌های پایدار و به تبع آن پیشگیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌سازد. علیرغم اهمیت این مطالعات و انجام تحقیقات گسترده در دنیا، در کشور ایران مطالعات چندانی در این رابطه صورت نگرفته است. به همین منظور مطالعه‌ای در منطقه رابر در استان کرمان با هدف بررسی تاثیر کاربری‌های متفاوت بر ویژگی‌های فیزیکی کیفیت خاک انجام شد. در این بررسی چهار نوع کاربری مرتع، جنگل، زراعت و باغ انتخاب شد. از چهار کاربری مجموعاً ۱۰۴ نمونه از خاک سطحی (۰-۱۵ سانتی‌متر) برداشت شد. وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی، تخلخل، مقادیر رطوبت در مکش‌های ۱۰۰ سانتی‌متر و ۳۰۰ سانتی‌متر به عنوان خصوصیات فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که نحوه مدیریت اراضی در کاربری باغ باعث بهبود و در جنگل باعث تخریب کیفیت فیزیکی خاک گردیده است. کلمات کلیدی: تخلخل، تخریب خاک، چگالی حقیقی

مقدمه

یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی شناسایی مدیریت‌هایی است که از یکسو باعث ارتقا کمی و کیفی تولید در طولانی مدت گردند و از سوی دیگر باعث حفظ کیفیت خاک شده و منجر به تخریب اراضی نشوند (Islam *et al.*, ۱۹۹۹). از دو دهه گذشته و در راستای مدیریت پایدار اراضی، مطالعه کیفیت خاک به منظور شناسایی و ارزیابی عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اکوسیستم‌های زراعی، مرتعی و جنگلی مطرح شده است (Karlen *et al.*, ۱۹۹۹). توانایی دایم خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت کاربری‌های متفاوت، به طوری که علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشد، و نیز تامین کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد، کیفیت خاک نامیده می‌شود (Doran and Parkin, ۱۹۹۴). کیفیت خاک را نمی‌توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد. بلکه با اندازه گیری چندین شاخص برآورد می‌شود. نوع شاخص‌های مورد استفاده به مقیاس و اهداف پژوهش بستگی دارد. در بررسی خصوصیات فیزیکی خاک پژوهشگران عقیده دارند وضعیت فیزیکی خاک در ارزیابی کیفیت از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (Burger and Kelting, ۱۹۹۹). محمدی و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیقی به بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در ۱۲ منطقه مورد مطالعه از جمله مناطقی در استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. ایشان گزارش کردند که عوامل ناحیه جغرافیایی، نوع کاربری و مدیریت اراضی به صورت معنی‌داری بر تغییرپذیری مکانی شاخص‌های مورد مطالعه خاک از جمله فعالیت آنزیم فسفاتاز، تنفس میکروبی و ازت کل خاک در عرصه‌های مختلف کشاورزی، مراتع و جنگل تاثیر گذاشته است. خادمی و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی به بررسی و مقایسه شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی در شهرستان بروجن از توابع استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. ایشان در تحقیق خود از پنج نوع مدیریت شامل مرتع فرق، مرتع تحت چرای شدید، دیم رها شده و کشت آبی گیاهان گندم و یونجه استفاده کردند. ایشان از شاخص‌های مختلفی شامل فعالیت آنزیم فسفاتاز، پتانسیل تنفس میکروبی، نیتروژن کل خاک، درصد آهک، ماده آلی، جرم مخصوص ظاهری، بافت خاک و هدایت هیدرولیکی استفاده و نتیجه گرفتند که شدت فعالیت آنزیم فسفاتاز، درصد ماده آلی و هدایت هیدرولیکی در مقایسه با سایر شاخص‌ها، تغییرات کیفیت خاک را در منطقه مطالعه شده بهتر نشان می‌دهند. به طور کلی نتایج تحقیقات متعدد در دنیا نشان داده است که مطالعات کیفیت خاک در تشخیص مشکل اراضی تحت کشت، هم‌چنین کسب اطلاعات در مورد تغییر در کیفیت محیط زیست که در ارتباط تنگاتنگ با مدیریت اراضی کشاورزی، مراتع و جنگل‌هاست مفید می‌باشد ولیکن در کشور ایران مطالعات محدودی در این رابطه انجام شده است (چاوشی و خادمی، ۱۳۸۱). به همین جهت مطالعاتی در شهرستان رابر، در کاربری‌های مختلف اراضی با هدف بررسی تاثیر کاربری‌های متفاوت بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی کیفیت خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده‌ی طول شرقی ۵۷ درجه و ۱ دقیقه و ۴۶ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۲ دقیقه و ۲۰ ثانیه و عرض شمالی ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه و ۵۶ ثانیه در شهرستان رابر در جنوب استان کرمان واقع شده است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۲۳۴۳ متر و میانگین بارندگی سالیانه آن ۲۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه آن ۱۵ درجه سلسیوس می‌باشد. بر اساس پهنه بندی اقلیمی استان کرمان، شهرستان رابر دارای آب و هوای ابری، نیمه خشک، معتدل تا سرد است. (شکل ۱)



شکل ۱- موقعیت عمومی منطقه مطالعاتی و محل‌های نمونه برداری

در این منطقه چهار نوع کاربری جنگل، باغ، زراعت و مرتع مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور انجام آزمایش‌های کیفیت خاک تعداد ۱۰۴ نمونه به صورت شبکه‌ای منظم از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری خاک و ۱۰۴ نمونه خاک دست نخورده از چهار منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک نمودن در الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده تا برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها استفاده شود. وزن مخصوص ظاهری به روش سیلندر و وزن مخصوص حقیقی به روش آزمایشگاهی با استفاده از پیکنومتر، رطوبت در مکش ۳۰۰ سانتی‌متر و ۱۰۰ سانتی‌متر با استفاده از دستگاه صفحه‌ی فشاری به دست آمد. تخلخل نمونه‌های خاک با استفاده از وزن مخصوص ظاهری و حقیقی محاسبه شد.

$$f = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \quad (1)$$

در این معادله f تخلخل خاک، ρ_b وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و ρ_s وزن مخصوص حقیقی خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس بررسی اثر کاربری‌های مختلف بر خصوصیات فیزیکی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک در کاربری‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	رطوبت در مکش ۳۰۰ سانتی‌متر (درصد وزنی)	رطوبت در مکش ۱۰۰ سانتی‌متر (درصد وزنی)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر مکعب)	وزن مخصوص حقیقی (گرم بر مکعب)	تخلخل
کاربری اراضی	۳	۰۵۸/۰۰	۰۴۶/۰۰	۳۷۰/۰۰	۱۹۷/۰۰	۰۳۹/۰۰
خطا	۱۰۰	۰۰۱/۰	۰۰۲/۰	۰۰۷/۰	۰۱۳/۰	۰۰۱/۰
ضریب تغییرات	-	۵/۱۷	۸/۱۵	۷۳/۶	۸۸/۴	۰۰/۸



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نشان‌دهنده اثر معنی دار تیمار در سطح آماری ۱ درصد

وزن مخصوص ظاهری

بر اساس مقایسه میانگین موجود در جدول ۲ وزن مخصوص ظاهری در کاربری باغ کم‌ترین مقدار (۱۰/۱) را داشته است که به دلیل وجود مواد آلی بیشتر و در نتیجه ساختمان بهتر خاک در این کاربری می‌باشد. بیشترین میزان وزن مخصوص ظاهری (۳۹/۱) مربوط به کاربری جنگل بود. علت این امر در کاربری جنگل به درصد بالای شن در این کاربری مربوط می‌شود و بعد از جنگل به ترتیب کاربری مرتع و زراعت بیشترین مقدار را داشتند که این دو کاربری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. پژوهشگران نقش جنگل‌تراشی، قرق و تخریب مراتع را بر شاخص‌های کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که عملیات خاک‌ورزی موجب کاهش مواد آلی شده و به تبع آن وزن مخصوص ظاهری در اراضی زراعی نسبت به جنگل افزایش یافته است (کیانی و همکاران ۱۳۸۶). طبق گفته این پژوهشگران با کاهش ماده آلی وزن مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد که با نتایج ما مطابقت دارد.

نوع کاربری	رطوبت در مکش ۳۰۰ سانتی‌متر (درصد وزنی)	رطوبت در مکش ۱۰۰ سانتی‌متر (درصد وزنی)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	وزن مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	تخلخل
باغ	۲۸۹/۰ ^a	۳۵۹/۰ ^a	۱۰/۱ ^c	۲۵/۲ ^c	۵۰۸/۰ ^a
جنگل	۱۹۱/۰ ^b	۲۶۱/۰ ^c	۳۹/۱ ^a	۴۰/۲ ^b	۴۱۸/۰ ^d
زراعی	۱۹۹/۰ ^b	۲۹۸/۰ ^b	۲۸/۱ ^b	۴۶/۲ ^a	۴۷۸/۰ ^b
مرتع	۱۸۸/۰ ^b	۲۷۴/۰ ^{bc}	۳۲/۱ ^b	۳۷/۲ ^b	۴۴۲/۰ ^c

وجود حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار است

جدول ۳- آمار توصیفی خصوصیات خاک در کاربری‌های مختلف مورد مطالعه

کاربری عوامل خاکی	جنگل		زراعت		باغ		مرتع
	میانگین	ضریب تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	
رس	۱۸۸/۰	۸۴/۹	۱۷۷/۰	۱/۱۲	۱۷۹/۰	۱/۱۸	۳۹۷/۰
شن	۱۱۵/۰	۴/۶۰	۱۱۰/۰	۱/۵۶	۱۵۱/۰	۴/۴۹	۰۹۹/۰
سیلت	۱۹۴/۰	۷۴/۲۹	۱۴۳/۰	۷/۳۱	۱۶۰/۰	۵/۳۲	۱۳۲/۰
ماده آلی	۴۰۱/۰	۲۲/۱	۵۴۲/۰	۷۸/۱	۲۴۴/۰	۰۹/۵	۰۲/۱

وزن مخصوص حقیقی

بر اساس مقایسه میانگین جدول ۲ وزن مخصوص حقیقی به ترتیب در کاربری باغ و زراعی کم‌ترین (۲۵/۲) و بیشترین (۴۶/۲) مقدار را داشته است که دلیل کم بودن وزن مخصوص حقیقی در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری‌ها مقدار بیشتر ماده آلی در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری‌ها می‌باشد. در واقع وزن مخصوص حقیقی خاک تابع نوع ذرات و کانی‌های خاک است ولی در شرایط فراوانی ماده آلی این ویژگی تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد (علیزاده، ۱۳۸۳).



تخلخل

تخلخل خاک یکی از پارامترهایی است که از رابطه وزن مخصوص حقیقی و ظاهری به دست می آید. بر اساس نتایج جدول ۲ بیشترین مقدار تخلخل (۵۰۸/۰) مربوط به کاربری باغ و کمترین مقدار (۴۱۸/۰) مربوط به جنگل می باشد که در این پژوهش بالا بودن تخلخل در کاربری باغ به دلیل کم بودن وزن مخصوص ظاهری در این کاربری نسبت به بقیه کاربری ها و پایین بودن تخلخل در کاربری جنگل به دلیل بالا بودن وزن مخصوص ظاهری در این کاربری نسبت به بقیه کاربری ها می باشد.

رطوبت در مکش ۱۰۰ سانتی متر و ۳۰۰ سانتی متر

مکش ۱۰۰ سانتی متر بیان کننده منافذ درشت و ریز می باشد و هر چه رطوبت در مکش ۱۰۰ سانتی متر بیشتر باشد نشان دهنده این است که منافذ درشت در خاک کم تر است و بیان کننده تخلخل تهویه ای خاک است که با ساختمان و ماده آلی ارتباط دارد. بر اساس مقایسه میانگین جدول ۲ بیشترین مقدار رطوبت در مکش ۱۰۰ سانتی متر (۳۵۹/۰) مربوط به باغ و بعد از باغ به ترتیب کاربری زراعی، مرتع و جنگل بیشترین مقدار را دارند که کاربری زراعی با مرتع و هم چنین کاربری مرتع با جنگل تفاوت معنی داری با هم ندارند. بیشترین مقدار رطوبت در مکش ۳۰۰ سانتی متر (۲۸۹/۰) مربوط به کاربری باغ می باشد و بعد از آن به ترتیب کاربری زراعی، جنگل و مرتع بیشترین مقدار را دارند ولی این سه کاربری با هم تفاوت معنی دار ندارند. که علت بالاتر بودن رطوبت در مکش ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتی متر در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری ها به دلیل مقدار بیشتر ماده آلی در کاربری باغ نسبت به بقیه کاربری ها می باشد چون با افزایش ماده آلی حجم خلل و فرج کل افزایش پیدا می کند که در نتیجه مقدار رطوبت در مکش های ذکر شده افزایش می یابد. در واقع بالا بودن ماده آلی باعث تغییر در اندازه خلل و فرج خاک و افزایش منافذ ریز و متوسط باعث افزایش رطوبت در مکش های ۱۰۰ و ۳۰۰ سانتی متر می شود.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش در راستای اثرات کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی خاک نشان داد که خصوصیات فیزیکی خاک در کاربری های مختلف با هم تفاوت دارند و این تفاوت در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. این نتایج نشان می دهد که نحوه مدیریت اراضی در کاربری باغ باعث بهبود و در جنگل باعث تخریب کیفیت فیزیکی خاک گردیده است.

منابع

- چاوشی، ا. و خادمی، ح. ۱۳۸۱. ارزیابی مقایسه ای سه سیستم کاربری در اراضی مواج اطراف شهرستان سمیرم با استفاده از شاخص های کیفیت خاک. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۵، شماره ۲، صفحه ۴۴-۲۷.
- خادمی، ح. محمدی، ج. و نائل، م. ۱۳۸۵. مقایسه برخی از شاخص های کیفیت خاک در انواع مدیریت های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه ۱۱۱-۱۲۵.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۳. فیزیک خاک. انتشارات آستان قدس
- کیانی، ف. جلالیان، ا. پاشایی، ع. و خادمی، ح. ۱۳۸۶. نقش جنگل تراشی، قرق و تخریب مراتع بر شاخص های کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۱، صفحه ۴۶۳-۴۵۳.
- محمدی، ج. خادمی، ح. و نائل، م. ۱۳۸۴. بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک در اکوسیستم های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۹، شماره ۳، صفحه ۱۲۰-۱۰۵.
- Burger J.A. and Kelting D.L. ۱۹۹۹. Using soil quality indicators to assess forest stand management. Forest. Ecol. Manage. ۱۲۲: ۱۵۵-۱۵۶
- Doran J.W. and Parkin T.B. ۱۹۹۴. Defining and assessing soil quality. In: Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F. and Stewart B.A. (eds.), defining soil quality for a sustainable environment. Soil Science Society of America. Special Publication, No. ۳۵
- Islam K.R., Kamaluddin M., Bhuiyan M.K. and Badruddin Abu. ۱۹۹۹. Comparative performance of exotic and indigenous forest species for tropical semi-evergreen degraded forest land reforestation in Bangladesh. Land Degrad. Dev. ۱۰: ۲۴۱-۲۴۹
- Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.T., Harris R.F. and Schuman G.E. ۱۹۹۷. Soil quality: a concept definition and framework forevaluation. Soil Science Society of America. ۹۰: ۶۴۴-۶۵۰



Abstract

Study of land use effects on soil quality indicators leads to sustainable management and preventing progressive land degradation. Despite the importance of such studies and the extensive research that has been carried out in the world, there are limited information available on the influence of different land uses on soil quality in Iran. So a soil Physical quality assessment was performed in Rabor area in Kerman province. In this study four land uses including : rangeland, forest, agriculture and garden were selected. From Four land uses totally ۱۰۴ samples were collected from soil surface (۰ - ۱۵cm). bulk density, particle density, porosity, gravimetric moisture contents at ۱۰۰ and ۳۰۰ cm pressure heads were studied as soil Physical properties. The results showed that land management practices in garden improved the soil Physical quality, whereas the management practices in forest were lead to soil degradation.



بررسی اثر جاذب‌های مختلف بر بعضی ویژگی‌های ذرت

فاطمه حسین عسکری^۱، حسین شکفته^۲، حسین شیرانی^۳ و محسن حمیدپور^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

به منظور مطالعه اثر جاذب‌های مختلف بر روی خصوصیات مرفولوژیکی گیاه ذرت آزمایشی با طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام گردید. ژئولیت، ژئولیت اصلاح شده، ورمی کمپوست، پوست لیمو ترش، هیدروژل (هر کدام در دو سطح) و شاهد به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. در این پژوهش قطر ساقه، ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح برگ و شاخص سبزیگی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر جاذب‌های مختلف بر صفات ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است. در مجموع ورمی کمپوست در بهبود خصوصیات رویشی گیاه ذرت بیشترین تأثیر و ژئولیت اصلاح شده کمترین اثر را داشته است.

کلمات کلیدی: ژئولیت، ورمی کمپوست، هیدروژل، ذرت

مقدمه

سیستم‌های کشاورزی متداول نشان داده‌اند که اگرچه به کمک کود شیمیایی و سموم در کوتاه مدت می‌توان به عملکرد بالایی دست یافت ولی پایداری حاصل خیزی خاک و سلامت محیط زیست در این سیستم‌ها زیر سؤال است (Khalghani, and Kochaki ۱۹۹۸). امروزه از مواد مختلفی به عنوان بسترهای کاشت گیاهان زینتی استفاده می‌شود. یک بستر خوب باید از ظرفیت بالای نگهداری آب، تهویه کافی، زهکشی مناسب و ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد برخوردار بوده و همچنین نباید تأثیر مضر برای گیاه داشته باشد (Raviv *et al.*, ۲۰۰۲). یکی از راه‌کارهای مهم برای رسیدن به حداکثر محصول در حداقل زمان و تولید با کیفیت قابل قبول استفاده از مواد آلی و معدنی به عنوان بستر کاشت گیاهان زینتی می‌باشد. استفاده از ژئولیت به عنوان ماده معدنی و به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ویژه و نیز امکان تهیه فرم‌های اصلاح شده آن‌ها و ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی غنی شده به ویتامین‌ها و آنزیم‌ها در پرورش گیاهان در کشورهای مختلف جهان با استقبال گسترده‌ای مواجه شده است (هاشمی مجد و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعه سمر تزی‌دیس و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که ژئولیت اثری بر گل سرخ نداشته است در حالی که در برخی از مطالعات، اثر مثبت ژئولیت در افزایش رشد فلفل دلمه‌ای (عقدک و همکاران، ۱۳۸۸) و گل جعفری (نظری و همکاران، ۲۰۰۷) بیان گردیده است. ارشد و چمنی (۱۳۸۸) گزارش کردند که ژئولیت اثر معنی داری بر افزایش شاخص‌های رشدی نرگس دارد. هاشمی مجد و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش رشد گوجه فرنگی می‌شود. آتیه و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که ورمی کمپوست طول دوره گلدهی گل همیشه بهار را افزایش داده است. باچمن و متسگر (۲۰۰۸) مشاهده نمودند که اضافه نمودن ورمی کمپوست به خاک باعث افزایش وزن ریشه، ساقه و مساحت برگ در نهال‌های گوجه فرنگی و گل همیشه بهار فرانسوی گردید. با توجه به این که امروزه بهبود رشد رویشی و افزایش تولید متابولیت‌های ارزشمند گیاهی با کاربرد روش‌های مختلف و با صرف هزینه‌های پایین و بازده بالا مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین در این پژوهش اثرات جاذب‌های آلی و معدنی بر خصوصیات رشد گیاه ذرت مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش گلخانه‌ای به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ تیمار و ۳ تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا گردید. ورمی کمپوست، هیدروژل، پوست لیمو ترش، ژئولیت و ژئولیت اصلاح شده به نحوی به گلدان‌های ۲ کیلوگرمی حاوی خاک با بافت شن لومی اضافه شدند که تیمارهای آزمایشی شامل: شاهد، ژئولیت ۳ درصد، ژئولیت ۵ درصد، ژئولیت اصلاح شده با سورفاکتانت ۳ درصد، ژئولیت اصلاح شده با سورفاکتانت ۵ درصد، ورمی کمپوست ۳ درصد، ورمی کمپوست ۶ درصد، پوست لیمو ترش ۶ درصد، پوست لیمو ترش ۳ درصد، هیدروژل ۴/۰ درصد و هیدروژل ۲/۰ درصد حاصل شد. و به مدت دو هفته رطوبت گلدان‌ها را در حدود گنجایش زراعی نگه داشته تا تیمارها اثر لازم را داشته باشند. سپس گیاه ذرت کشت شد. گیاهان هشت هفته پس از جوانه‌زنی برداشت شدند که قبل از برداشت، ارتفاع گیاه، قطر ساقه با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی متر و شاخص سبزیگی با دستگاه اسپد اندازه‌گیری شد. و پس از برداشت وزن تر، وزن خشک اندام هوایی پس از خشکاندن آن‌ها در آن در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و سطح برگ‌های هر بوته با استفاده از دستگاه مساحت سنج اندازه‌گیری شد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش به کمک نرم افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس بررسی اثر اصلاح کننده‌های مختلف بر خصوصیات رشد گیاه ذرت در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر اصلاح کننده‌های مختلف بر خصوصیات رشد گیاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر ساقه (سانتی متر)	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	شاخص سبزیگی
جاذب‌ها	۱۰	۷۶/۳**	۴/۵۸**	۵۶۳**	۶۴/۱۲**	۱۶۸۵۳۰**	۱۹۹**
خطا	۲۲	۰۶۱/۰	۸۶/۲	۰۰/۱۲	۱۵۵/۰	۹۳۹۵	۷/۲۷
ضریب تغییرات	-	۵۹/۶	۶۰/۹	۸/۱۹	۴/۱۴	۱/۳۳	۹/۱۱

** نشان دهنده اثر معنی دار تیمار در سطح آماری ۱ درصد

بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، ورمی کمپوست ۶ درصد بر اکثر خواص رویشی مانند وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر و ارتفاع ساقه و سطح برگ گیاه ذرت اثر مثبت دارد. بیشترین مقدار قطر ساقه (۲۵/۵ سانتی متر)، وزن تر اندام هوایی (۲۲/۴۶ گرم)، وزن خشک اندام هوایی (۶/۶۲ گرم) و سطح برگ (۸۵۳ سانتی متر مربع) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۶ درصد می‌باشد و بیشترین مقدار ارتفاع ساقه (۷۸/۲۴ سانتی متر) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۳ درصد می‌باشد. تیمار ورمی کمپوست ۶ درصد و تیمار ورمی کمپوست ۳ درصد در قطر و ارتفاع ساقه و وزن خشک اندام هوایی تفاوت معنی داری ندارند اما در وزن تر اندام هوایی و سطح برگ دارای تفاوت معنی داری می‌باشند. هم‌چنین زئولیت اصلاح شده کم‌ترین تاثیر را بر خصوصیات رویشی گیاه ذرت دارد. کم‌ترین مقدار قطر ساقه (۲۶/۲ سانتی متر) و وزن خشک اندام هوایی (۶۹۰/۰ گرم) مربوط به تیمار زئولیت اصلاح شده ۳ درصد می‌باشد و کم‌ترین مقدار ارتفاع ساقه (۳۷۷/۱۰ سانتی متر)، وزن تر اندام هوایی (۲۴/۴ گرم) و سطح برگ (۲۴/۵۶ سانتی متر مربع) مربوط به تیمار زئولیت اصلاح شده ۵ درصد می‌باشد. تیمار زئولیت اصلاح شده ۵ درصد و تیمار زئولیت اصلاح شده ۳ درصد در قطر ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ تفاوت معنی داری ندارند اما در ارتفاع ساقه دارای تفاوت معنی داری می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های مقادیر شاخص‌های رشد گیاه تحت تاثیر جاذب‌های مختلف بر اساس آزمون دانکن

جاذب	قطر ساقه (سانتی متر)	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	شاخص سبزیگی
ورمی کمپوست ۶ درصد	۲۵/۵ ^a	۴/۲۴ ^a	۲/۴۶ ^a	۶۲/۶ ^a	۸۵۳ ^a	bc۳/۴۸
ورمی کمپوست ۳ درصد	۰۹/۵ ^a	۸/۲۴ ^a	۱/۴۰ ^b	۴۱/۶ ^a	۶۰۷ ^b	۰/۵۷ ^{ab}
هیدروژل ۴/۰ درصد	۳۳/۴ ^b	۹/۱۸ ^b	۵/۱۹ ^c	۲۰/۳ ^b	۲۹۷ ^c	۱/۳۷ ^d
هیدروژل ۲/۰ درصد	۲۴/۴ ^b	۶/۱۸ ^b	۳/۱۷ ^c	۸۲/۲ ^{bc}	۲۴۷ ^{cd}	۰/۳۷ ^d
پوست لیمو ترش ۶ درصد	۵۴/۳ ^c	۱/۱۳ ^{cd}	۰/۸ ^{de}	۰۶/۱ ^d	۱۵۸ ^{cde}	۴/۶۱ ^a
پوست لیمو ترش ۳ درصد	۲۶/۳ ^c	۰/۱۶ ^{bc}	۵/۹ ^{de}	۴۰/۱ ^d	۱۷۴ ^{cde}	۳/۴۳ ^{cd}
زئولیت اصلاح شده ۵ درصد	۴۲/۲ ^d	۴/۱۰ ^d	۲/۴ ^e	۷۳۷/۰ ^d	۲/۵۶ ^e	۷/۴۱ ^{cd}
زئولیت اصلاح شده ۳ درصد	۲۶/۲ ^d	۵/۱۳ ^c	۳/۴ ^e	۶۹/۰۰ ^d	۳/۷۲ ^{de}	۲/۳۹ ^{cd}



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۱/۴۰ ^{cd}	۲۱۹ ^{ede}	۳۳/۲ ^c	۵/۱۳ ^{cd}	۹/۱۶ ^b	۶۴/۳ ^c	زئولیت ۵ درصد
۹/۳۹ ^{cd}	۲۲۶ ^{ede}	۱۷/۲ ^c	۳/۱۳ ^{cd}	۳/۱۸ ^b	۳۵/۳ ^c	زئولیت ۳ درصد
۶/۳۹ ^{cd}	۳۰۴ ^c	۵۹/۲ ^{bc}	۳/۱۶ ^c	۹/۱۸ ^b	۱۱/۴ ^b	شاهد

وجود حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار است

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد که ورمی کمپوست به طرق مختلفی روی رشد گیاه تأثیر می گذارد. بخشی از آن به نقش ویژگی های فیزیکی یا شیمیایی ورمی کمپوست در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط است و بخشی دیگر احتمالاً ناشی از تحریک رشد به دلیل افزایش فعالیت هورمون های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین می باشد که به میکروفلور همراه با ورمی کمپوست مربوط است و نیز به متابولیت هایی مربوط می شود که در اثر متابولیسم ثانویه تولید می شوند (Edwards and Burrows, ۱۹۸۸). ورمی کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم زیاد، شرایط مناسب برای دانه بندی خاک و قدرت نگهداری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم می نماید (Dash and Petra, ۱۹۷۹). در این تحقیق، زئولیت اصلاح شده نه تنها اثر مثبتی بر رشد گیاه ذرت نداشت، بلکه مقدار صفات رویشی مانند قطر ساقه، ارتفاع ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ را نسبت به تیمار شاهد کاهش داده است. حمیدپور و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که کانی های زئولیت معمولاً به دلیل اشباع بودن از سدیم در برخی از شرایط، برای برخی از گیاهان مضر می باشند. استفاده غیرعلمی و نادرست از زئولیت ها می تواند باعث افزایش شوری خاک، افزایش PH، کاهش کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد گیاهان شود. بنابراین انتخاب نوع زئولیت و نسبت آن در بستر های کاشت می تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاهان داشته باشد.

شاخص سبزینگی

بر اساس مقایسه میانگین موجود در جدول ۲ بیش ترین تأثیر بر شاخص سبزینگی را پوست لیموترش ۶ درصد داشته است و کم ترین تأثیر، مربوط به هیدروژل ۲/۰ و هیدروژل ۴/۰ می باشد. و بعد از پوست لیموترش ۶ درصد بیش ترین تأثیر را ورمی کمپوست ۳ درصد، ورمی کمپوست ۶ درصد، پوست لیموترش ۳ درصد، زئولیت اصلاح شده ۵ درصد، زئولیت ۵ درصد، زئولیت ۳ درصد، شاهد، زئولیت اصلاح شده ۳ درصد داشته اند. با توجه به اینکه خاک منطقه رفسنجان قلیایی می باشد اضافه شدن پوست لیمو به خاک باعث ایجاد خاصیت اسیدی در خاک گردیده است. در نتیجه احتمالاً باعث افزایش قابلیت جذب آهن می شود و آهن در سنتز کلروفیل نقش دارد از طرفی یکی از اجزای کلروفیل، نیتروژن می باشد و با توجه به اینکه پوست لیمو جزء مواد آلی است و دارای نیتروژن می باشد باعث افزایش نیتروژن گیاه و افزایش سبزینگی گیاه می شود (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش در راستای اثرات جاذب های مختلف بر خصوصیات رشد گیاه ذرت نشان داد که خصوصیات رویشی گیاه تحت تأثیر جاذب های مختلف با هم تفاوت دارند و این تفاوت در سطح آماری ۱ درصد معنی دار است. این نتایج نشان می دهند که کاربرد ورمی کمپوست در بهبود خصوصیات رویشی گیاه ذرت بیش ترین تأثیر و کاربرد زئولیت اصلاح شده کم ترین اثر را داشته است.

منابع

- ارشد، م. و ا. چمنی. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر ورمی کمپوست بر ویژگی های رویشی و گل دهی گل اطلسی رقم Dream Neon Rose ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.
- عقدک، پ.، م. مبلی و ا. خوشگفتارمنش. ۱۳۸۸. اثر بستر های مختلف کاشت بر ویژگی های ظاهری و کیفی فلفل دلمه ای رقم امیلی. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه ای، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ۲۸ الی ۳۰ مهر ماه، صفحه ۷۴-۷۵.
- خلدبرین، ب.، اسلام زاده، ط. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.
- Atiyeh, R. M., S. Lee, C. A. Edwards, N. Q. Arancon and J. D. Metzger. ۲۰۰۲. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresour. Technol.* ۸۴: ۷-۱۴
- Bachman, C. R. and J. D. Metzger. ۲۰۰۸. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresour. Technol.* ۹۹: ۳۱۵۵-۳۱۶۱.
- Dash, M. C. and U. C. Petra. ۱۹۷۹. Wormcast production and nitrogen contribution to soil by tropical earthworm population from a grassland site in Orissa, India. *Revue De Ecologie Et De Biologie* ۱۶: ۷۹-۸۳.



- Edwards, C. A. and I. Burrows. ۱۹۸۸. The potential of earthworm composts as plant growth media. PP. ۲۱۱-۲۱۹. In: Edwards, C. A. and E. F. Neuhauser (Eds.), Earthworms in Waste and Environmental Management, SPB Academic Publ. Co., The Hague, The Netherlands.
- Hamidpour, M., H. Shariatmadari and M. Soleimani. ۲۰۱۲. Zeoionic systems. PP. ۵۸۸-۶۰۰. In: Inglezakis, V. J. and A. A. Zorpas (Eds.), Handbook of Natural Zeolites, Bentham Science Publishers.
- Hashemimajd, K., M. Kalbasi, A. Golchin and H. Shariatmadari. ۲۰۰۴. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. J. Plant Nutrition. ۲۷: ۱۱۰۷-۱۱۲۳.
- Kochaki, A. and G. Khalghani. ۱۹۹۸. Sustainable Agriculture in Mediterranean Region. Mashhad Univ. Pub. (In Farsi).
- Nazari, F., M. Khoshkhui, S. Eshghi and H. Salehi. ۲۰۰۷. Effects of natural zeolite on vegetative, reproductive and physiological characteristics of African marigold (*Tagetes erecta* L., Queen). Hort. Environ. Biotechnol. ۸: ۲۴۱-۲۴۵.
- Raviv, M., R. Wallach, A. Silber and A. Bar-Tal. ۲۰۰۲. PP. ۲۵-۱۰۱. In: Savvas, D. and H. Passam (Eds.), Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Embryo Publication, Athens, Greece.
- Samartzidis, C., T. Awada, E. Maloupa, K. Radoglou and H. I. A. Constantinidou. ۲۰۰۵. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soil-less culture. Scientia Horticulturae . ۱۰۶: ۲۰۳-۲۱۲.

Abstract

In order to study the effect of different adsorbents on the morphological characteristics of corn an experiment with a completely randomized design with three replications was conducted under greenhouse conditions. Zeolites, modified zeolites, vermicompost, lemon peel, hydrogels (each at two levels) and control were considered as treatments. In this research stem diameter, plant height, wet and dry weight matter of arial part of plant, leaf area and vegetation index were studied. The results showed that different adsorbents had a significant effect on the traits in one percent probability level. Totally effect of vermicompost in improving plant traits was the highest and modified zeolite was the lowest.



بررسی تأثیر پالیگورسکیت و بنتونیتدر مخلوط با شن بر حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری

نینا ارزانی^۱، محمدرضا مصدقی^۲، شمس‌الله ابوبی^۳ و عباس همت^۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- استاد گروه علوم خاک گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴- استاد گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

حدود آتربرگ (حد روانی، LL؛ حد خمیری، PL؛ حد انقباض، SL) و شاخص‌های پایداری (شاخص خمیری، PI؛ شاخص تردی، FI) در بررسی رفتار مکانیکی و مدیریت خاک سودمند هستند. این حدود و شاخص‌ها وابستگی زیادی به نوع و مقدار رس دارند. از روش‌های ساده و دقیق برای بررسی تأثیر یک کانی رسی مشخص بر ویژگی‌ها و رفتار خاک، ساختن مخلوط‌های شن-رس با ترکیب مشخص است. در این پژوهش تأثیر دو کانی رسی پالیگورسکیت و بنتونیت اشباع از کاتیون تبادل کلسیم در سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵٪ بر حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری مخلوط شن-کانی بررسی شد. نتایج نشان داد بیش‌ترین تأثیر بر حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری مربوط به کانی پالیگورسکیت و سپس بنتونیت بوده و افزایش مقدار رس باعث افزایش مقادیر این حدود و شاخص‌ها گردید. بیش‌ترین شاخص فعالیت مربوط به تیمار ۴۵٪ پالیگورسکیت و کم‌ترین آن مربوط به تیمار ۱۵٪ بنتونیت بود. واژه‌های کلیدی: حدود آتربرگ، شاخص‌های پایداری، رفتار مکانیکی، پالیگورسکیت، بنتونیت

مقدمه

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی و زیربنای کلیه فعالیت‌های کشاورزی و محیط تغذیه و بستر طبیعی رشد و نمو گیاهان است. شناخت ویژگی‌های خاک اولین قدم در جهت پیشرفت در امر کشاورزی محسوب می‌شود. کانی‌های معدنی قسمت عمده بخش جامد خاک را تشکیل داده‌اند (Brady & Weil, ۱۹۹۸). بنابراین شناسایی و توصیف رفتار کانی‌های رسی به ارزیابی ویژگی‌های هیدرولیکی و مکانیکی خاک‌ها کمک می‌کند (Brady & Weil, ۱۹۹۸). پژوهش‌های انجام‌گرفته در مورد ترکیبات خاک و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک به دو دسته تقسیم می‌شوند: در روش اول پژوهش بر روی خاک طبیعی صورت می‌گیرد؛ علی‌رغم اندازه‌گیری در خاک طبیعی با این حال از معایب این روش دشوار و زمان‌بر بودن بررسی ترکیبی ویژگی‌ها می‌باشد زیرا خاک یک محیط پیچیده بوده که عوامل متعددی مانند نوع کانی‌های موجود، حضور یا عدم حضور مواد آلی و آهک بروی‌گی‌های مورد اندازه‌گیری تأثیرگذار است. در روش دوم خاک‌هایی با ترکیب معلوم یا مخلوط‌نمودن کانی‌ها یا رس‌های با درجه خلوص مناسب، با یکدیگر و یا با سیلت و شن ساخته می‌شوند. این روش بسیار ساده‌تر بوده با این حال ممکن است رفتار و ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده برای کانی‌های خالص دقیقاً شبیه رفتار و برابر ویژگی‌های خاک طبیعی نباشند. اگرچه تأثیر ترکیباتی مانند ماده آلی، اکسیدها و رس‌ها و کاتیون‌های تبادل‌پذیر خوبی با این روش قابل اندازه‌گیری هستند اما تاکنون به طور کامل بررسی نشده‌اند (Mitchell, ۱۹۹۳). در این پژوهش تأثیر نوع و مقدار رس با کاتیون تبادل‌پذیر Ca^{2+} بر حدود و شاخص‌های پایداری مخلوط آنها با شن بررسی شده است.

سیلیکات‌های لایه‌ای مهم‌ترین کانی‌های ثانویه‌ای هستند که در جزء معدنی خاک یافت می‌شوند. از میان کانی‌های ۲:۱ سیلیکاتی، کانی‌هایی مانند پالیگورسکیت و بنتونیت فراوانی زیادی در خاک‌های مناطق خشک ایران دارند. ولی پژوهش‌های اندکی در مورد ویژگی‌های هیدرولیکی و مکانیکی این کانی‌ها انجام شده است (Ruiz-Hitzky, ۲۰۰۱). بنتونیت یک فیلسیلیکات آلومینیوم‌دار است که عمدتاً از مونت‌موریلونیت یا کانی‌های گروه اسمکتیت تشکیل شده‌است (Birgatti et al, ۲۰۰۶). بنتونیت عمدتاً به دو نوع متورم و غیرمتورم تقسیم‌بندی می‌شوند، بنتونیت متورم دارای کاتیون سدیم و بنتونیت غیرمتورم، کلسیم‌دار است. کانی‌های خانواده اسمکتیت گنجایش تبادل یونی زیاد، خاصیت شکل‌پذیری و انبساط و انقباض زیاد دارند. درکانی بنتونیت سدیم‌دار جذب یونی، شکل‌پذیری و انبساط و انقباض از نوع کلسیم‌دار آن بیش‌تر است. پالیگورسکیت جزء رس‌های سیلیکاتی رشته‌ای است که از کانی‌های منحصر به فرد و فراوان مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌شمار می‌رود (Khademi & Mermut, ۱۹۹۸). این ساختار بلوری غیرمعمول عامل عمده رفتارهای خاص فیزیکی-شیمیایی این کانی است (Galan & Singer, ۲۰۱۱). در مجموع این کانی دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هم‌چون شکل ذرات کشیده و سوزنی‌شکل، سطح ویژه زیاد (بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر مربع بر گرم)، توان زیاد جذب عناصر غذایی، توان زیاد جذب آب (بیش از ۱۰۰٪ وزن رس) و جذب چربی و روغن (بیش از ۸۰٪ وزن رس) می‌باشند (Murray, ۲۰۰۷).



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

آتربرگ (۱۹۱۱) حدود و مرزی (براساس رطوبت وزنی) برای تمایز رفتارهای مکانیکی خاک‌های چسبنده پیشنهاد نمود که سه عدد از این حدود شامل حد روانی (LL) یا حد بالایی خمیرایی^{۲۵} (UPL)، حد خمیری (PL) یا حد پایینی خمیرایی^{۲۶} (LPL) و حد انقباض^{۲۷} (SL) شهرت جهانی داشته و حدود پایداری (قوام) یا حدود آتربرگ^{۲۸} نام دارند (بای بوردی، ۱۳۸۸). تفاوت بین LL و PL برابر شاخص خمیری یا خمیرایی^{۲۹} (PI)، تفاوت بین PL و SL برابر شاخص تردی^{۳۰} (FI) و تفاوت بین LL و SL برابر شاخص انقباض^{۳۱} (SI) است. این سه شاخص (SI و PI، FI) شاخص‌های پایداری خاک^{۳۲} نامیده می‌شوند (Campbell, ۲۰۰۱; McBride, ۲۰۰۸). حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری خاک در مباحث مدیریتی کاربرد دارند، به طور مثال رطوبت PL در مدیریت خاک‌ورزی و تردد ماشین‌های کشاورزی و رطوبت SL در رابطه با انقباض و انبساط خاک‌ها استفاده می‌شود (Keller & Dexter, ۲۰۱۲). هم‌چنین این حدود و شاخص‌ها در طبقه‌بندی خاک‌های چسبنده برای اهداف مهندسی کاربرد دارند و در تخمین مقاومت برشی، توان باربری، تراکم‌پذیری، آماس‌پذیری و سطح ویژه خاک استفاده می‌شوند (Carter & Gregorich, ۱۹۹۳). رس، ماده آلی و CCE از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک تأثیرگذار بر حدود و شاخص‌های پایداری هستند. افزایش میزان رس باعث افزایش حدود آتربرگ (PL، LL و SL) و پتانسیل انقباض و انبساط خاک می‌گردد (Mitchell, ۱۹۹۳). کلر و دکستر (۲۰۱۲) با بررسی حدود آتربرگ خاک‌های کشاورزی دریافتند که PL در خاک‌های با رس بیش‌تر از ۳۵٪ هم‌بستگی قوی با درصد رس دارد و برای مقادیر کم‌تر رس، تحت تأثیر مقدار رس قرار نگرفت. هم‌چنین LL هم‌بستگی معنی‌داری با مقدار رس و PL هم‌بستگی معنی‌داری با ماده آلی نشان داد. درصد رس توانست ۷۹٪ از تغییرات ۵۸٪ LL، از تغییرات PL و ۶۸٪ از تغییرات PI را توجیه کند (Keller & Dexter, ۲۰۱۲). در این پژوهش تأثیر دو کانی رسی پالیگورسکیت و بنتونیت‌اشباع از کاتیون تبادل‌ی کلسیم در سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵٪ بر حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری مخلوط شن-کانی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی کانی‌های مورد استفاده

کوارتز با خلوص ۹۸٪ و در محدوده اندازه ۳/۰ تا ۸/۰ میلی‌متر از معدن الوند همدان تهیه شد. پالیگورسکیت از انجمن کانی‌های رسی فلوریدا آمریکا در محدوده اندازه ۰۰۲/۰ میلی‌متر با درجه خلوص ۹۰ تا ۹۵ درصد و کانی بنتونیت از شرکت توما اصفهان خریداری شد. کانی‌های رسی از الک ۰۵۳/۰ میلی‌متر عبور داده شدند. با افزودن محلول ۵/۰ مولار CaCl_2 به وسیله یون Ca^{2+} اشباع گردیدند. املاح اضافی طی چند مرحله شست و شو خارج شد. بعد از خشک کردن کانی‌ها توسط دستگاه فریزدرایر، کانی‌ها مجدداً از الک ۰۵۳/۰ میلی‌متر عبور داده شدند. به منظور حذف گرد و غبار، ذرات کوارتز با اسید رقیق طی چند مرحله، تا زمانی که محلول رویی تقریباً شفاف شود، شست و شو داده شد. در نهایت کانی‌های رسی در سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵٪ با شن (کوارتز) مخلوط شدند.

اندازه‌گیری حدود و شاخص‌های پایداری آتربرگ

برای اندازه‌گیری حدود و شاخص‌های آتربرگ، کانی‌های رسی در نسبت‌های وزنی مورد نظر به مقدار حدودی ۲۰۰ گرم ساخته شده و از روش‌های استاندارد برای تعیین این حدود و شاخص‌ها استفاده شد. برای اندازه‌گیری حد روانی (LL) از روش سه-نقطه کاسگراند استفاده گردید (McGarry, ۲۰۰۲). برای تعیین حد خمیری (PL)، مخلوط شن-کانی به حدی مرطوب و ورز داده شد که فتیله‌ای از آن به طول ۷۵ میلی‌متر و قطر ۳ میلی‌متر ترک‌های طولی و عرضی بخورد. با خشک کردن این فتیله‌ها در دمای ۱۰۵ درجه، PL تعیین شد (McGarry, ۲۰۰۲). از تفاضل LL و PL، شاخص خمیری (خمیرایی) (PI) محاسبه شد (McGarry, ۲۰۰۲). اندازه‌گیری حد انقباض (SL) به روش استاندارد BS-۱۳۷۷ انجام شد (McGarry, ۲۰۰۲). از تفاضل SL و PL، شاخص تردی (FI) و از تفاضل LL و SL، شاخص انقباض (SI) محاسبه شد (Campbell, ۲۰۰۱; McBride, ۲۰۰۸). با توجه به معین بودن درصد رس‌های کاربردی، شاخص فعالیت (A) (برابر نسبت PI به درصد رس) نیز محاسبه شد (Campbell, ۲۰۰۱; McBride, ۲۰۰۸). تجزیه‌های آماری اثر مقدار و نوع کانی رسی بر حدود و شاخص‌های پایداری در سه تکرار و با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر نوع و درصد رس بر حدود و شاخص‌های پایداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). میانگین حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری به ترتیب پالیگورسکیت < بنتونیت و برای درصد رس به ترتیب ۴۵٪ < ۳۰٪ < ۱۵٪ بود. با افزایش رس، حدود و

^{۲۵}. Upper plastic limit/Liquid limit

^{۲۶}. Lower plastic limit/Plastic limit

^{۲۷}. Shrinkage limit

^{۲۸}. Atterberg consistency limits

^{۲۹}. Plasticity index

^{۳۰}. Friability index

^{۳۱}. Shrinkage index

^{۳۲}. Soil consistency indices



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شاخص‌های پایداری افزایش معنی‌دار یافتند (جدول ۲). پالیگورسکی‌تبا ساختار رشته‌ای و سطح ویژه و فعالیت خیلی زیاد حدود و شاخص‌های پایداری بیش‌ترین نسبت به بنتونیت با سطح ویژه و فعالیت زیاد داشت.

جدول ۱- تجزیه واریانس (MS) اثر نوع و درصد رس بر حدود و شاخص‌های پایداری

حدود و شاخص‌های پایداری							درجه آزادی	منابع تغییرات
A	FI	SI	PI	SL	LL	PL		
۱۱/۱*	۳۶/۴۸۳**	۰۶/۳۲۴۳**	۳۷/۱۲۲۲**	۳۶/۵۰**	۶۷/۴۱۰۱**	۷۵/۸۴۵**	۱	نوع رس (s)
۳۲/۰**	۸۶/۲۱۷**	۴۶/۳۰۰۷**	۳۶/۱۶۶۸**	۸۸/۷۱**	۶۶/۳۹۸۷**	۱۸/۵۱۰**	۲	درصد رس (p)
۰۷/۰**	۱۰/۳۶**	۷۸/۳۷۹**	۳۶/۱۹۵**	۰۰/۷**	۹۱/۴۸۹**	۹۴/۷۳**	۲	s×p
۰۰/۰	۴۱/۱	۵۵/۲	۱۰/۲	۲۱/۰	۴۵/۳	۶۲/۱	۱۲	خطای آزمایش

** بیان‌گر اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است.

مقادیر LL و PI بر روی چارت خمیریایی پیشنهادی توسط کاساگراند (طبقه‌بندی خاک متحد ۳۳، USC) در شکل ۱ ارائه شده است. خط تجربی این چارت که با عنوان خط A شناخته می‌شود جداکننده خاک‌های غیرآلی رسی از خاک‌های آلی و سیلنتی می‌باشد؛ بدین ترتیب که خاک‌هایی که در بالای این خط واقع می‌شوند در محدوده خاک‌های غیرآلی رسی و خاک‌های زیر این خط جزء خاک‌های آلی و سیلنتی طبقه‌بندی می‌شوند. هم‌چنین از حد روانی برای جداسازی سه سطح تراکم‌پذیری (کم، متوسط و زیاد) استفاده می‌شود که به ترتیب، مربوط به سه گروه ۳۰-۵۰، ۳۰ و LL < ۵۰ و LL > ۵۰ می‌باشند. خاک‌های با حد روانی کم‌تر از ۲۰٪ به عنوان خاک‌های غیرخمیری^{۳۴} شناخته می‌شوند؛ بنابراین خاک‌های آلی هم در زیر و هم در بالای خط A می‌توانند قرار بگیرند. در LL ثابت، مقادیر بیش‌تر PI بیان‌گر بیش‌تر بودن رس، سفتی و مقاومت خشک خاک و هم‌چنین کم‌تر بودن نفوذپذیری است. در PI مشخص، با افزایش LL تراکم‌پذیری نیز افزایش می‌یابد. PI و LL هر دو وابسته به مقدار و نوع رس موجود در خاک می‌باشند (Campbell, ۲۰۰۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر نوع و درصد رس بر حدود اتربرگ و شاخص‌های پایداری

حدود و شاخص‌های پایداری (درصد وزنی)							عوامل آزمایش
A(-)	FI	SI	PI	LL	PL	SL	
							نوع رس
^a ۹۹/۰	^a ۵۳/۳۲	^a ۲۱/۶۵	^a ۶۷/۳۲	^a ۲۶/۷۲	^a ۵۸/۳۹	^a ۰۵/۷	پالیگورسکی‌ت
^b ۵۰/۰	^b ۱۷/۲۲	^b ۳۶/۳۸	^b ۱۹/۱۶	^b ۰۶/۴۲	^b ۸۷/۲۵	^b ۷۰/۳	بنتونیت
							درصد رس
^b ۴۸/۰	^c ۶۹/۲۲	^c ۸۷/۲۹	^c ۱۸/۷	^c ۴۸/۳۱	^c ۳۰/۲۴	^c ۶۱/۱	۱۵٪
^a ۸۵/۰	^b ۲۱/۲۵	^b ۸۷/۵۰	^b ۶۶/۲۵	^b ۹۶/۵۶	^b ۳۰/۳۱	^b ۰۹/۶	۳۰٪
^a ۹۰/۰	^a ۱۵/۳۴	^a ۶۲/۷۴	^a ۴۶/۴۰	^a ۰۴/۸۳	^a ۵۸/۴۲	^a ۴۲/۸	۴۵٪

در هر ستون و در هر گروه میانگین‌های با حروف متفاوت، از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار دارند (آزمون LSD).

اغلب خاک‌های دنیا زیر خط بالایی^{۳۵} (U-line) قرار می‌گیرند و تیمارهای آزمایشی نیز از این قاعده پیروی می‌کنند (شکل ۱). خاک‌های غنی از رس‌های آماس‌پذیر و ۱:۲ (مونت‌موریلونیت) در بالای خط A واقع می‌شوند؛ تیمارهای بنتونیت تقریباً روی خط A قرار گرفته‌اند که به دلیل اشباع شدن با Ca^{۲+} و کاهش فعالیت آن می‌باشد. پالیگورسکی‌ت حد روانی زیادی دارد اما به نسبت PI کم‌تری دارد و تیمارهای این کانی در زیر خط A قرار دارند (شکل ۱). انتظار می‌رود تیمار ۱۵٪ بنتونیت با داشتن حد روانی کم‌تر از ۳۰٪ تراکم‌پذیری کمی داشته ولی تیمارهای ۳۰٪ بنتونیت و ۱۵٪ پالیگورسکی‌ت در محدوده ۵۰٪ < LL < ۳۰٪ قرار دارند و طبق طبقه‌بندی کاساگراند در کلاس تراکم‌پذیری متوسط طبقه‌بندی می‌شوند. برای تیمارهای ۴۵٪ بنتونیت و ۳۰٪ و ۴۵٪ پالیگورسکی‌ت تراکم‌پذیری زیاد تخمین زده می‌شود. تیمارهای ۴۵٪ بنتونیت و ۳۰٪ و ۴۵٪ پالیگورسکی‌ت با داشتن LL بیش از ۵۰٪ دارای پتانسیل خمیریایی زیاد^{۳۶} (HP) و تیمارهای ۱۵٪ و ۳۰٪ بنتونیت، ۱۵٪ پالیگورسکی‌ت دارای پتانسیل خمیریایی کم (LP) یا LL کم‌تر از ۵۰٪ هستند (شکل ۱).

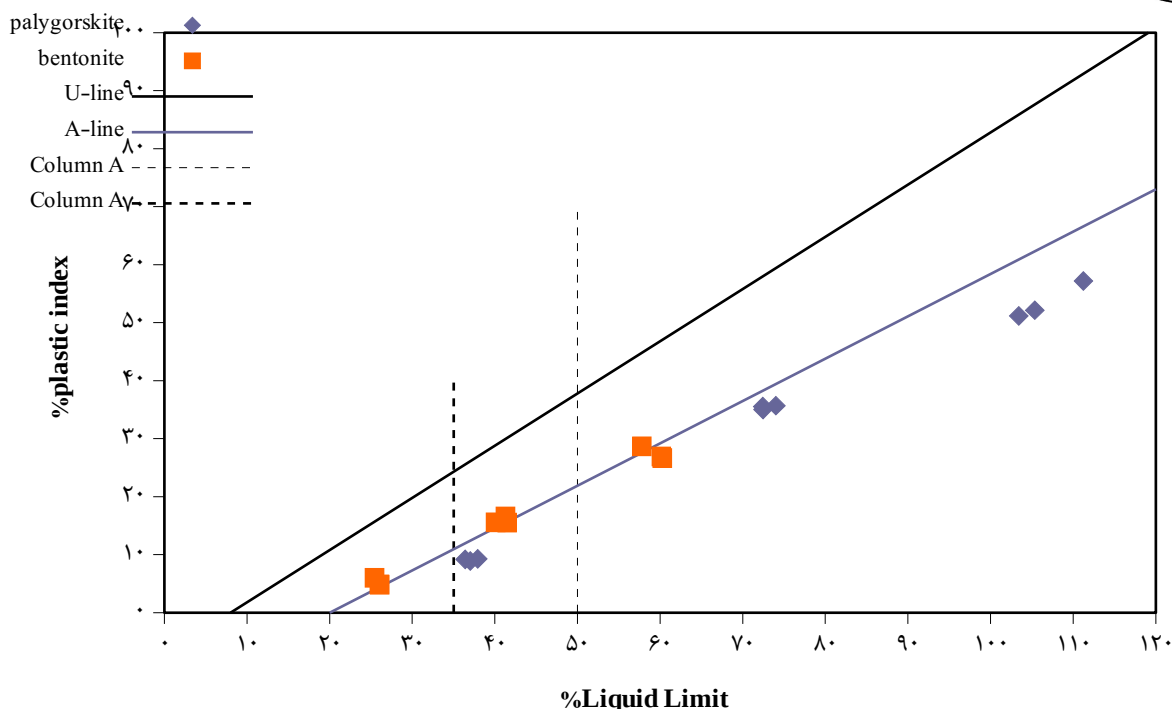
شیب رابطه PI در برابر درصد رس بیان‌گر فعالیت خاک (A) می‌باشد که به ویژگی‌های کانی‌شناسی ذرات خاک بستگی داشته و تحت تأثیر نوع رس می‌باشد. فعالیت بیش‌تر، بیان‌گر تأثیر بیش‌تر ذرات رس بر ویژگی‌های خاک و حساسیت بیش‌تر ویژگی‌های خاک به تغییر در فاکتورهایی مانند نوع کاتیون‌های تبادلی و ترکیب آب منفذی می‌باشد (Mitchell, ۱۹۹۳). در تیمارهای مورد بررسی فعالیت در دامنه ۳۲/۰ تا ۲۷/۱ متغیر بوده که بیش‌ترین آن مربوط به تیمار ۴۵٪ پالیگورسکی‌ت و کم‌ترین آن مربوط به تیمار ۱۵٪ بنتونیت بوده است.

^{۳۳}. Unified Soil Classification

^{۳۴}. Non-plastic

^{۳۵}. Upper (U) line

^{۳۶}. High plasticity



شکل ۱ - پراکنش داده‌های شاخص خمیری در برابر حد روانی مربوط به مخلوط‌های شن-کانی مختلف روی چارت خمیرایی پیشنهادی کاساگران (طبقه‌بندی خاک متحد یا USC)

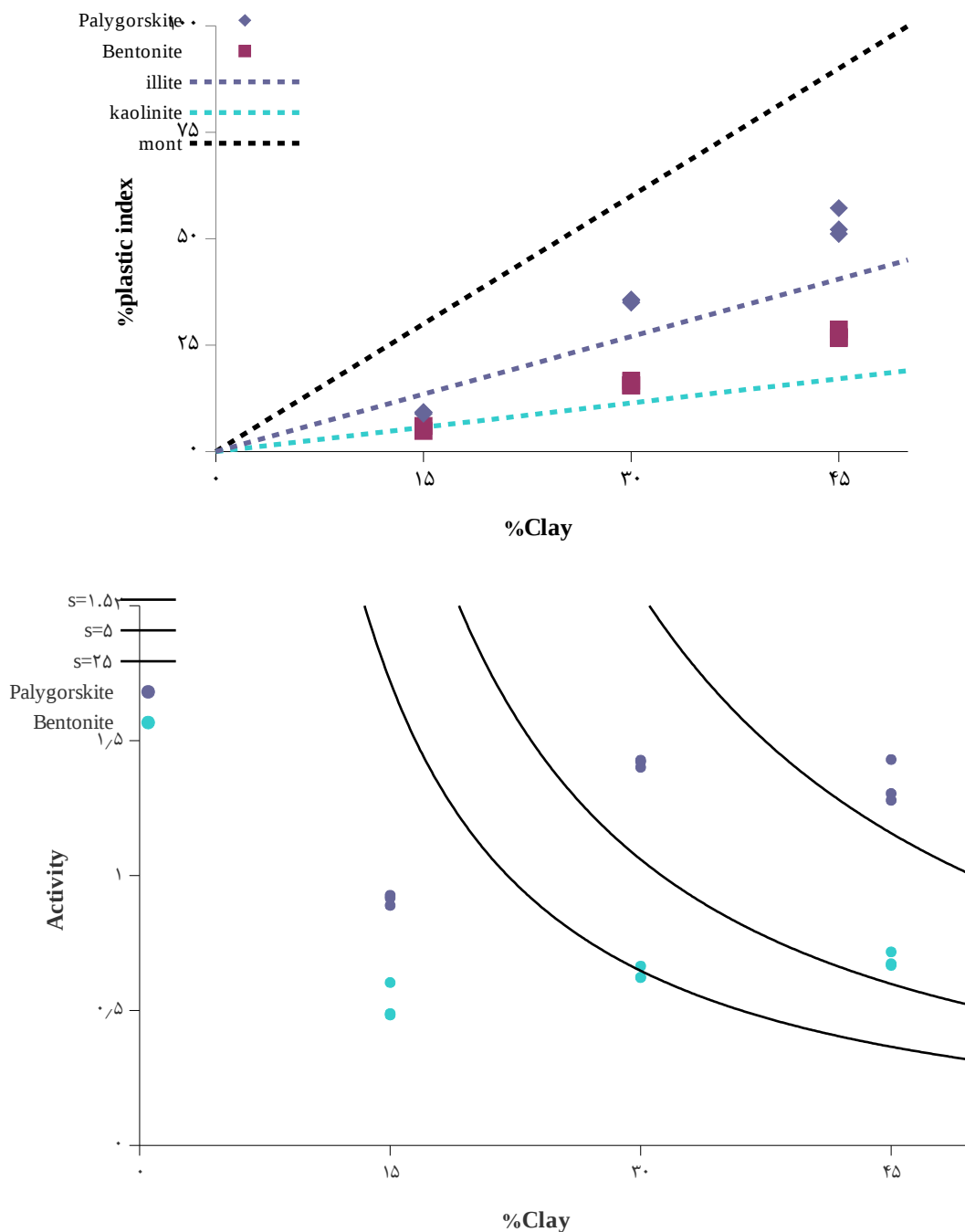
در شکل ۲ پراکنش داده‌های شاخص خمیرایی در برابر درصد رس در مقایسه با خطوط پیشنهادی توسط ویلیامز و دونالدسون ارائه شده است. فعالیت مونت‌موریلونیت، ایلیت و کائولینیت به ترتیب برابر ۲/۷، ۹/۰ و ۳۸/۰ می‌باشند. اشباع شدن کانی‌ها با Ca^{2+} باعث کاهش فعالیت مخلوط کانی-شن شده است (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های وایت (۱۹۵۵) هم‌خوانی دارد، که فعالیت مونت‌موریلونیت از ۲۴/۱ در حالت حضور منیزیم به عنوان کاتیون تبدیلی تا ۹/۷ برای شرایط اشباع از سدیم متغیر بوده است (Mitchell, ۱۹۹۳).

سید و همکاران (۱۹۶۲) با بررسی پتانسیل انبساط‌پذیری مخلوط‌های شن-رس توانستند هم‌بستگی قوی بین انبساط‌پذیری با مقدار رس و شاخص خمیری بدست آورده و روشی برای تخمین پتانسیل انبساط‌پذیری پیشنهاد دادند (معادله ۱). در این رابطه S پتانسیل انبساط‌پذیری، $Clay$ درصد رس و A فعالیت رس است که با تعریف رایج کمی تفاوت داشته و برابر با $PI/(Clay\% - 5)$ است:

$$s = (3.6 \times 10^{-5}) A^{2.44} Clay^{3.44}$$

در شکل ۳، خطوط سهموی برای مقادیر S برابر با ۵/۱، ۵ و ۲۵ درصد بر اساس معادله ۱ رسم شده و برای نقاطی که بالاتر از ۲۵ = S قرار می‌گیرند پتانسیل انبساط‌پذیری خیلی زیاد پیش‌بینی می‌شود (۴۵% پالیگورسکیت)، تیمارهایی که در محدوده $5 < S < 25$ قرار می‌گیرند دارای انبساط‌پذیری زیاد (۳۰% پالیگورسکیت و ۴۵% بنتونیت)، محدوده $5 < S < 1$ در گروه خاک‌های با انبساط‌پذیری میانه (۳۰% بنتونیت) و مقدار کم‌تر از ۵/۱ درصد دارای پتانسیل انبساط‌پذیری کم هستند (۱۵% و ۳۰% بنتونیت، ۱۵% پالیگورسکیت).

به طور کلی نتایج نشان داد بیش‌ترین تأثیر بر حدود آتربرگ و شاخص‌های پایداری مربوط به کانی پالیگورسکیت و سپس بنتونیت بوده و افزایش مقدار رس باعث افزایش مقادیر این حدود و شاخص‌ها گردید. بنابراین خاک‌های با رس‌های غالب پالیگورسکیت یا بنتونیت نیاز به مدیریت ویژه در رابطه با خاک‌ورزی و تردد ماشین‌های کشاورزی دارند.



شکل ۲- پراکنش داده‌های شاخص خمیری در برابر درصد رس شکل ۳- توزیع مقادیر فعالیت در برابر درصد رس و گروه‌بندی بر اساس و مقایسه آن با خطوط معرفی شده توسط ویلیامز-انيساط‌پذیری در تیمارهای مورد بررسی بر اساس معیار پیشنهادی و دونالدسونسید و همکاران (Seed et al, ۱۹۶۲)

منابع

بای‌بوردی، م.، ۱۳۸۸. فیزیک خاک، نشر دانشگاه تهران.



- Brady, N. C. and R. R. Weil. ۱۹۹۸. The Nature and Properties of Soils. ۱۲th Edition, Prentice Hall, New York.
- Brigatti, M. F., E. Galan, B. K. G. Theng and F. Babonneau. ۲۰۰۶. Structure and mineralogy of clay minerals. PP. ۱۹-۸۶. In: F. Bergaya, B.K.G Theng, and G. Lagaly (Eds.), Development in Clay Science. Elsevier.
- Campbell, D. J. ۲۰۰۱. Liquid and plastic limits. PP. ۳۴۹-۳۷۵. In: K. A. Smith, and C. E. Mullins (Eds). Soil and Environmental Analysis, Physical Methods. Dekker Inc. New York.
- Carter, M. R., and E. G. Gregorich. ۱۹۹۳. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science, ۲nd Edition, CRC Press.
- Galan, E., A. Singer. ۲۰۱۱. Development in Clay Science. Volume ۳. Development in Palygorskite-Sepiolite Research. PP. ۴۷۶. Elsevier.
- Keller, T., and A. R. Dexter. ۲۰۱۲. Plastic limits of agricultural soils as functions of soil texture and organic matter content. Soil Res. ۵۰: ۷-۱۷.
- Khademi H., and Mermut A.R. ۱۹۹۸. Submicroscopy and stable isotope geochemistry of carbonates and associated palygorskite in selected Iranian Aridisols. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۰: ۲۰۷-۲۱۶.
- McBride, R. A. ۲۰۰۸. Soil consistency and lower plastic limits. PP: ۷۶۱-۷۶۷. In: M. R. Carter, E. G. Gregorich (Eds.). Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science, ۲nd Edition, CRC Press.
- McGarry, D. ۲۰۰۲. Soil shrinkage. PP: ۲۴۰-۲۶۰. In: McKenzie N., K. Coughlan and H. Gresswell (Eds.), Soil Physical Measurement and Interpretation for Land Evaluation. CSIRO Publishing.
- Mitchell, J. K. ۱۹۹۳. Fundamentals of Soil Behavior. ۲nd ed. John Wiley and Sons. New York.
- Murray, H. H. ۲۰۰۷. Applied Clay Mineralogy: Occurrence, Processing and Application of Kaolins, Bentonite, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays. Elsevier, Amsterdam.
- Ruiz-Hitzky, E. ۲۰۰۱. Molecular access to intracrystalline tunnels of sepiolite. J. Mater. Chem. ۱۱: ۸۶-۹۱.
- Seed, H. B., R. J. Woodward, and R. Lundgren. ۱۹۶۲. Prediction of swelling potential for compacted clays. J. Soil Mech. Found. Div. ASCE. ۸۸: ۵۳-۸۷.

Abstract

Atterberg limits (liquid limit, LL; plastic limit, PL; shrinkage limit, SL) and consistency indices (plasticity index, PI; friability index, FI) are useful indicators of soil mechanical behavior and are used for soil management. These limits and indices greatly depend on amount and type of clay minerals. A simple and accurate approach to study the effects of specific clay mineral on soil properties and behavior is by preparing sand-clay mixtures. This study was conducted to investigate the effect of two types of Ca-saturated clay minerals (i.e. palygorskite, bentonite) in three rates (۱۵, ۳۰ and ۴۵%) on Atterberg limits and consistency indices of their sand-clay mixtures. The results showed that palygorskite had the highest effect on the Atterberg limits and consistency indices. The limits and indices increased with an increment in the clay content. The highest activity belonged to ۴۵% of palygorskite and its lowest value was observed for ۱۵% bentonite.



پیش‌بینی حداکثر دمای سطح خاک به روش شبکه عصبی مصنوعی در اراضی دشت سیستان

مسعود علی صوفی^۱ و ابوالفضل بامری^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشگاه زابل، ۲- مربی گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه زابل

چکیده

دمای خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک است که با تاثیر بر فرآیندهای متفاوت فیزیکی-شیمیایی و زیست‌شناختی خاک نقش ویژه‌ای در تبادلات انرژی بین خاک، گیاه و جو دارد. با توجه به اینکه اندازه‌گیری دمای خاک فقط در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور صورت می‌گیرد، کمبود آن در نقاط فاقد ایستگاه یکی از چالش‌های بزرگ در بسیاری از مطالعات مرتبط با علوم کشاورزی است، ولی دمای خاک با روش‌های آماری نیز قابل برآورد است. در این تحقیق با استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه هواشناسی زهک طی ۲ سال چندین شبکه جهت تخمین حداکثر دمای خاک پیشنهاد شده است. در این شبکه‌ها حداکثر دمای خاک به عنوان داده ورودی و بقیه داده‌های هواشناسی (به ترتیب و بر حسب حداکثر همبستگی با دمای خاک به شبکه داده شده و نتایج استخراج و بر حسب معیارهای آماری دسته بندی شدند. در پایان بنابر نتایج محاسباتی شبکه سوم به عنوان شبکه مطلوب ارائه شد. واژه‌های کلیدی: حداکثر دمای خاک، شبکه عصبی، داده‌های اقلیمی، حداکثر دمای روزانه هوا، زهک

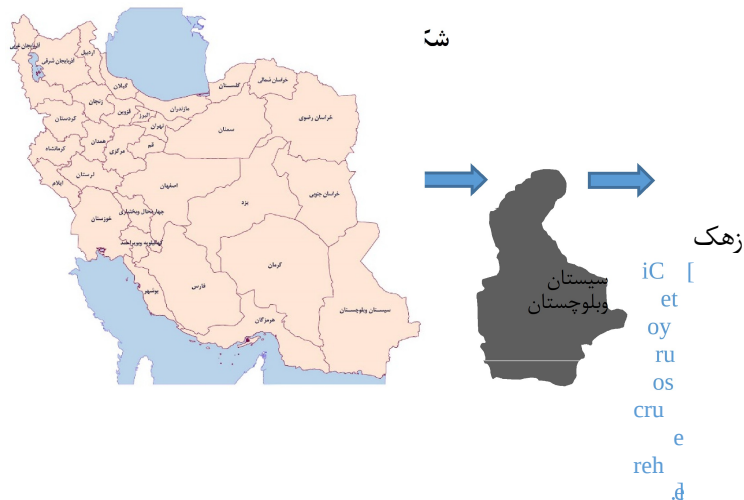
مقدمه

دمای خاک یکی از پارامترهای بسیار مهم در مطالعات خاکشناسی، هیدرولوژی، هواشناسی کشاورزی و اقلیم‌شناسی می‌باشد که بر فعالیت‌های بیولوژیکی و جذب عناصر مهم مانند فسفر و پتاسیم تاثیر بسزایی دارد. علاوه بر این در فرآیندهایی مانند تبخیر-تعرق، تهویه، توسعه ریشه‌ها، جوانه زنی و رشد گیاه نیز موثر است (نجفی مود و همکاران، ۱۳۸۷). گونه‌های مختلف گیاهی به دماهای متفاوتی نیازمندند و باردهی آنها در محدوده معینی از درجه حرارت به بیش‌ترین مقدار می‌رسد (علیزاده، ۲۰۰۲). در دمای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد، فعالیت‌های زیستی متوقف شده و در دمای صفر تا پنج درجه سانتی‌گراد، نمو ریشه بسیاری از گیاهان و جوانه زدن بذرهای اغلب کشت‌ها امکان پذیر نیست (بای‌وردی، ۱۳۷۲). اندازه‌گیری مستقیم دمای خاک در ایستگاه‌های سینوپتیک توسط حسگر (Sensor) و یا با استفاده از دماسنج‌های معمولی صورت می‌گیرد و در آن چندین حسگر و یا دماسنج را در اعماق خاک انجام می‌دهند ولی این کار هزینه‌بر بوده و به نیروی انسانی ماهر و پایش مداوم نیاز دارد (Plauborg ۲۰۰۲). روش‌های آماری و تجربی که قادر به ارائه نتایج قابل قبول در برآورد دمای خاک باشد، می‌تواند راه‌حل مناسبی برای بدست آوردن این متغیر مهم در نقاط فاقد سیستم‌های اندازه‌گیری باشد، از این روش‌ها می‌توان به روش‌های سری فوری، رگرسیون خطی چندمتغیره، شبکه‌های عصبی، معادلات موازنه انرژی و سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره کرد که در بیشتر این روش‌ها، پارامترهای پایه، دمای هوا و رطوبت خاک هستند. سبزی‌پرور و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی آماره‌های واسنجی نشان دادند که با افزایش عمق، میزان تاثیر متغیرهای هواشناسی بر دمای خاک کاهش می‌یابد و همچنین اینکه دامنه حساسیت دمای خاک تابع اقلیم منطقه است. (Ghuman & Lal ۱۹۸۲) دمای خاک منطقه استوا را با استفاده از تحلیل فوریه مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که روش فوریه در سنجش دمای خاک منطقه استوا از دقت بالایی برخوردار است. Cook (۱۹۸۳) & Aldridge با ارائه مدل رگرسیون چند متغیره، میانگین سالیانه دمای خاک در عمق‌های ۱۰ و ۳۰ سانتیمتر را محاسبه کردند. Maclean & Ayres (۱۹۸۵) با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره ارتباط بین دمای خاک با پارامترهای هواشناسی را تعیین و با ارائه مدل به برآورد دمای خاک در اعماق ۵، ۲، ۱۰ و ۱۰ سانتیمتر پرداختند. متغیرهای مورد استفاده شامل، دمای هوا و ابرناکی در روز، برآورد دمای هوا در دو روز قبل، نسبت ساعات آفتابی و روز فصل بود. علی‌صوفی و بامری (۱۳۹۳) با استفاده از روش رگرسیون خطی چند متغیره رابطه بین حداکثر دمای خاک و سایر داده‌های اقلیمی را مورد بررسی قرار دادند و توانستند یک مدل جهت پیش‌بینی حداکثر دمای خاک در منطقه سیستان ارائه دهند زارع‌امینی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از داده‌های اقلیمی ۱۸ ساله ایستگاه سینوپتیک تبریز و بوسیله شبکه عصبی مصنوعی به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی از قابلیت بالایی در پیش‌بینی دمای خاک داراست.

هدف از تحقیق حاضر ارائه روش‌هایی به منظور تسریع و تسهیل تخمین حداکثر دمای خاک با استفاده از شبکه عصبی بر اساس داده‌های هواشناسی با دمای خاک می‌باشد و در نهایت از بین چندین شبکه پیشنهاد شده بهترین شبکه جهت پیش‌بینی این پارامتر بر اساس داده‌های اقلیمی معرفی می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شهرستان زهک واقع در استان سیستان و بلوچستان با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه است و ارتفاع آن از سطح دریا ۴۸۳ متر می‌باشد (شکل ۱).



در این تحقیق به منظور برآورد حداکثر دمای خاک منطقه مورد مطالعه، یک سری اطلاعات اقلیمی مانند حداقل و حداکثر دمای روزانه، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، میزان بارندگی، حداقل و حداکثر سرعت باد به عنوان داده‌های ورودی به شبکه و حداکثر دمای خاک به عنوان داده خروجی از شبکه مورد سنجش قرار گرفتند. داده‌های مورد مطالعه طی ۲۲ ماه متوالی در سال ۹۰-۹۱ جمع آوری شده است. در این پژوهش ابتدا همبستگی داده‌های اقلیمی با حداکثر دمای خاک مورد بررسی قرار گرفت سپس این داده‌ها جهت به حداقل رساندن خطاها با توجه به فرمول شماره ۱ نرمال سازی شدند و در نرم افزار متلب قرار گرفتند.

$$\frac{y - \bar{y}}{(y_{max} - y_{min}) * 0.5} + 0.5 = \text{نرمال سازی}$$

در این فرمول \bar{y} میانگین داده‌ها و y_{min} و y_{max} به ترتیب حداقل و حداکثر داده‌ها هستند. برای انجام این آزمایش از نرم افزار متلب ۲۰۱۱ استفاده شد. جهت تعیین دقت هریک از شبکه‌ها، ۵۰ داده به‌طور تصادفی انتخاب و به‌صورت آزمون به شبکه داده شد. در نهایت پس از اعتبارسنجی شبکه‌ها نتایج توسط آماره‌های ضریب تعیین (R^2)، میانگین خطا (ME)، میانگین مربعات خطا (MSE) و مجدور میانگین مربعات خطا (RMSE) بهترین شبکه از بین ۸ شبکه معرفی شد. در زیر فرمول‌های آنها را مشاهده می‌کنید.

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{n} \quad (2)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n}} \quad (4)$$

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (5)$$

در این روابط Y_i و X_i به ترتیب i امین داده واقعی (اندازه گیری شده) و برآورد شده. \bar{X} و \bar{Y} میانگین کل داده‌های Y_i و X_i در کل جامعه آماری و n تعداد کل نمونه‌های ارزیابی شده می‌باشند.

نتایج و بحث

در آغاز داده‌های توصیفی مثل میانگین، انحراف معیار، ضریب همبستگی و سایر داده‌های آماری را بدست آمد. در جدول ۱ داده‌های توصیفی مشاهده می‌شود. ضریب تغییرات به عنوان یک شاخص، تغییرات و ناهمگنی پارامترهای به‌دست آمده در منطقه زحک را نشان می‌دهد. براساس طبقه‌بندی (Nielsen & Bouma (۱۹۸۵) اگر ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد باشد، تغییرپذیری ضعیف، اگر بیش از ۱۰ درصد باشد متوسط و اگر ضریب تغییرات برابر با ۱۰۰ درصد نشان دهنده تغییرات بسیار شدید متغیر می‌باشد. بنابراین همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود دو پارامتر حداقل سرعت باد و بارندگی دارای ضریب تغییرات بیش از ۱۰۰ می‌باشند که نشان دهنده تغییرات بسیار شدید است، دمای خاک دارای تغییرات نرمال است و بقیه داده‌ها دارای تغییرات متوسط هستند.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۱ داده‌های توصیفی

تعداد داده ها	۶۵۴	۶۵۴	۶۵۴	۶۵۱	۶۵۳	۶۵۲	۶۵۴	۶۵۳	۶۵۴	۶۵۴	۶۵۴
مجموع	۲۰۸۱	۱۰۹۹	۱۵۹۰	۲۶۶۲	۹۳۱۱	۱۷۹۴	۴۶۰	۶۲	۱۷۹۴	۹۳۱۱	۲۶۶۲
کمترین داده	۴/۶	-۶	۱/۶	۱۰	۲	۷	۰	۰	۷	۲	۱۰
بیشترین داده	۴۷/۶	۳۳/۸	۴۰/۲	۹۷	۸۸	۹۱	۱۵/۲	۱۷	۱۵/۲	۸۸	۹۷
میانگین	۳۱/۸۲	۱۶/۸۱	۲۴/۳۲	۴۰/۷	۱۴/۲	۲۷/۴۴	۰/۰۹	۷/۰	۲۷/۴۴	۱۴/۲	۴۰/۷
انحراف معیار	۱۰/۰۸	۹/۹۸	۹/۸۶	۲۱/۸	۹/۹۹	۱۵/۲۷	۰/۱۸۸	۳/۹	۱۵/۲۷	۹/۹۹	۲۱/۸
ضریب تغییرات	۳۱/۶	۵۹/۳	۴۰/۵	۵۳/۵	۷۰	۵۵/۶	۹۱۶/۱	۵۵/۷	۵۵/۶	۷۰	۵۳/۵

همبستگی داده‌های اقلیمی در جدول ۲ مشاهده می‌شود و در بین داده‌های موجود حداکثر دمای روزانه هوا بیشترین همبستگی را با حداکثر دمای خاک دارد که این امر در تحقیقی که در منطقه ساری انجام شده تأکید شده است (گلستانی و همکاران، ۱۳۸۶) همچنین حداکثر دمای خاک با حداقل و میانگین دمای هوا، حداکثر و حداقل سرعت باد، تبخیر و تابش خورشید در سطح یک درصد دارای همبستگی معنی داری است و با حداقل و میانگین رطوبت روزانه و بارندگی و میزان دید در سطح یک درصد دارای همبستگی منفی است که با نتایج تحقیق مزیدی و فلاحزاده (۱۳۹۰) مطابقت داشت.

جدول ۲ همبستگی داده‌های اقلیمی

تابش خورشید	تبخیر (mm)	حداقل سرعت باد	حداکثر سرعت باد	بارندگی (mm)	میانگین رطوبت روزانه	حداقل رطوبت نسبی	حداکثر رطوبت نسبی	میانگین دمای هوا	حداقل دمای هوا	حداکثر دمای هوا
حداکثر دمای خاک	۱/۹۸۳**	۱/۹۲۰**	۱/۹۶۷**	-۱/۷۲۶**	-۱/۶۲۶**	-۱/۷۱۹**	-۱/۱۲۵**	۱/۳۷۵**	۱/۲۶۲**	۱/۷۶۸**

از مجموع داده‌های ورودی ۵۰ داده به طور تصادفی انتخاب شد و پس از ایجاد شبکه جهت اعتبار سنجی در مرحله آزمون به شبکه داده شد. در هر دو مرحله آموزش و آزمون داده‌ها بر حسب همبستگی با حداکثر دمای خاک وارد شبکه‌ها شدند. بدین صورت که در شبکه اول پارامتر اقلیمی قرار گرفت که بیشترین همبستگی را با حداکثر دمای خاک داشت و به همین صورت بقیه پارامترها نیز بر اساس میزان همبستگی وارد شبکه‌ها شدند و در آخرین شبکه تمامی پارامترهای اقلیمی قرار داده شدند. در تمامی شبکه‌های برآورد، سه پارامتر روز، ماه و سال به عنوان ورودی‌های ثابت در ساختار لایه ورودی این شبکه‌ها قرار داده شدند. در جدول ۳ نحوه ورود داده‌ها به شبکه مشاهده می‌شود.

جدول شماره ۳ ترتیب ورود اطلاعات در هر شبکه در هر دو حالت آزمون و آزمایش

شماره شبکه	اطلاعات ورودی به شبکه
۱	سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-حداکثر دمای خاک
۲	سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداکثر دمای خاک
۳	سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداقل دمای هوا-حداکثر دمای خاک
۴	سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداقل دمای هوا-تبخیر-حداکثر دمای خاک
۵	سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداقل دمای هوا-تبخیر-میزان نور خورشید-حداکثر دمای خاک



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداقل دمای هوا-تبخیر-میزان نور خورشید-حداکثر سرعت باد-حداکثر دمای خاک	۶
سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداقل دمای هوا-تبخیر-میزان نور خورشید-حداکثر سرعت باد-حداقل سرعت باد-حداکثر دمای خاک	۷
سال-ماه-روز-حداکثر دمای هوا-میانگین دمای هوا-حداقل دمای هوا-تبخیر-میزان نور خورشید-حداکثر سرعت باد-حداقل سرعت باد-حداکثر رطوبت نسبی روزانه-حداقل رطوبت نسبی روزانه-میانگین رطوبت نسبی روزانه-حداکثر دمای خاک	۸

پس از وارد کردن داده‌ها به شبکه‌ها نتایج مورد بررسی و واسنجی قرار گرفت. مقادیر واسنجی این شبکه‌ها در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود.

جدول شماره ۴ نتایج داده‌های واسنجی شده

تعداد داده شماره شبکه	تعداد ورودی	مرحله آموزش		مرحله آزمون	
		R ²	RMSE	R ²	RMSE
	۴	تعداد نورون لایه پنهان			
۱	۴	۷	۰/۹۶	۰/۵۲۴۳	۰/۹۷ ۰/۱۷
۲	۵	۹	۰/۹۶	۰/۱۹۵۴	۰/۹۷ ۰/۱۹
۳	۶	۱۱	۰/۹۷	۰/۱۶۸۵	۰/۹۸ ۰/۱۴
۴	۷	۱۳	۰/۹۷	۰/۱۶۸۵	۰/۹۷ ۰/۱۷
۵	۸	۱۵	۰/۹۸	۰/۱۹۱	۰/۹۸ ۰/۱۶
۶	۹	۱۷	۰/۹۶	۰/۱۵۷۶	۰/۹۷ ۰/۱۶
۷	۱۰	۱۹	۰/۹۶	۰/۱۹۵۱	۰/۹۷ ۰/۱۷
۸	۱۴	۲۷	۰/۹۶	۰/۱۳۹۶	۰/۹۷ ۰/۱۸
				۰/۳۷۳۷	۰/۹۷ ۰/۱۸

با توجه به نتایج در مرحله آموزش شبکه شماره ۵ و در مرحله آزمون شبکه شماره ۳ بیشترین ضریب تبیین و کمترین مجذور میانگین مربعات خطا را دارد. که این با نتایجی که یزدانی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود رسیده اند مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر به منظور پیش بینی حداکثر دمای خاک متغیرهای هواشناسی منطقه زهک مورد بررسی و چندین شبکه عصبی برآورد گردید. نتایج حاکی از آن بود که روش شبکه عصبی بصورت موفقیت آمیزی در تخمین حداکثر دمای خاک می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. با تحلیل و پردازش نتایج حاصل از سنجش این شبکه‌ها در بین ۸ مدل بدست آمده شبکه سوم با داده‌های ورودی سال، ماه، روز، حداکثر دمای هوا، میانگین دمای هوا، حداقل دمای هوا، می‌تواند بهترین نتیجه را در پیش‌بینی حداکثر خاک ارائه دهد. این شبکه می‌تواند برای آن دسته از کسانی که در نقاط فاقد ایستگاه هستند یا به ایستگاه سینوپتیک دسترسی ندارند برای تعیین حداکثر دمای خاک قابل استفاده باشد.

منابع

- بایبوردی، م. ۱۳۷۲. فیزیک خاک کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.
- پیلهورشهری، ا.، ایوبی، ش.، خادمی، ح. ۱۳۸۹. مقایسه مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چند متغیره در پیش‌بینی کربن آلی خاک به کمک داده‌های آنالیز سطح زمین. نشره آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۶، صفحه‌های ۱۱۵۱ تا ۱۱۶۳
- جعفری گلستانی، م.، رائینی سرجاز، م. و ضیاءتبار احمدی، م. ۱۳۸۶. برآورد دمای ژرفای خاک با بهره‌گیری از روش تجزیه منحنی و همبستگی‌های رگرسیونی برای شهرستان ساری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات) شماره ۱، صفحه‌های ۱۱۲ تا ۱۲۳



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- سبزی پرور، ع. طبری، ح. و آیینی ع. ۱۳۸۹. برآورد میانگین روزانه دمای خاک در چند نمونه اقلیمی ایران با استفاده از داده‌های هواشناسی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال چهاردهم، شماره ۵۲
- علیزاده، ا. ۱۳۹۰. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- علی صوفی، م. و بامری، ا. ۱۳۹۳. پیش‌بینی حداکثر دمای سطح خاک به روش رگرسیون خطی چند متغیره در اراضی دشت سیستان. کنگره ایتحصال آب و آبخیزداری، دانشگاه بیرجند، بیرجند
- مزیدی، ا. و فلاح زاده، ف. ۱۳۹۰. تحلیل روند دمای سالانه ی خاک در ایستگاه یزد. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۴، پاییز ۹۰
- یزدانی، و.، نظر جانی، م.، فاطمی، ا. ۱۳۸۹. شبیه‌سازی رابطه دما در عمق‌های مختلف خاک و دمای هوا با استفاده از شبکه عصبی و رگرسیون. اولین کنفرانس بین المللی مدلسازی گیاه، آب، خاک و هوا مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان
- Aldridge R. and Cook, FJ. ۱۹۸۳. Estimation of soil temperatures at ۰.۱m and ۰.۳m depths. New Zealand Soil Bureau Scientific Report, ۶۲: ۱۸
- Ghuman, B S. and R. Lal. ۱۹۸۲. Temperature regime of a tropical soil in relation to surface condition and airtemperature and its Fourier analysis. Soil Sci, ۱۳۴: ۱۳۳-۱۴۰
- Maclean, SF. and Ayres, MP. ۱۹۸۵. Estimation of soil temperature from climatic variables at Barrow, Alaska, USA. Arctic and Alpine Research, ۱۷: ۴۲۵-۴۳۲
- Nielsen, D R. and Bouma, J. ۱۹۸۵. Soil Spatial Variability In: Proceedings of a Workshop of the ISSS and the SSSA. Pudoc, Wageningen, Las Vegas, USA
- Plauborg, F. ۲۰۰۲. Simple model for ۱۰ cm soil temperature in different soils with short grass. European Journal of Agronomy, ۱۷: ۱۷۳-۱۷۹

Abstract

soil temperature is one of the most important characteristics soil is the origin of the major effects on different processes, physical, chemical and biological of soil and has special role in the exchange of energy between the soil and the atmosphere. Since soil temperature measured at the cinoptic country stations of the country, Its deficiency is one of the major challenges in locations without stations in many studies related to agricultural science But soil temperature with statistical methods can also be estimated.. In this study, some models have been suggested to estimate the maximum soil temperature with the using of Zahak continental aerology station data during two years several networkshave been proposed. In this networks, the maximum soil temperature has been considered as inputting data variables and other aerology variables has been input to network in sequence and according to maximum correlation with soil temprature and results were derivated and grouped at statistic scals in the Finally, on the computational results of third network as the optimal model.



اندازه گیری کربن خاک با استفاده از point spectroscopy و hyperspectral imaging

محمد صادق عسکری
استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

چکیده

نتایج استفاده از روشهای طیف سنجی و پردازش تصاویر هایپراسپکترال (hyperspectral) در مطالعات خاک؛ نشان دهنده قابلیت این روشها برای جایگزینی روشهای متداول و زمان بر اندازه گیری کربن خاک بوده است. هدف از این تحقیق جواب به این سوال است که آیا تفاوتی بین دقت استفاده از روش طیف سنجی نقطه ای و استفاده از تصاویر هایپراسپکترال به منظور اندازه گیری کربن خاک وجود دارد؟ برای این منظور اطلاعات طیفی ۳۷۵ نمونه خاک با استفاده از دو دستگاه طیف سنج نقطه ای و دو دستگاه هایپراسپکترال بدست آمد و میزان کربن خاک در هر نمونه به دقت اندازه گیری شد. مدل‌های طیفی با استفاده از آنالیزهای چند متغیره برآورد و بوسیله پارامترهای آماری مقایسه شدند. نتایج این تحقیق نشان داد علاوه بر این تفاوت‌های برای رسیدن به یک مدل بهینه بین این روشها وجود دارد، هر دو روش قابلیت بالایی برای اندازه گیری دقیق کربن خاک دارند.

واژه‌های کلیدی: طیف سنجی نقطه ای، تصاویر هایپراسپکترال، آنالیزهای چند متغیره، کربن آلی خاک

مقدمه

دو دهه تلاش در زمینه استفاده از طیف سنجی (spectroscopy) در مطالعات کشاورزی و علوم غذایی باعث جایگزینی این روش با برخی روشهای اندازه گیری زمانبر در این علوم شده است (Huang et al., ۲۰۰۸). با وجود اینکه در چند سال اخیر استفاده از این روش در مطالعات خاکشناسی قابلیت آن به عنوان یک روش دقیق، سریع و ارزان برای اندازه گیری برخی از خصوصیات خاک را تایید کرده است، طیف سنجی خاک (soil spectroscopy) هنوز نتوانسته به مرحله ای برسد که به عنوان جایگزین روشهای متداول، گران و زمانبر آزمایشگاهی شود. یکی از دلایل آن این است که این گونه مطالعات با استفاده از دستگاه‌ها (Spectrometers) مختلف و در شرایط متفاوتی در سراسر جهان انجام شده و هنوز مقایسه های لازم و کافی بین این دستگاه‌ها انجام نشده است. از طرف دیگر هنوز در دقت استفاده از این روشها در مقایسه با روشهای معمول آزمایشگاهی تردید وجود دارد و مطالعات بیشتری در این زمینه لازم است تا دانشمندان و مدیران اراضی که آشنایی بیشتری با روشهای معمول دارند، متقاعد کرد که از طیف سنجی خاک (soil spectroscopy) استفاده کنند. تلاشهای که به منظور افزایش دقت طیف سنجی خاک انجام شده، بیشتر متمرکز بوده اند بر روی دقت مدل های کالیبراسیون (Askari et al., ۲۰۱۵a,b)، ساخت بانک اطلاعات طیفی خاک (Brown et al., ۲۰۰۶; Viscarra-Rossel et al., ۲۰۰۸)، فاکتورهای تغییر پذیری که بر روی دقت طیف سنجی خاک تاثیر گذارند (Mouazen et al., ۲۰۱۰; Vohland et al., ۲۰۱۱) و پیش پردازشهای که باعث افزایش کیفیت طیفها و یا تصاویر می شوند (Vasques et al., ۲۰۰۸; O'Rourke and Holden ۲۰۱۲). بیشتر تحقیقات چاپ شده از یک دستگاه طیف سنجی استفاده کرده اند و هنوز مشخص نیست که آیا امکان تطابق بانکهای اطلاعات طیفی که در شرایط آزمایشگاهی یا مزرعه و همینطور به روش طیف سنجی نقطه ای (point spectroscopy) و یا تصاویر هایپراسپکترال (Hyperspectral images) تهیه شده اند، وجود دارد. هر دو سیستم طیف سنجی نقطه ای و تصویر برداری هایپراسپکترال نشان داده اند که قابلیت بالایی برای اندازه گیری کربن خاک دارند (Sarkhot et al., ۲۰۱۱; O'Rourke and Holden ۲۰۱۲) اما هنوز تاثیر نوع دستگاه اندازه گیری و نحوه تهیه طیف های بر روی دقت اندازه گیری کربن خاک مشخص نیست. هدف این تحقیق بررسی تاثیر استفاده از دو روش متداول طیف سنجی (point spectroscopy and hyperspectral imaging) بر دقت اندازه گیری کربن خاک می باشد.

مواد و روشها

این تحقیق با استفاده از ۳۷۵ نمونه خاک تهیه شده از بانک اطلاعات ملی خاک (The National Soil Database) در کشور ایرلند انجام شد. نمونه ها از هفت نوع خاک با سه کاربری اراضی (جنگل، مرتع و کشاورزی) انتخاب و مقدار کربن آلی خاک آنها با استفاده از دستگاه اندازه گیری کربن خاک اندازه گیری شد (Skalar -Primaacs SLC -IC analyzer). طیفهای خاک با استفاده از دو سیستم طیف سنجی نقطه ای و دو سیستم تصویر برداری هایپراسپکترال تهیه شدن که عبارت بودند از Foss NIR Systems ۶۵۰۰ که در این تحقیق با علامت S-۱ مشخص شد، Varian FT-IR ۳۱۰۰ با علامت S-۲ و دو سیستمهای هایپراسپکترال شامل DV Optics hyperspectral system با علامت S-۳ و ImSpector N1VE hyperspectral system که با علامت S-۳ مشخص شدند. جدول ۱ مشخصات هر یک از این دستگاه ها را نشان می دهد. مدل‌های طیفی به منظور اندازه گیری کربن خاک با به کارگیری روش partial least-squares regression



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

تعیین و با استفاده از پارامترهای آماری (R^2 , RMSE, RPD) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور مدل های طیفی در سه حالت مورد ارزیابی قرار گرفتند: ۱- داده های خام ۲- بعد انجام پیش پردازشهای به منظور افزایش کیفیت طیفها ۳- در شرایط برابر از نظر دقت تفکیک پذیری و ماهیت طیفها. علاوه بر پارامترهای آماری دقت مدل‌های برآورد شده با استفاده از روش آنالیز خطا و آزمون پیتمن مورگان (Pitman-Morgan test) ارزیابی شد.

جدول ۱- مشخصات دستگاه ها و نمونه های خاک استفاده شده برای تهیه طیفهای خاک

دستگاه	رنج طول موج (nm)	تفکیک طیفی (nm)	اندازه ذرات خاک	رنج طیفی آنالیز شده	مقدار نمونه خاک
S-۱	۴۰۰-۲۴۹۸	۲	μm ۲۰۰	(VIS) ۹۵۰-۴۵۰ (NIR) ۲۴۵۰-۱۰۵۰	g۵
S-۲	۲۸۰۰-۳۲۰	۱	μm ۲۰۰	۲۷۵۰-۳۷۰	g۲
S-۳	(VIS) ۱۰۰۰-۴۰۰ (NIR) ۸۸۰-۱۷۲۰	(VIS) ۵ (NIR) ۷	mm ۲	(VIS) ۸۸۰-۴۵۰ (NIR) ۱۶۷۱-۹۲۹	g۴۰
S-۴	۱۷۵۰-۸۹۷	۳	mm ۲	۹۲۰-۱۶۹۰	g۴۰

نتایج و بحث

مدل های بدست آمده از پردازش داده های طیفی خام و بدون انجام هر گونه پیش پردازش، نشان داد که طیف سنجی نقطه ای در مقایسه با استفاده از داده های هایپر اسپکترال توانایی بالاتری برای برآورد میزان کربن خاک دارد. این نتیجه می تواند به علت تفاوت بین سیستمها از نظر، دقت تفکیک پذیری، رنج طول موج اسکن شده توسط آنها، اندازه ذرات خاک و مقدار نمونه مورد نیاز برای تهیه داده های طیفی باشد. برتری طیف سنجی نقطه ای در مرحله اول با استفاده از آنالیزهای خطا و تست پیتمن مورگان (Pitman-Morgan test) نیز تایید شد. تغییر و ارتقاء کیفیت طیفهای خاک با استفاده از پردازشهای مختلف از روشهای متداول برای افزایش دقت مدل‌های برآورد کننده در طیف سنجی به شمار می رود. در این تحقیق نیز روشهای متفاوتی (preprocessing techniques) برای ارتقا کیفیت داده ای طیفی استفاده شد که باعث افزایش دقت مدل‌های بدست آمده برای همه دستگاه ها شد، هر چند که روش های مختلفی به عنوان روش بهینه برای هر کدام از داده ها بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج حاصل از پردازش بهینه برای هر یک از دستگاه ها

دستگاه	روش بهینه	تعداد متغیرهای مخفی	R^2	RMSE	RPD
S-۱	1 st Derivative	۵	۸۹/ ۰	۳۰/۲	۹۶/ ۲
S-۲	SNV	۵	۸۴/ ۰	۷۲/۲	۵۱/ ۲
S-۳	Mean normalization	۱۱	۸۷/ ۰	۴۷/۲	۷۶/ ۲
S-۴	Max normalization	۴	۶۶/ ۰	۹۷/۳	۷۱/ ۱

روشهای پردازش طیفی بیشترین تاثیر را در افزایش دقت مدل‌های حاصل از تصاویر هایپر اسپکترال داشتند بخصوص در مورد دستگاه S-۳. پایین بودن دقت مدل‌های حاصل از تصاویر دستگاه S-۴ قابل پیشبینی بود به این علت که در مورد این دستگاه، داده ها حاصل یک اسکن و فقط در طیف NIR اندازه گیری شده در حالی که برای سایر دستگاه ها داده ها حاصل سه اسکن و در طیف



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

NIR-VIS اندازه گیری شده بودند. در شرایط برابر از نظر تفکیک پذیری و ماهیت طیفها (جزبی و انعکاسی) که در مرحله سوم این تحقیق انجام شد، مدل‌های بدست آمده از تصاویر هایپراسپکترال به اندازه مدل‌های حاصل از طیف سنجی نقطه ای در برآورد مقدار کربن خاک دقت داشتند. آنالیز خطا و تست پیتمن مورگان نیز نتایج حاصل در مرحله سوم را تایید کرد. استفاده از دستگاه طیف سنجی نقطه ای نیاز به صرف وقت بیشتر در تهیه نمونه های خاک همگن دارد در حالی که در استفاده از تصاویر هایپراسپکترال، محقق باید وقت بیشتری را صرف پردازش تصاویر و ارتقاء کیفیت آنها کند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان دارد انتخاب دستگاه طیف سنجی نمی تواند در دقت و نتیجه نهایی اندازه گیری کربن خاک نقش داشته باشد و هر دو سیستم طیف سنجی نقطه ای و تصویربرداری هایپراسپکترال قابلیت اندازه گیری کربن خاک با دقت بالا را دارند. انتخاب دستگاه می تواند با توجه به هدف تحقیق و نظر محقق صورت گیرد.

منابع

- Askari, M.S., Cui, J., O'Rourke, S.M., Holden, N.M., ۲۰۱۵a. Evaluation of soil structural quality using VIS-NIR spectra. *Soil and Tillage Research* ۱۴۶: Part A, ۱۰۸-۱۱۷
- Askari, M.S., O'Rourke, S.M., Holden, N.M., ۲۰۱۵b. Evaluation of soil quality for agricultural production using visible-near-infrared spectroscopy. *Geoderma* ۲۴۳: ۸۰-۹۱
- Brown, D.J., Shepherd, K.D., Walsh, M.G., Dwayne Mays, M., Reinsch, T.G. (۲۰۰۶). Global soil characterization with VNIR diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma* ۱۳۲(۳-۴): ۲۷۳-۲۹۰
- Huang, H., Yu, H., Xu, H. and Ying, Y. (۲۰۰۸) Near infrared spectroscopy for on/in-line monitoring of quality in foods and beverages: A review. *Journal of Food Engineering*, ۸۷(۳): pp. ۳۰۳-۳۱۳
- Mouazen, A.M., Kuang, B., De Baerdemaeker, J., Ramon, H. (۲۰۱۰). Comparison among principal component, partial least squares and back propagation neural network analyses for accuracy of measurement of selected soil properties with visible and near infrared spectroscopy. *Geoderma* ۱۵۸(۱-۲), ۲۳-۳۱
- O'Rourke, S.M., Holden, N.M. ۲۰۱۲. Determination of Soil Organic Matter and Carbon Fractions in Forest Top Soils using Spectral Data Acquired from Visible-Near Infrared Hyperspectral Images. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۷۶(۲): ۵۸۶-۵۹۶
- Sarkhot, D.V., Grunwald, S., Ge, Y., Morgan, C.L.S. ۲۰۱۱. Comparison and detection of total and available soil carbon fractions using visible/near infrared diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma* ۱۶۴(۱-۲): ۲۲-۳۲
- Vasques, G.M., Grunwald, S., Sickman, J.O. ۲۰۰۸. Comparison of multivariate methods for inferential modeling of soil carbon using visible/near-infrared spectra. *Geoderma* ۱۴۶(۱-۲): ۱۴-۲۵
- Viscarra-Rossel, R.A. ۲۰۰۷. Robust modelling of soil diffuse reflectance spectra by "bagging-partial least squares regression". *Journal of Near Infrared Spectroscopy* ۱۵: ۳۷-۴۷
- Vohland, M., Besold, J., Hill, J., Fründ, H.-C. ۲۰۱۱. Comparing different multivariate calibration methods for the determination of soil organic carbon pools with visible to near infrared spectroscopy. *Geoderma* ۱۶۶(۱): ۱۹۸-۲۰۵

Abstract

Point spectroscopy and more recently hyperspectral imaging have been applied to soil carbon analysis, offering potentially cost and time effective analytical methods. The aim of this study was to address the following question: does the choice of instrument (imagery and point spectroscopy) influence the result obtained for the prediction of soil organic carbon (SOC)? The study was conducted using ۳۷۵ soils samples that were scanned by two point spectrometers and two imaging systems. SOC was measured for each sample and the prediction modes were developed using multivariate analysis. The accuracy of models was evaluated using statistical parameters. This study demonstrated that spectral imaging has the ability to be as accurate as point spectroscopy for predicting SOC.



تأثیر اسیدهای آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر آب گریزی خاک در یک خاک آهکی

آناهیتا خسروی ۱ و سید علی اکبر موسوی ۲
۱- ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

آب گریزی خاک یکی از ویژگی های فیزیکی خاک است که موجب کاهش نفوذ آب به درون خاک شده و موجب افزایش رواناب و در پی آن افزایش فرسایش می شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح صفر، ۰/۵، ۵/۰ و ۵ درصد اسیدهای آلی و ۱، ۴، ۸ و ۱۲ چرخه تر و خشک شدن بر آب گریزی یک خاک آهکی انجام شد. آب گریزی خاک بر اساس اندازه گیری زاویه تماس تعادلی آب با خاک به روش خیز مویبندی آب و الکلی در لوله های شیشه ای اندازه گیری شد. نتایج نشان داد افزودن اسیدهای آلی و چرخه های تر و خشک شدن خاک هر دو موجب افزایش زاویه تماس تعادلی آب با خاک و در نتیجه افزایش آب گریزی خاک شد.

واژه های کلیدی: اسید هیومیک، اسید فولویک، زاویه تماس تعادلی.

مقدمه

مواد آلی یکی از اجزای مهم اکوسیستم های کشاورزی و خاک می باشد که به عنوان منبع مهم کربن آلی عمل کرده و همچنین باعث جلوگیری از فرسایش خاک می شود (کامپیتلی و همکاران، ۲۰۰۶؛ بوید و همکاران، ۱۹۸۰؛ پیکولو و همکاران، ۱۹۹۹). طی فرایند تجزیه، مواد آلی طبیعی تغییر شکل یافته و ترکیبات هیومیکی تشکیل می شوند. اجزای اصلی این مواد، هیومیک و فولویک اسید می باشند (باکاجوا و واندروسکا، ۲۰۱۱). از هیومیک اسید و فولویک اسید می توان به عنوان بهبود دهنده خاک استفاده کرد (سباهتین و نکدت، ۲۰۰۵). ویژگی مهم این اسیدها این است که در برابر حملات میکروبی مقاوم بوده و در خاک باقی می ماند (پیکولو و همکاران، ۱۹۹۷).

یکی از مهم ترین فرایندهای طبیعی که بر ساختمان و ویژگی های فیزیکی خاک تأثیر می گذارد، چرخه های تر و خشک شدن خاک می باشد. چرخه های تر و خشک شدن خاک باعث از بین رفتن خاکدانه ها می شود (یوتومو و دکستر، ۱۹۸۲). آب گریزی خاک یکی از ویژگی های فیزیکی خاک است که بر تولید رواناب و فرسایش خاک تأثیر گذار است. خاک های آب گریز، خاک هایی هستند که نفوذ آب در آنها کم است (هانسل و همکاران، ۲۰۰۸). آب گریزی هنگامی ایجاد می شود که نیروی همدوسی بین مولکول های آب بیشتر از نیروی دگر دوسی بین مولکول های آب و ذرات خاک باشد (وسل، ۱۹۸۸). می توان گفت که آب گریزی خاک در اثر تجمع سطحی مواد آلی آب گریز ایجاد می شود (مولر و دیورر، ۲۰۱۱). زاویه تماس آب با خاک نیز معیاری از آب گریزی خاک است. به این ترتیب که هر چه زاویه تماس آب با خاک بیشتر باشد، خاک آب گریز تر است. بر این اساس، خاک ها به سه دسته تقسیم میشوند: خاک هایی که زاویه تماس آنها صفر است خاک های کاملاً آب دوست هستند، خاک هایی که زاویه تماس بین صفر تا ۹۰ درجه است، خاک هایی با آب گریزی کم، و خاک هایی که زاویه تماس آنها از ۹۰ بیشتر است، خاک های آب گریز می باشند (مولر و دیورر، ۲۰۱۱). میر بابایی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که هر چه مقدار مواد آلی در خاک افزایش یابد زاویه تماس خاک نیز بیشتر می شود. امجدیان و همکاران، (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند که افزودن هیومات پتاسیم به خاک موجب افزایش زاویه تماس تعادلی آب با خاک و در نتیجه افزایش آب گریزی خاک می شود.

با توجه به حساسیت آب گریزی خاک و تأثیر آن بر ایجاد رواناب و فرسایش خاک، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر افزودن اسید های آلی طی چرخه های تر و خشک شدن بر آب گریزی خاک در یک خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش ها

نمونه خاک آهکی مورد استفاده در این تحقیق از خاک سری کوی اساتید واقع در منطقه باجگاه استان فارس با نام علمی Loamy-skeletal over fragmental, carbonatic, mesic, Fluventic Xerorthents برداشته و در محل از الک ۴ میلی متری عبور داده شد. پس از انتقال خاک به گلخانه، نمونه ها به مدت یک هفته هوا خشک گردید و سپس بخشی از خاک از الک ۲ میلی متری عبور داده شد و برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه اندازه گیری شد (جدول ۱).

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



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شماره	سیلنت (%)	رس (%)	کلاس بافت خاک	pH	EC (dS/m)	ماده آلی (%)	CEC (Cmol+/kg)
۱۸	۴۴	۳۸	لوم شنی	۹/۷	۴۵/۰	۶۵/۰	۱۴

آزمایش مورد نظر به صورت فاکتوریل با دو عامل اسیدهای آلی در ۴ سطح صفر، ۰/۰۵، ۵/۰ و ۵ درصد و چرخه های تر و خشکی به تعداد ۱، ۴، ۸ و ۱۲ چرخه، در غالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. ابتدا اسیدهای آلی مورد استفاده، به خوبی با نمونه های ۳ کیلو گرمی خاک مخلوط شد و سپس خاک ها به گلدان های پلاستیکی منتقل گردید. سپس تمامی گلدان ها به میزان حد ظرفیت مزرعه با آب مقطر آبیاری شد. فواصل بین چرخه های تر و خشک شدن خاک ده روزه در نظر گرفته شد و پس از پایان هر چرخه گلدان ها در حد ظرفیت مزرعه با آب مقطر آبیاری گردید. برخی ویژگی های اسیدهای آلی استفاده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- برخی ویژگی های شیمیایی اسیدهای آلی مورد استفاده

فولویک اسید %	مواد هیومیکی %	روی mg/kg	مس mg/kg	آهن mg/kg	منگنز mg/kg	فسفر mg/kg	pH	EC (dS/m)
۴۰	۸۰	۰۸/۹	۷۴/۱۴	۱۶/۳۷۷	۷۲۷/۸	۱۸/۲۷	۰۷/۴	۳۲۵/۲

پس از پایان چرخه های اعمال شده برای هر گلدان، نمونه خاک جهت آزمایش، به آزمایشگاه منتقل و آب گریزی خاک به روش اندازه گیری زاویه تماس تعادلی آب با خاک به روش اندازه گیری خیز مویینگی آب و الکل در لوله های شیشه ای انجام شد. در این روش، از دو لوله شیشه ای که انتهای آنها جهت جلوگیری از خروج خاک با توری بسته شده بود، استفاده شد. این لوله ها نقش ستون های خاک را ایفا می کنند. ابتدا نمونه های خاک نرم شده و از الکل ۲ میلی متری عبور داده شد. سپس خاک ها به وسیله لوله ای که در انتهای آن قیف متصل بود، به لوله های شیشه ای انتقال یافت. استفاده از قیف و لوله به این منظور است که دانه بندی خاک حفظ شود. پس از آماده سازی لوله های خاک، دو ظرف پتری دیش آماده و در یکی آب مقطر و در دیگری اتانول ۹۵٪ ریخته شد. سپس هر کدام از ظروف در زیر یک ستون گذاشته شد. سپس ستون های خاک به ترتیب وارد ظروف حاوی آب و الکل شد به نحوی که به ته ظرف نجسید. به محض ورود ستون های خاک به درون ظروف حاوی مایع، زمان سنج روشن شد و در بازه های زمانی، ارتفاع صعود آب و الکل در ستون های خاک قرائت شد. آزمایش تا هنگامی که سرعت صعود آب و الکل در لوله یکنواخت شد ادامه یافت. سپس بین تغییرات ارتفاع صعود نسبت به تغییرات زمان (h/t) و عکس ارتفاع صعود سیال در ستون خاک (1/h) رابطه رگرسیونی برقرار و معادله خطی برای هریک از سیال ها تعیین شد.

از آنجایی که زاویه تماس الکل با خاک تقریباً صفر است، و با دانستن کشش سطحی الکل، چگالی الکل و شتاب ثقل، طبق معادله ۱ می توان میانگین شعاع خلل و فرج خاک را محاسبه کرد.

$$h_a = \frac{2\sigma_a \cos\theta_a}{\rho_a g r} \quad (1)$$

سپس با قرار دادن شعاع متوسط خلل و فرج خاک در معادله ۲ می توان زاویه تماس تعادلی آب با خاک را به دست آورد. در این معادله، زاویه تماس تعادلی الکل با خاک، کشش سطحی الکل، چگالی الکل، ارتفاع صعود بیشینه الکل، شتاب ثقل، و شعاع میانگین خلل و فرج خاک می باشد.

$$h_w = \frac{2\sigma_w \cos\theta_w}{\rho_w g r} \quad (2)$$

در این معادله نیز زاویه تماس تعادلی آب با خاک، کشش سطحی آب، چگالی آب، ارتفاع صعود بیشینه آب، شتاب ثقل، و شعاع میانگین خلل و فرج خاک می باشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در پایان نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL رسم شده و آنالیز داده ها با نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین اثر اسیدهای آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک در جدول ۲ نشان می دهد که با افزایش سطح اسیدهای آلی، زاویه تماس تعادلی آب و خاک نیز افزایش یافته است. به این ترتیب که کاربرد ۰۵/۰ درصد اسیدهای آلی موجب افزایش ۳۰ درصدی زاویه تماس در مقایسه با شاهد شد. همچنین افزودن ۵/۰ و ۵ درصد اسیدهای آلی به ترتیب ۲۳ و ۲۷ درصد زاویه تماس تعادلی آب با خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد.

جدول ۲- تاثیر اسیدهای آلی و چرخه های تر و خشک شدن بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک

میانگین	چرخه های تر و خشک شدن				اسید های آلی %
	۱۲	۸	۴	۱	
۸/۴۴ B	۳/۶۰ ab	۳/۲۰ d	۳/۵۵ abc	۳/۴۳ c	۰
۳/۵۸ A	۳/۶۱ ab	۵۶ abc	۶/۵۷ ab	۳/۵۸ ab	۰۵/۰
۲/۵۵ A	۳/۵۹ ab	۳/۵۶ abc	۵۴ abc	۳/۵۱ bc	۵/۰
۹/۵۶ A	۵۵ abc	۶/۵۷ ab	۶۶ a	۴۹ bc	۵
	۵۹ A	۵/۴۷ B	۲۵/۵۸ A	B۵/۵۰	میانگین

نتایج نشان داد که بیشترین میزان زاویه تماس در خاک هایی رخ داد که ۱۲ بار تر و خشک شدند. زاویه تماس در این خاک ها نسبت به شاهد ۱۶ درصد بیشتر بود. اما زاویه تماس خاک های تحت تاثیر ۸ چرخه تر و خشک شدن در مقایسه با شاهد تفاوت معنی داری نداشت. زاویه تماس در تیمار های تحت تاثیر ۴ چرخه تر و خشک شدن در مقایسه با شاهد، ۱۵ درصد بیشتر بود. بیشترین آب گریزی در خاک های تیمار شده با ۵ درصد اسید آلی و تحت تاثیر ۴ چرخه تر و خشک شدن مشاهده شد. در حالی که کمترین آب گریزی در خاک هایی مشاهده شد که ماده آلی به آنها اضافه نشده بود و تحت تاثیر ۸ بار تر و خشک شدن قرار گرفته بودند.

به طور کلی نتایج نشان می دهد که تر و خشک شدن متوالی خاک می تواند زاویه تماس تعادلی آب با خاک و در نتیجه آب گریزی خاک را افزایش دهد. افزودن اسید های آلی هر چند می تواند باعث افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش رشد گیاه شده و پایداری خاکدانه ها و ساختمان خاک را بهبود بخشد، اما زاویه تماس تعادلی آب با خاک را افزایش داده و خاک را آب گریز می کند. آب گریزی خاک موجب کاهش نفوذ آب به خاک شده و در پی آن رواناب ایجاد شده و موجب افزایش فرسایش خاک می شود.

منابع

- امجدیان، م.، ع. ا. موسوی، ل. زارع، ح. رجبی. ۱۳۹۲. اثر هیومات پتاسیم و گوگرد عنصری بر زاویه تماس تعادلی آب و خاک در دو خاک آهکی. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- میر بابایی، م.، م. شعبان پور، ع. ا. ذوالفقاری. ۱۳۹۲. بررسی وجود و شدت آبگریزی خاک در مناطق جنگلی تالش در استان گیلان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۴، شماره ۲، ۱۶۳-۱۷۲.
- Bakajova, B. and R. Wandruszka. ۲۰۱۱. Radical stabilization in dissolved humates. Open Journal of Physical Chemistry, ۱: ۵۵-۶۰.
- Boyd, S.A., L.E. Sonlners and D.N. Nelson, ۱۹۸۰. Changes in the humic acid fraction of soil resulting from sludge application, Soil Science Society of American Journal. ۴۴: ۱۱۷۹-۱۱۸۶.
- Campitelli, P. A., M. I. Velasco, S. B. Ceppi. ۲۰۰۶. Chemical and physicochemical characteristics of humic acids extracted from compost, soil and amended soil. Talanta ۶۹: ۱۲۳۴-۱۲۳۹.
- Hansel, F. A., C. T. Aoki, C. M.B.F. Maia, A. Cunha, R. A. Dedeczek. ۲۰۰۸. Comparison of two alkaline treatments in the extraction of organic compounds associated with water repellency in soil under Pinus taeda. Geoderma ۱۴۸: ۱۶۷-۱۷۲.
- Martinez-Zavala, L. and Jordan-Lopez, A. ۲۰۰۹. Influence of different plant species on water repellency in Mediterranean heathland soils. Catena, ۷۶: ۲۱۵-۲۲۳.



- Müller, K. and M. Deure. Review of the remediation strategies for soil water repellency. ۲۰۱۱. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۱۴۴: ۲۰۸-۲۲۱.
- Piccolo, R. Spaccini, G. Haberhauer, M.H. ۱۹۹۹. Increased Sequestration of Organic Carbon in Soil by Hydrophobic Protection Gerzabek. Naturwissenschaften, ۸۶: ۴۹۶-۴۹۹.
- Piccolo, A., G. Pietramellara, J.S.C. Mbagwu. ۱۹۹۷. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. Geoderma, ۷۵: ۲۶۷-۲۷۷.
- Riggle J. and R. Wandruszka. ۲۰۰۲. Conductometric Characterization of Dissolved Humic Materials. Talanta, ۵۷(۳): ۵۱۹-۵۲۶.
- Sebahattin, A. and C. Necdet. ۲۰۰۵. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage turnip (*Brassica rapa L.*). Agronomy Journal ۴: ۱۳۰-۱۳۳.
- Utomo, W.H. and A.R. Dexter. ۱۹۸۲. Changes in soil aggregate water stability induced by wetting and drying cycles in non-saturated soil. Journal of Soil Science, ۳۳: ۶۲۳-۶۳۷.
- Wessel, T. ۱۹۸۸. Short communication on using the effective contact angle and the water drop penetration time for classification of water repellency in dune soils. Earth Surface Processes and Landforms, ۱۳: ۵۵۵-۵۶۱.

Abstract

Soil water repellency is a physical soil property which reduces infiltration and will increase runoff and soil erosion. This research was conducted to evaluate the effect of ۰, ۰.۰۵, ۰.۵ and ۵% organic acids and ۰, ۴, ۸ and ۱۲ wetting and drying cycles on soil water repellency. Water repellency was evaluated by measuring the contact angle between the soil and water. Results showed that soil water repellency were increased by increase in both organic acids and wetting and drying cycles.



بررسی کارایی مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی مقدار پروتئین اندام هوایی دو رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تنش کادمیوم

ایمان جوادزین^۱ و بابک متشرع زاده^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی امکان استفاده از مدل شبکه عصبی به منظور پیش بینی مقدار پروتئین در اندام هوایی دو رقم گندم تحت تنش کادمیوم بود. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کادمیوم (صفر (تیمار شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم کادمیوم بر کیلوگرم خاک) و دو رقم گندم (آزادی و الوند) بود. از بین ۱۹ پارامتر مورد بررسی، تعداد ۱۰ پارامتر شامل مقدار کادمیوم، آهن، مس، منگنز و روی در ریشه و اندام هوایی که بیشترین همبستگی را با مقدار پروتئین اندام هوایی نشان دادند، به عنوان ورودی های مدل شبکه عصبی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که مدل های بهینه، جهت پیش بینی مقدار پروتئین برای ارقام آزادی و الوند زمانی به دست آمد که تعداد نورون های لایه مخفی به ترتیب ۳ (رقم آزادی) و ۲ (رقم الوند) عدد بود. مدل شبکه عصبی بهینه شده در پیش بینی مقدار پروتئین اندام هوایی در ارقام آزادی ($R^2=0.99$) و الوند ($R^2=0.84$) کارایی بسیار بالایی داشت. واژه های کلیدی: گندم، کادمیوم، شبکه عصبی، پروتئین، آلودگی خاک.

مقدمه

برای بیش از ۴۰ سال در ایران کود سوپرفسفات به مقدار ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شده است که مقدار کادمیوم استخراج شده توسط اسید نیتریک به ازای هر کیلوگرم فسفر حاصل از این کود، معادل ۶/۷ میلی گرم بوده است (Jalali and Khanlari, ۲۰۰۸). کادمیوم ممکن است برداشت و تجمع عناصر غذایی توسط گیاهان را با اثر گذاری بر نفوذ پذیری غشای پلاسمایی مختل کرده و منجر به کمبود یا عدم توازن عناصر غذایی در بخش های مختلف گیاهان شود (Wang-da et al., ۲۰۰۹). یکی از راهکارها برای درک توانایی گیاهان زراعی در تحمل تنش های غیرزیستی، شناسایی تغییرات القا شده با تنش در مقدار پروتئین این گیاهان است (Kawasaki et al., ۲۰۰۱). روش های اندازه گیری مقدار پروتئین معمولاً از نظر زمان و هزینه به صرفه نیستند. یک روش جایگزین، استفاده از مدل های پیش بینی کننده از جمله شبکه عصبی مصنوعی است. یک مدل شبکه عصبی از نوع پرسپترون چند لایه (MLP) به طور معمول شامل سه لایه ورودی، مخفی و خروجی است. در هر لایه یک یا چند عنصر پردازشگر (نورون) وجود دارد که عملکرد آن ها شبیه به عملکرد نورون های مغز انسان است (Keshavarzi and Sarmadian, ۲۰۱۰). هر نورون شامل دو بخش است، در بخش اول مجموعه وزن دار شده، مقادیر ورودی محاسبه شده و در بخش دوم این مقادیر به عنوان ورودی در یک تابع ریاضی که تابع انتقال نامیده می شود، قرار گرفته و خروجی نورون محاسبه می شود (Keshavarzi and Sarmadian, ۲۰۱۰). شبکه عصبی مصنوعی در تحقیقات مرتبط با علوم خاک به طور گسترده ای استفاده شده است (Buszewski and Kowalkowski, ۲۰۰۶). توجه به تمامی مسائل مرتبط با گندم، به عنوان یک محصول راهبردی در سبد غذایی خانوارهای ایرانی با هدف تامین امنیت غذایی جامعه اهمیت دارد. هدف از این تحقیق، بررسی کارایی مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی مقدار پروتئین اندام هوایی دو رقم گندم تحت تنش کادمیوم بود.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق، آزمایشی فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کادمیوم (صفر (شاهد)، ۲۵ (Cd_{25}), ۵۰ (Cd_{50}) و ۱۰۰ (Cd_{100}) میلی گرم کادمیوم بر کیلوگرم خاک) و دو رقم گندم (آزادی و الوند) بود. تیمارهای کادمیوم از طریق اسپری کردن محلول نمک نیترات کادمیوم ($Cd(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$) به خاک گلدان ها اعمال شد. تمام گلدان ها قبل از کشت بذر، به مدت شش ماه به منظور ایجاد تعادل در خاک در شرایط انکوباسیون نگهداری شدند. جهت ضد عفونی کردن بذرها، ابتدا بذرها به مدت ۳۰ ثانیه در الکل اتیلیک ۹۶ درصد غوطه ور شده سپس برای ۱۵ ثانیه در محلول آب اکسیژنه قرار گرفته و در نهایت با آب مقطر شسته شدند. قبل از کشت، خاک زراعی از مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تهیه و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن بر اساس روش های استاندارد تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵) (جدول ۱).

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

مقدار	خصوصیت
لومی رسی	کلاس بافت خاک



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۱۰/۸
۵۵/۱
۲/۱۲
۰۰/۸
۰۰/۱۷۳
۰۰/۱۷
۳۸/۴
۶۶/۵
۳۳/۳
۶۹/۲
۷۵/۰

اسیدیته خاک
قابلیت هدایت الکتریکی (dSm^{-1})
ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol.kg^{-1})
کربنات کلسیم معادل (درصد)
پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)
فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)
مس (میلی گرم بر کیلوگرم)
آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)
منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم)
روی (میلی گرم بر کیلوگرم)
کادمیوم (میلی گرم بر کیلوگرم)

واحدهای آزمایش شامل گلدان‌های سه کیلوگرمی بود. تعداد پانزده بذر در هر گلدان کشت شد که پس از ده روز به تعداد ۱۰ گیاهچه در هر گلدان کاهش یافت. شرایط دمایی گلخانه بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس حفظ شد. آبیاری گلدان‌ها به مدت ۳۰ روز با آب مقطر به روش وزنی صورت گرفت. نمونه برداری ۳۰ روز پس از کشت بذر صورت گرفت که مطابق با مقیاس زادوکس (decimal code) ۳۱،۳۲،۳۳،۳۴ تقریباً هم‌زمان با مرحله به ساقه رفتن گندم بود (Zadoks et al., ۱۹۷۴). مقدار عناصر کادمیوم، آهن، روی، منگنز و مس در اندام هوایی و ریشه با استفاده از دستگاه جذب اتمی (شیمادزو AA-۶۸۰۰) اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). همچنین اقدام به اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a و b (Arnon, ۱۹۴۹) و سطح برگ (leaf area-meter model LI-۳۰۰۰)، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و محتوی نسبی آب (Barr, H.D. and Weatherley, ۱۹۶۲) شد.

جهت انتخاب نمونه مناسب برای تعیین مقدار پروتئین، از هر واحد آزمایشی، یک بوته انتخاب شد که وضعیتی مشابه از لحاظ میزان رشد و موقعیت آن در اکثر گلدان‌ها داشت. سپس برگ دوم و سوم از بالا که رشد رویشی کافی داشت، برداشت شد و بلافاصله در نیتروژن مایع منجمد شد. نمونه‌ها بلافاصله به فریزر با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین، ۵/۰ گرم از نمونه‌های منجمد شده در یک هاون ریخته شد و سپس دو میلی‌لیتر بافر فسفات (بافر استخراج) ۱۰۰ میلی‌مولار (با اسیدیته ۸/۷) که محتوی ۱/۰ EDTA میلی‌مولار و پلی‌وینیل پیرولیدون (PVPP) یک درصد بود، اضافه شد و در ادامه با استفاده از نیتروژن مایع محتویات هاون ساییده شد تا یک مخلوط همگن تهیه شود. محتویات هاون به یک فالکون ۱۵ سی‌سی منتقل شد و توسط دستگاه سانتریفیوژ برای مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۲ هزار دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد (Cho and Seo, ۲۰۰۵). استخراج همه نمونه‌ها در مدت کوتاهی انجام و همواره از بافر تازه استفاده شد. پس از سانتریفیوژ نمودن نمونه‌ها، مایع رویی داخل فالکون‌های ۱۵ سی‌سی در پنج تیوب اپندورف ۵/۱ سی‌سی تقسیم شد و بلافاصله به تانکر نیتروژن مایع منتقل گردید. برای اندازه‌گیری پروتئین نمونه‌ها در عصاره‌های استخراج شده، مقدار ۵ میکرولیتر از پروتئین استخراج شده به ۲۹۵ میکرولیتر محلول برادفورد اضافه شد و پس از به هم زدن کامل، پس از ۱۵ دقیقه میزان جذب مخلوط در طول موج ۵۹۵ نانومتر با استفاده از دستگاه الیزا ریدر (Coastar-UV Plate) قرائت شد. برای تعیین غلظت پروتئین، از سرم گاوی (BSA) به عنوان استاندارد استفاده شد (Bradford, ۱۹۷۶).

به منظور مدل‌سازی، در گام اول، ضرایب همبستگی بین ۱۹ پارامتر اندازه‌گیری شده (شامل غلظت عناصر کادمیوم، آهن، روی، منگنز و مس در اندام هوایی و ریشه، مقدار کلروفیل a و b، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوی نسبی آب، ارتفاع بوته و سطح برگ) و مقدار پروتئین تعیین شد. سپس با توجه به ضرایب همبستگی از بین ۱۹ پارامتر مورد بررسی، ۱۰ پارامتر شامل مقدار کادمیوم، آهن، مس، منگنز و روی در ریشه و اندام هوایی که بیشترین همبستگی را با مقدار پروتئین داشتند، انتخاب شدند (جدول ۲). پارامترهای ده گانه به عنوان ورودی‌های مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی مقدار پروتئین در نظر گرفته شدند.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین مقدار پروتئین و پارامترهای ده گانه

پروتئین	پارامتر	ضرایب همبستگی
پروتئین	کادمیوم اندام هوایی	۰.۷۸
پروتئین	کادمیوم ریشه	۰.۷۶
پروتئین	مس اندام هوایی	۰.۶۶-
پروتئین	مس ریشه	۰.۶۲-
پروتئین	آهن اندام هوایی	۰.۷۳-
پروتئین	آهن ریشه	۰.۷۱-
پروتئین	منگنز اندام هوایی	۰.۶۴-
پروتئین	منگنز ریشه	۰.۶۳-
پروتئین	روی اندام هوایی	۰.۵۸-
پروتئین	روی ریشه	۰.۶-

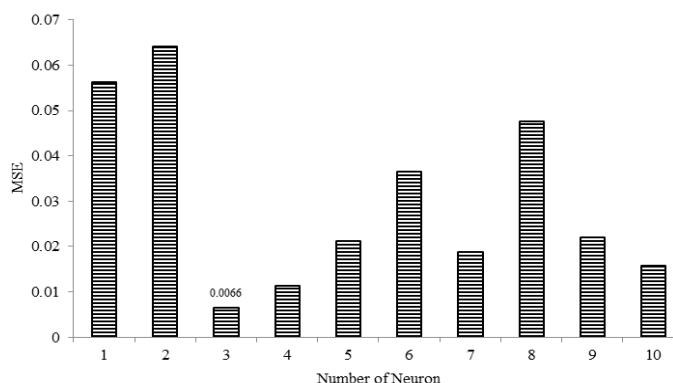
جهت ارزیابی کارایی مدل طراحی شده از شاخص میانگین مربعات خطا استفاده شد. میانگین مربعات خطا شاخصی دقیق و قابل اطمینان جهت واسنجی و آزمودن مدل شبکه عصبی است و به این صورت تعریف می‌شود (Keshavarzi and Sarmadian, ۲۰۱۰):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (Z_p - Z_o)^2 \quad (1)$$

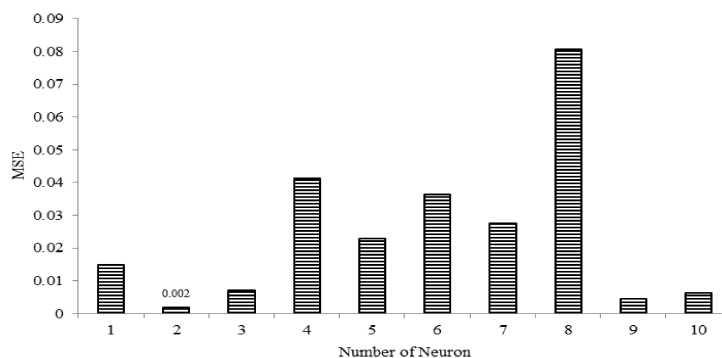
در این معادله Z_o مقدار اندازه‌گیری شده، Z_p مقدار پیش‌بینی شده و n تعداد نمونه‌های آموزشی است. در این تحقیق از الگوریتم لونیگ-مارکوئٹ (LM) به عنوان الگوریتم آموزشی استفاده شد. توابع انتقالی لایه‌های مخفی و خروجی به ترتیب تانژانت سیگموئید و پیورلین انتخاب شدند. جهت تعیین بهترین معماری شبکه عصبی، نوروهای شبکه به تدریج تا ۱۰ نرون در لایه مخفی افزایش یافت و به ازای افزودن هر نرون، شبکه طراحی شده تا ۵ مرتبه اجرا شد و در ادامه اقدام به محاسبه میانگین MSE حاصل از ۵ تکرار هر یک از مدل‌ها شد. کمترین مقدار میانگین MSE به عنوان بهترین معماری شبکه عصبی مصنوعی انتخاب شد. به طور کلی برای هر یک از ارقام آزادی و الوند یک مدل جداگانه طراحی شد. پس از آموزش شبکه و به منظور بررسی کارایی مدل انتخاب شده، اقدام به شبیه‌سازی مدل شبکه عصبی شد، به این صورت که از مجموعه‌ای از داده‌های آزمایشی که در مرحله آموزش شبکه به کار برده نشده بود، به عنوان مجموعه داده‌های ورودی برای بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. در مرحله شبیه‌سازی، یک مدل شبکه عصبی، داده‌های خروجی را با توجه به مقادیر داده‌های ورودی ایجاد می‌کند. در نهایت نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی مصنوعی با نتایج واقعی مقایسه شد.

نتایج و بحث

مدل بهینه شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی مقدار پروتئین برای ارقام آزادی و الوند زمانی به دست آمد که تعداد نرون‌های لایه مخفی به ترتیب ۳ و ۲ عدد بود (شکل‌های ۱ و ۲).

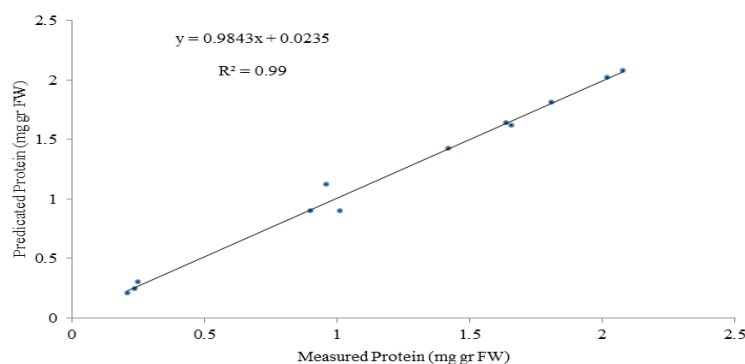


شکل ۱- تغییرات مقدار MSE با تغییر تعداد نرون‌های لایه مخفی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی رقم آزادی

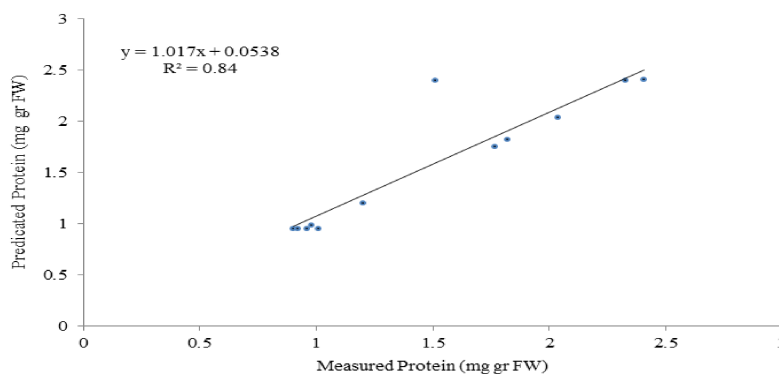


شکل ۲- تغییرات مقدار MSE با تغییر تعداد نرون‌های لایه مخفی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی رقم الوند

در رابطه با رقم آزادی، زمانی که تعداد نورون‌های لایه مخفی به ۳ نورون افزایش یافت، مقدار MSE کاهش قابل توجهی نشان داد. به منظور اطمینان از این مسئله که مقدار ملاحظه شده MSE یک مینیموم محلی نیست، تعداد نورون‌های لایه مخفی تا ۱۰ نورون افزایش یافت. هر چند زمانی که تعداد نورون‌های لایه مخفی ۴ و ۱۰ نورون بود، مقدار MSE کاهش یافته بود اما در مقایسه با زمانی که ۳ نورون در لایه مخفی وجود داشت، تعداد نورون‌های ۴ و ۱۰ در لایه مخفی نشان دهنده مینیمم‌های محلی بودند، بنابراین مقدار MSE مدل شبکه عصبی مصنوعی با ۳ نورون در لایه مخفی نشان دهنده یک مینیمم مطلق بود. بنابراین مدل شبکه عصبی با ۳ نورون در لایه مخفی به عنوان مدل بهینه برای پیش‌بینی مقدار پروتئین اندام هوایی در رقم آزادی معرفی شد (شکل ۱). بر اساس استدلالی مشابه، مدل بهینه برای پیش‌بینی مقدار پروتئین اندام هوایی رقم الوند زمانی که دست آمد که ۲ نورون در لایه مخفی شبکه عصبی مصنوعی وجود داشت (شکل ۲). شکل‌های ۳ و ۴ به ترتیب نتایج حاصل از مدل‌های بهینه شبکه عصبی مصنوعی را در پیش‌بینی مقدار پروتئین برای ارقام آزادی و الوند نشان می‌دهد.



شکل ۳- نمودار پراکندگی مقدار اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده پروتئین اندام هوایی در رقم آزادی



شکل ۴- نمودار پراکندگی مقدار اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده پروتئین اندام هوایی در رقم الوند

نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل بهینه مربوط به رقم آزادی در شکل ۳ نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد زمانی که از پارامترهای ده‌گانه منتخب به عنوان بردارهای ورودی برای مدل شبکه عصبی مصنوعی بهینه در مرحله آموزش مدل استفاده شود، این مدل کارایی بسیار بالایی ($R^2=0.99$) در مرحله شبیه‌سازی جهت پیش‌بینی مقدار پروتئین اندام هوایی رقم آزادی داشت (شکل ۳). هر چند مقدار MSE مدل بهینه رقم الوند در مرحله آموزش کمتر از مقدار MSE رقم آزادی بود (به عبارت دیگر در مرحله آموزش شبکه عصبی مصنوعی، دقت مدل بهینه الوند بیش از مدل بهینه آزادی بود)، اما در مرحله شبیه‌سازی مدل‌ها، کارایی مدل بهینه رقم آزادی به طرز قابل ملاحظه‌ای بیش از رقم الوند بود. نورون‌ها واحدهای اصلی پردازش مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی هستند، بنابراین به نظر می‌رسد تعداد نورون‌های لایه مخفی یک مدل بهینه شبکه عصبی در مرحله آموزش شبکه با مقدار MSE آن مدل، عاملی تعیین‌کننده در میزان کارایی مدل بهینه شبکه عصبی مصنوعی در مرحله شبیه‌سازی است. کارایی مدل بهینه مربوط



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

به رقم الوند در مقایسه با رقم آزادی به منظور پیش‌بینی مقدار پروتئین کمتر بود ($R^2=0.84$). شیب نمودار پراکندگی و دامنه تغییرات پروتئین در رقم الوند بیش از رقم آزادی بود (شکل ۴ در مقایسه با شکل ۳)، به عبارت دیگر در رقم الوند علاوه بر این که تغییرات مقدار پروتئین شدیدتر اتفاق افتاده است، این تغییرات در دامنه وسیع‌تری نیز در مقایسه با رقم آزادی اتفاق افتاده است. می‌توان از این مسئله استدلال کرد که کارایی سیستم آنتی‌اکسیدان در رقم الوند بیش از رقم آزادی است، هر چند اثبات این موضوع نیاز به بررسی آن دارد.

منابع

- امامی، ع؛ (۱۳۷۵). روش‌های تجزیه گیاه. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۹۸۲، جلد اول.
- Arnon DI. ۱۹۴۹. copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in beta vulgaris. *Plant physiology* ۲۴: ۱-۱۵.
- Barr, H.D. and Weatherley, P.E. (۱۹۶۲). A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* ۱۵:۴۱۳-۴۲۸.
- Bradford, M.M., ۱۹۷۶. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of proteindye binding. *Anal. Biochem.* ۷۲, ۲۴۸-۵۴.
- Cho, U.H., Seo, N.H., ۲۰۰۵ Oxidative stress in Arabidopsis thaliana exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation. *Plant Sci.* ۱۶۸, ۱۱۳-۱۲۰.
- Jalali, M and Khanlari, Z. V. (۲۰۰۸). Cadmium Availability in Calcareous Soils of Agricultural Lands in Hamadan, Western Iran. *Soil and Sediment Contamination*, ۱۷: ۲۵۶-۲۶۸.
- Wang-da, C. Hai-gen, Y. Hong-mei, Z. Xian-guo, T. (۲۰۰۹). Influences of Cadmium on Grain Mineral Nutrient Contents of Two Rice Genotypes Differing in Grain Cadmium Accumulation. *Rice Science*, ۱۶(۲): ۱۵۱-۱۵۶.
- Kawasaki, S. and Borchert, C. ۲۰۰۱. Gene expression profiles during the initial phase of salt stress in Rice. *The Plant Cell* ۱۳: ۸۸۹-۹۰۵.
- Keshavarzi A. and F. Sarmadian. (۲۰۱۰). Comparison of Artificial Neural Network and Multivariate Regression Methods in Prediction of Soil Cation Exchange Capacity. *International Journal of Environmental and Earth Sciences* ۱:۱.
- Buszewski, B. Kowalkowski, T. (۲۰۰۶). A new model of heavy metal transport in the soil using non-linear artificial neural networks. *Environ. Eng. Sci.* ۲۳(۴): ۵۸۹-۵۹۵.
- Zadoks, J.C. Chang, T.T. Konzak, C.F. "A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals", *Weed Research* ۱۹۷۴ ۱۴:۴۱۵-۴۲۱.

Abstract

The aim of this experiment was to evaluate the possibility of using neural network model to predict content protein in shoot of two cultivars wheat under cadmium stress. The treatments consisted of four levels of Cd (۰ (as control, Cd_۰), ۲۵ (Cd_{۲۵}), ۵۰ (Cd_{۵۰}) and ۱۰۰ (Cd_{۱۰۰}) mg Cd/kg soil) and two wheat cultivars (Azadi and Alvand), respectively. ۱۰ parameters of ۱۹ investigated parameters (including amount of cadmium, iron, copper, manganese and zinc in roots and shoots that showed the highest correlation with amount of protein of shoot) selected as inputs to the neural network model. Results showed that optimum models for predicting amount of protein in shoot of studied cultivars was obtained when the numbers of hidden layer neurons were ۳ (Azadi) and ۲ (Alvand) respectively. Optimized neural network model had very high efficiency to predicate the amount of protein in shoot of Azadi ($R^2 = 0.99$) and Alvand ($R^2 = 0.84$) respectively.



اثر ورمی کمپوست و پومیس بر درصد پایداری خاکدانه‌ها در سه خاک لوم‌شنی، لوم‌رسی و لوم‌سیلتی

زهرا دلفروز^۱، محمدرضا نیشابوری^۲، داود زارع‌حقی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۳- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

با توجه به اهمیت شاخص‌های پایداری ساختمان خاک، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و پومیس بر %WAS در سه خاک با بافت لوم‌شنی، لوم‌رسی و لوم‌سیلتی انجام شد. آزمایش در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. نمونه‌های دست‌خورده تهیه‌شده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری این خاک‌ها به مدت ۴ ماه در محدوده بین FC تا FC۵/۰ و دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد با ورمی کمپوست و پومیس معادل صفر، ۳ و ۶ درصد وزنی مخلوط و انکوبه شدند. مطابق نتایج ۶٪ ورمی کمپوست در هر سه خاک باعث بیش‌ترین افزایش %WAS نسبت به خاک شاهد شد. پومیس نیز در خاک لوم‌شنی باعث افزایش معنی‌دار %WAS نسبت به خاک شاهد شد. درحالی‌که در خاک لوم‌سیلتی سبب کاهش معنی‌دار %WAS گردید.

واژه‌های کلیدی: اصلاح‌کننده خاک، پایداری ساختمان خاک، پومیس، ورمی کمپوست.

مقدمه

ساختمان خاک عبارت از طرز قرارگرفتن ذرات خاک و منافذ میان آن‌ها در کنار یکدیگر است که بر اساس اندازه و آرایش واحدهای ساختمانی (خاکدانه‌ها) و منافذ خاک تعریف می‌شود (دکستر، ۱۹۸۸). ساختمان خاک در جوانه زنی و رشد گیاهان، انتقال آب و آلاینده‌ها از نواحی غیر اشباع خاک به لایه‌های زیرین اراضی کشاورزی و نیز سفره آب زیرزمینی، اهمیت زیادی دارد. پایداری ساختمان خاک به توانایی خاک در نگهداری آرایش ذرات و منافذ در کنار یکدیگر در هنگام مواجهه با تنش‌های متفاوت مربوط می‌شود (حق‌نیا و کوچکی، ۱۳۷۶). میزان مواد آلی خاک، زهکشی، آبیاری و کیفیت آب آبیاری از جمله عوامل مهم در استحکام و پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه در تثبیت ساختمان خاک هستند (الوکو، ۱۹۹۹). کمی کردن ساختمان خاک یکی از مسائل چالش برانگیز بوده و چندین شاخص کمی برای تشریح کامل توزیع اندازه خاکدانه‌ها پیشنهاد شده است (پرفکت و کی؛ ۱۹۹۱) که پایداری خاکدانه‌های ۱-۲ میلی‌متر هوا خشک در آب (%WAS) یکی از آن‌هاست. مبتکر این روش یودر در سال ۱۹۳۶ می‌باشد. عامل تخریب در این روش، خیس شدن و جابجایی خاکدانه‌ها در آب است.

ماده آلی یکی از مولفه‌های بسیار مهم زیست‌بوم‌های کشاورزی به شمار می‌رود. ورمی کمپوست کود آلی بیولوژیکی است که با داشتن یک تنوع زیستی و میکروبی وسیع و فعال، نسبت به کمپوست‌های تولیدشده در فرایند حرارتی، به عنوان اصلاح‌کننده‌ی آلی مهم خاک محسوب می‌گردد (ارانکون و همکاران، ۲۰۰۴). اصغری و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند مصرف ۵ گرم بر کیلوگرم ورمی کمپوست، مقدار WAS را از ۵۶/۱۰ و ۵۳/۱۱ درصد در زمان ۷ روز به ۹۱/۲۳ درصد در زمان ۱۸۰ روز افزایش داد. پومیس یک اصلاح‌گر معدنی خاک است که اخیراً در کشاورزی به طور وسیع برای بهبود نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک (سahین و آناپالی، ۲۰۰۶) و کاهش اثرات منفی سله، ترک خوردگی، غرقاب، تورم و چروکیدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد (سahین و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی منابع نشان می‌دهد که علی‌رغم اثرات مثبت متعدد بر خصوصیات خاک، اثر آن به طور مستقیم بر پایداری خاکدانه‌ها از جمله %WAS بررسی نشده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر مطالعه اثر ورمی کمپوست و پومیس با سطوح مختلف مصرف بر روی %WAS در سه خاک لوم‌سیلتی، لوم‌رسی و لوم‌شنی پس از ۱۲۰ روز انکوباسیون می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش سه خاک با کلاس بافتی لوم‌شنی، لوم‌سیلتی و لوم‌رسی از اراضی شهرستان خواجه واقع در استان آذربایجان شرقی انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد. خاک‌های انتخاب شده از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی نظیر ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها در وضعیت نامناسبی بودند. کلوخه‌های درشت، سختی بالا، تشکیل سله ضخیم، شکاف‌ها و ترک‌های عریض و عمیق از دیگر مشکلات این خاک‌ها می‌باشند.

نمونه‌های دست‌خورده از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری تهیه و هوا خشک گردیده و جهت انکوباسیون با ورمی کمپوست و پومیس از الگ ۷۶/۴ میلی‌متری عبور داده شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد استفاده مطابق روش‌های مرسوم توصیه شده (کلو، ۱۹۸۶؛ پیچ، ۱۹۸۵) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). اصلاح‌کننده‌های ورمی کمپوست و پومیس

^{TV} - Water aggregate stability



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

پس از عبور از الک ۲ میلی متری، معادل صفر، ۳ و ۶ درصد وزنی با مقدار خاک لازم مخلوط و به طور یکنواخت در تشت‌های پلاستیکی به قطر ۳۶ و ارتفاع ۱۲ سانتی متر با جرم مخصوص ظاهری برابر $1/55 \text{ g/cm}^3$ پر شده و در محدوده بین FC و $FC/50$ و دمای 20 C تا 25 C به مدت ۴ ماه انکوبه گردید. در پایان مدت انکوباسیون از خاک داخل تشت‌ها نمونه‌های دست‌خورده تهیه شد. جهت تعیین %WAS مقدار ۲۵ گرم از خاکدانه‌های هواخشک ۱-۲ میلی متری در داخل دسیکاتور با استفاده از محلول $0/10$ مولار کربنات کلسیم به صورت تدریجی اشباع و به درون یک غربال $25/0$ میلی متری با قطر دهانه ۶ سانتی متر منتقل شد. غربال روی دستگای قرار گرفت که آن را در داخل آب بالا و پایین نماید. مدت غربال کردن خاکدانه‌ها در آب پنج دقیقه، ارتفاع نوسان یک سانتی متر، و شدت نوسان آن ۳۰ بار در دقیقه انتخاب شد. برای اندازه‌گیری وزن ذرات بزرگتر از $25/0$ میلی متر در مواد به جا مانده، آن مواد در یک بشر ریخته شده و 20 میلی لیتر محلول هگزامتاسفات ۵ گرم در لیتر به آن اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه با همزن دستی به هم زده شد. این عمل ۵ مرتبه در فواصل زمانی ۵ دقیقه تکرار شد. سپس محتوای بشر در داخل غربال $25/0$ میلی لیتر ریخته شده و با فشار شیر آب ذرات شن کوچکتر از $25/0$ میلی لیتر از غربال خارج شد. وزن مواد به جای مانده بر روی غربال (شن درشت‌تر از $25/0$ میلی لیتر) با خشک کردن و توزین مجدد به دست آمد. در محاسبه درصد پایداری، وزن شن از وزن مواد به جای مانده روی غربال در اولین مرحله آزمایش کم شد. در نهایت درصد پایداری خاکدانه از رابطه ۱ محاسبه گردید (کمپر و روسنا، ۱۹۸۶).

$$\%WAS = \frac{R - S}{T - S} \times 100 \quad (1)$$

در این فرمول R جرم آون خشک مواد به جای مانده روی غربال $25/0$ میلی متری در اولین مرحله آزمایش، S جرم آون خشک ذرات شن درشت‌تر یا مساوی $25/0$ میلی متر در مرحله دوم آزمایش و T جرم خشک نمونه خاکدانه انتخاب شده برای آزمایش می‌باشد.

پژوهش در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه نوع خاک و فاکتور دوم شامل پنج سطح اصلاح‌کننده (نوع و مقدار) بودند. مقایسه‌های میانگین با آزمون دانکن چند دامنه در سطح احتمال ۵٪ انجام پذیرفت. برای تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SPSS و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

هر سه خاک مورد مطالعه دارای مقادیر نسبتاً یکسان و بالایی (جدول ۱) کربنات کلسیم بوده و بنابراین جزء خاک‌های آهکی طبقه‌بندی می‌شوند (پیچ، ۱۹۸۵). این خاک‌ها با توجه به میزان اندک کربن آلی از خاکدانه‌های ضعیفی برخوردار بوده به‌طوریکه مقدار پارامترهای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) و WAS آن‌ها بسیار پایین است. با توجه به میزان بسیار کم %OC در خاک لومرسی در مقایسه با دو خاک دیگر کمترین مقدار WAS به این خاک اختصاص یافت.

جدول ۱: برخی از خصوصیات خاک‌ها و اصلاح‌کننده‌های مورد مطالعه.

WAS%	*GMD(mm)	*MWD(mm)	CCE %	OC%	pH _{1:2.5}	درصد شن	درصد سیلت	درصد رسی	خاک و اصلاح کننده
۱/۷	۲۲/۰	۳۰/۰	۱۳	۱۸/۰	۹۶/۶	۶۸/۳۲	۹۷/۳۶	۳۵/۳۰	لوم رسی
۰۵/۲۳	۲۴/۰	۳۲/۰	۱/۱۴	۳۰/۰	۷۱/۷	۹۲/۶۱	۱۹/۱۸	۸۸/۱۹	لوم شنی
۵۰/۳۳	۲۳/۰	۲۹/۰	۳/۱۳	۵۴/۰	۴/۷	۴۶/۱۸	۶۳/۵۴	۹/۲۶	لوم سیلنتی
				۱۳۸/۰	۲۵/۹				پومیس
				۸۶/۲۴	۴/۸				ورمی کمپوست

*MWD و GMD به روش الک تر اندازه‌گیری شده‌اند.

مطابق جدول ۲ که تجزیه واریانس مقادیر %WAS برای تیمارهای مختلف در سه خاک مورد مطالعه را نشان می‌دهد، اثرات اصلی بافت خاک، اصلاح‌کننده و اثر متقابل آن‌ها بر %WAS هر کدام در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک در اصلاح‌کننده بر %WAS در شکل ۱ نشان داده شده است. در خاک لومرسی تنها تیمار ۶٪ ورمی کمپوست سبب افزایش معنی دار WAS نسبت به تیمار شاهد گردید. هر چند این افزایش نسبت به سایر تیمارها (به جز ۳٪ پومیس) غیر معنی دار است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در خاک لوم شنی تمامی تیمارها باعث افزایش معنی دار WAS نسبت به تیمار شاهد شده اند. بیشترین افزایش مربوط به تیمار ۶% ورمی کمپوست است. این تیمار با سایر تیمارها نیز در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار دارد. تیمارهای ۳% ورمی کمپوست، ۳% پومیس و ۶% پومیس به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در خاک لوم سیلتی نیز تنها تیمار ۶% ورمی کمپوست WAS را نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها افزایش معنی دار داد. بقیه تیمارهای باعث کاهش مقدار WAS نسبت به تیمار شاهد شده اند که این کاهش برای تیمار ۳% ورمی کمپوست غیرمعنی دار و برای تیمارهای ۳% پومیس و ۶% پومیس در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است.

جدول ۲: خلاصه تجزیه واریانس اثر فاکتورهای بافت خاک و سطوح اصلاح کننده بر WAS%

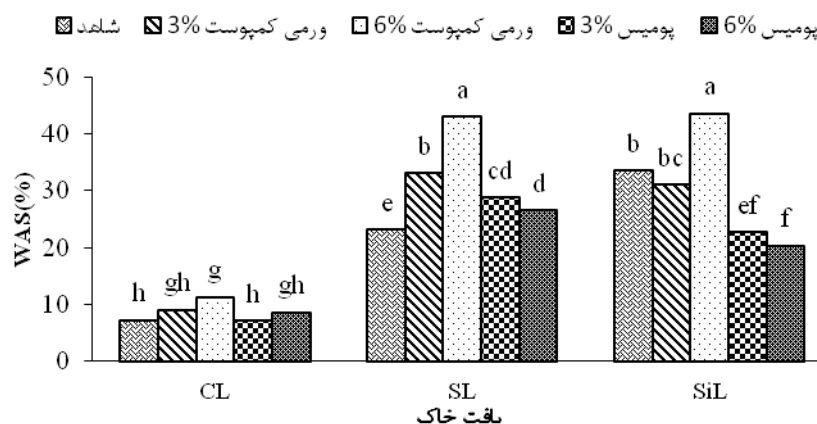
میانگین مربعات WAS%	درجه آزادی	منابع تغییر
۵۷۶/۲۳۹۹**	۲	خاک
۰۷۷/۲۹۰**	۴	اصلاح کننده
۸۲۸/۷۵**	۸	بافت خاک * اصلاح کننده
۳۳۴/۱	۳۰	خطای آزمایش
۶۵/۵۲		ضریب تغییرات

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد. ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد. NS غیر معنی دار

گزارش‌های متناقض زیادی از چگونگی اثرگذاری تیمارهای مختلف بر WAS% وجود دارد. هرنارد و همکاران (۱۹۸۹) نشان دادند افزودن مقادیر ۳۰ ton/ha و ۶۰ کمپوست ضایعات شهری به یک خاک لومی سبب افزایش پایداری خاکدانه‌های ۱-۲ میلی متری پس از ۹۰ روز شد که این افزایش تنها در سطح دوم معنی دار بود. پاگلیا و همکاران (۱۹۸۱) نشان دادند مقادیر ۱۵۰ ton/ha کود دامی، لجن فاضلاب و ورمی کمپوست در یک خاک لوم شنی طی دو سال مصرف متوالی، پایداری خاکدانه‌ها را نسبت به شاهد به طور معنی دار افزایش داد. اما این افزایش در مورد تیمارهای ۵۰ ton/ha اصلاح کننده‌های مورد استفاده معنی دار نبود. لیندزی و لوگان (به نقل از اصغری، ۱۳۸۷) افزایش WAS% را در یک خاک لوم سیلتی ۴ سال پس از بکارگیری ۳۰۰ ton/ha لجن فاضلاب گزارش کردند. مطابق یافته‌های اصغری و همکاران (۱۳۸۹) در یک خاک لوم شنی تیمار ۵/۲ g/kg ورمی کمپوست به دلیل درشت بافت بودن خاک مورد مطالعه و نیز مقادیر مصرف کم ورمی کمپوست نتوانست اثر معنی داری بر WAS% در طی زمان‌های انکوباسیون بگذارد. به طور کلی مواد آلی به علت خاصیت کلوییدی و باردار بودن، ذرات ریز خاک را به هم پیوند داده و پایداری را افزایش می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش نیز تاکید بر افزایش WAS% در اثر بکارگیری ورمی کمپوست دارد.

بر اساس شکل ۱ تیمارهای پومیس روی WAS% در این خاک‌ها اثرات کاملاً متفاوت گذاشته است. به این ترتیب که در خاک لومرسی بی‌تاثیر، در خاک لوم‌شنی باعث افزایش معنی دار و در خاک لوم‌سیلتی باعث کاهش معنی دار WAS% در مقایسه با شاهد شده است. به نظر می‌رسد در مورد اثر پومیس بر پایداری خاکدانه‌ها دو مکانیسم متفاوت موثر باشد. در مورد خاک لوم‌شنی چون مقدار رس آن چنان بالا نیست، احتمال دارد به علت pH بالای پومیس مورد استفاده، H⁺ جهت خنثی کردن OH⁻ اضافه شده به خاک، از لایه دوگانه خارج و کاتیون‌های دوظرفیتی مانند Ca^{۲+} جایگزین آن گردند. به این ترتیب با کاهش ضخامت لایه دوگانه و افزایش انعقاد رس‌ها باعث خاکدانه‌سازی شود. از طرف دیگر چون خاک حاوی مقادیر بالایی از آهک و گچ است، Ca^{۲+} موجود در محیط در طول دوره انکوباسیون با بیکربنات آب آبیاری تشکیل رسوب بی‌کربنات کلسیم داده و به طریق شیمیایی سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها شده است. اما در دو خاک لومرسی و لوم‌سیلتی از آنجا که مقادیر رس تقریباً یکسان است و چون غالب ابعاد پومیس مورد استفاده در این پژوهش در محدوده ۲-۱ میلی‌متر و در اندازه شن می‌باشد، اضافه کردن پومیس به این دو خاک به طریق فیزیکی و با افزایش بخش درشت خاک نسبت به رس (پدیده رقیق سازی) باعث تعدیل اثر رس در افزایش پایداری خاکدانه‌ها گردیده است. هر چند مکانیسم اول در این دو خاک نیز می‌تواند مطرح باشد اما اثر خالص استفاده از پومیس در آن‌ها کاهش WAS% یا تقریباً بی‌اثر بودن آن شده است. به هر صورت از آنجایی که در مورد اثر پومیس به عنوان یک اصلاح کننده روی شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها پژوهش خاصی انجام نشده است، لذا مقایسه نتایج حاصله در این زمینه میسر نشد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۷: مقایسه میانگین اثرات متقابل بافت خاک و اصلاح کننده بر % WAS. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

منابع

- اصغری، ش. ۱۳۸۷. اثر چهار ماده اصلاح کننده آلی بر توزیع اندازه منافذ، پایداری خاکدانه‌ها، ضرایب هیدرولیکی و انتقال بروماید در یک خاک لوم شنی. پایان نامه دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- اصغری، ش.، نیشابوری، م.، ر.، عباسی، ف.، علی اصغرزاده، ن. و اوستان، ش. ۱۳۸۹. تاثیر پلی آکریل آمید، کود دامی، ورمی کمپوست و لجن بیولوژیکی بر پایداری خاکدانه‌ها، مقاومت فروری و آب قابل استفاده در یک خاک لوم شنی. مجله دانش آب و خاک، جلد ۱۵ شماره ۳، صفحه ۲۰ تا ۲۹.
- حق نیا، غ. ح. و کوچکی، ع. ۱۳۷۶. مدیریت پایدار خاک. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- Aluko O.B. ۱۹۹۹. The effect of tillage on the soil crusting. *Soil science*, ۹۳: ۲۵۴-۳۰۱.
- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C and Metzger J.D. ۲۰۰۴. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. *Biores Technology*, ۹۳: ۱۳۹-۱۴۳.
- Dexter A.R., Horn R. and Kemper W.D. ۱۹۸۸. ۲ mechanisms for age-hardening of soil. *Soil Soil Science Society of American Journal*, ۳۹: ۱۶۳-۱۷۵.
- Hernand S., Lobo M.C. and Polo A. ۱۹۸۹. effect of the application of municipal refused compost on the physical and chemical properties of a soil. *The Science of the total Environ*, ۸۱: ۵۸۹-۵۹۶.
- Kemper A. and Rosenau R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and size distribution. Pp ۴۲۵. In: Klute A (Eds.). *Methods of Soil Analysis. Part ۱, Physical and Mineralogical Methods*. ۲nd. ed. Agron. Monogr. ۹. ASA-SSSA, Madison, WI.
- Klute A. ۱۹۸۶. *Methods of Soil Analysis. Par ۱. Physical and Mineralogical Methods*. ۲nd. ed Agron. Monogr. ۹. ASA-SSSA, Madison, WI.
- Page A.L(ed). ۱۹۸۵. *Methods of Soil Analysis. Par ۲. Chemical and Microbiological Methods*. Agronomy No. ۹. American Society of agronomy, Madison, WI.
- Pagliai M., Guidi G., Marca M.L., Giachetti M. and Lucamante G. ۱۹۸۱. Effects of sewage-sludges and composts on soil porosity and aggregation. *J Journal of Environtal Quality* ۱۰: ۵۵۶-۵۶۱.
- Perfect E. and Kay B. D. ۱۹۹۱. Fractal theory applied to soil aggregation. *Soil Soil Science Society of American Journal*, ۵۵ (۶): ۱۵۵۲-۱۵۵۸.
- Sahin U. and Anapali O. ۲۰۰۶. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, ۷۱(۲): ۵۹-۶۴.
- Sahin U. Ors S., Ercisli S., Anapali O. and Esitken A. ۲۰۰۵. Effect of pumice amendment on physical soil properties and strawberry plant growth. *Journal of Central European Agriculture*, ۶(۳): ۳۶۱-۳۶۶.



Abstract

With due attention to the importance of soil structure stability indicators, this study was to investigate the effect of vermicompost and pumice on % WAS in three sandy loam, clay loam and silt loam soils. An experiment was conducted as factorial arrangement based on completely randomized design with 3 replications. Disturbed soil samples were collected from 0-20 cm depth soil layer, mixed with vermicompost and pumice with rates of 0, 3 and 6% by weight. The samples were incubated at 0.5FC- FC moisture content and at temperature of 20-25 C for 4 months. Results indicated that 6% vermicompost treatments caused highest WAS% compared control in all three soils. Pumice, in sandy loam soil, significantly increased %WAS, while in silty loam soil significantly decreased % WAS compared to control.



تعیین حد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد رونا س در شرایط مزرعه‌ای

محمدحسین بناکار^۱، غلامحسین رنجبر^۱، محمدحسن رحیمیان^۲ و ولی سلطانی^۲
۱- عضو هیئت علمی مرکز ملی تحقیقات شوری یزد، ۲- کارشناس تحقیقات مرکز ملی تحقیقات شوری یزد

چکیده

این تحقیق بمنظور ارزیابی تاثیر تنش شوری بر عملکرد ریشه رونا س در مزرعه تحقیقات شوری صدوق طی سه سال اجرا گردید. تیمارها شامل روش‌های مختلف کاشت (بذری و قلمه‌ای) و شوری‌های مختلف آب آبیاری (۱۴، ۱۷، ۲۰ dS/m) بودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اگرچه با افزایش شوری عملکرد ریشه رونا س به تدریج کاهش می‌یابد، لیکن در روش کاشت قلمه‌ای عملکرد ریشه بیشتری نسبت به روش کاشت بذری حاصل می‌گردد. این امر بخصوص در شوری‌های پایین مشهودتر بوده، لیکن در شوری‌های بالا که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین روش‌های مختلف کاشت وجود ندارد، هر یک از دو روش می‌تواند انتخاب گردد. نتایج حاصله همچنین نشان داد که حد آستانه تحمل به شوری رونا س در روش‌های مختلف کاشت تفاوتی نداشته و ۴ dS/m و شیب کاهش عملکرد ۳/۲ درصد می‌باشد و لذا می‌توان آنرا در گروه گیاهان نیمه متحمل گروه بندی کرد. واژه‌های کلیدی: رونا س، تحمل به شوری، عملکرد، آستانه، نیاز آبی

مقدمه

نگاهی به وضعیت شوری منابع آب و خاک کشورمان نشان می‌دهد که این پدیده یکی از مهمترین عوامل تنش‌زا در بخش کشاورزی است. البته راه‌های کنترل و مدیریت درازمدت و کوتاه‌مدت شوری توسط محققان برجسته دنیا نظیر آیزر و وستکات (۱۹۸۵)، رودز، کاندیا و ماشالی (۱۹۹۲)، هانسون و گراتان (۱۹۹۹)، شال‌هوت (۱۹۹۴) و اوستر (۱۹۹۴) ارائه شده است. در این تحقیقات راهکارهایی نظیر بهینه‌سازی آبیاری و افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه، مدیریت و اصلاح شوری خاک، آبیروی مکانی خاک‌های شور برای جلوگیری از ورود بی‌رویه آب به خاک و سپس ماندابی و شورشدن آب زیرزمینی و خاک در مناطق مستعد این امر، انجام اقدامات زهکشی، معرفی ارقام مناسب زراعی از جمله اقداماتی است که در هر منطقه پیشنهاد شده است. رونا س از جمله گیاهانی است که کاشت آن در بسیاری از مناطق شور استان یزد معمول بوده است. بسیاری از کشاورزان از گذشته‌های دور رونا س را بعنوان گیاهی متحمل به شوری شناخته و لذا به کشت و تولید آن مبادرت ورزیده‌اند. شواهدی در دست است که نشان می‌دهد کاشت رونا س در شوری خاک تا ۱۸ dS/m و شوری آب آبیاری تا بیش از ۲۰ dS/m گزارش شده است (صدری و سنائی، ۱۳۷۲). رونا س گیاهی ۲ تا ۳ ساله از خانواده رونا س (Rubiaceae) و از گیاهان مهم دارویی و صنعتی ایران می‌باشد. اگرچه اندام هوایی این گیاه از نظر علوفه‌ای مورد توجه است، لیکن ریشه‌های آن به عنوان مهمترین و اقتصادی‌ترین بخش گیاه شناخته می‌شوند که حاوی رنگدانه طبیعی الیزارین بوده و در صنایع رنگ‌رزی پارچه و الیاف قالی مورد استفاده قرار می‌گیرند (آنجلینی و دیگران، ۱۹۹۷؛ میراب زاده، ۱۳۷۷). با توجه به جایگاه رونا س در صادرات کشور و نیز سازگاری آن با شرایط اقلیمی مختلف، این گیاه برای کاشت در مناطق شور مناسب تلقی می‌شود. لیکن تحقیقات اندکی در رابطه با اثرات شوری آب آبیاری و خاک بر رشد و عملکرد این گیاه انجام شده است. تحقیقات یک‌ساله سپاسخواه و بیروتی (۲۰۰۹) از معدود تحقیقات گلخانه‌ای است که در آن شیب کاهش عملکرد رونا س بزاء هر واحد شوری تعیین و گزارش شده است. تحقیق حاضر با هدف تعیین حد آستانه تحمل به شوری رونا س و شیب کاهش عملکرد در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقات شوری صدوق واقع در شمال یزد بمدت سه سال متوالی انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی بود بطوریکه روشهای مختلف کشت در دو سطح (بذری و قلمه‌ای) و شوری‌های مختلف آب آبیاری در چهار سطح (۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۳ dS/m) با سه تکرار اعمال گردیدند. تیمارهای آبیاری با آب شور پس از سبز شدن یکنواخت بذور و قلمه‌ها بطور تدریجی اعمال و در طول فصل رشد ادامه یافت. در انتهای سال سوم، ریشه‌های رونا س از خاک خارج و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید. با محاسبه متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد طی سه سال (ECe)، شوری آب آبیاری (ECiw) و عملکرد نسبی ریشه رونا س (Yr)، اقدام به بررسی حد آستانه تحمل به شوری رونا س و شیب کاهش عملکرد در دو روش مختلف کاشت (بذری و قلمه‌ای) شد. جدول ۱ معادلات استفاده شده در این پژوهش برای تعیین حد آستانه تحمل به شوری و شیب کاهش عملکرد رونا س را نشان می‌دهد. ارزیابی معادلات مذکور به کمک آماره‌های ضریب همبستگی (r)، خطای میانگین مربعات (RMSE) و خطای استاندارد (SE) صورت گرفت.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۱- معادلات استفاده شده برای تعیین ارتباط بین شوری خاک و عملکرد نسبی رونا

شماره و نام معادله / روش	شکل عمومی معادله	مرجع مورد استناد
(۱) رابطه خطی دارای حد آستانه	$Y_r = 100 - [a(EC_e - b)]$	Maas & Hoffman, (۱۹۷۷)
(۲) رابطه خطی ساده	$Y_r = 100 [a - b(EC_e)]$	Maas & Hoffman, (۱۹۷۷)
(۳) رابطه خطی سه جزئی	$Y_r = 100$; $0 < EC_e < EC_{e-t}$ $Y_r = 100 - b(EC_e - EC_{e-t})$; $EC_{e-t} < EC_e < EC_{e-0}$ $Y_r = 0$; $EC_e > EC_{e-0}$	Van Genuchten & Hoffman (۱۹۸۳)
(۴) روش آماری تصحیح شده ویبول	$Y_r = \exp[a(EC_e)b]$	Steppuhn et al. (۲۰۰۵)
(۵) عامل نمایی دوگانه	$Y_r = 100 * \exp[a(EC_e) - b(EC_e)^2]$	Wang et al. (۲۰۰۲)
(۶) عامل تغییر یافته گومپرتز	$Y_r = 100(1 - \exp[a(\exp(bEC_e))])$	Steppuhn et al. (۲۰۰۵)
(۷) عامل کاهش اصلاح شده (سیگموئیدی)	$Y_r = \frac{100}{1 + \left(\frac{EC_e}{EC_{e-50}}\right)^a}$	Van Genuchten & Hoffman (۱۹۸۳)

در این معادلات Y_r ، EC_e ، EC_{e-50} ، EC_{e-t} ، به ترتیب عملکرد نسبی (%)، متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد (dS/m)، شوری عصاره اشباع خاک با زای ۵۰٪ کاهش عملکرد (dS/m) و a و b ضرایب ثابت هر معادله می باشند.

بدلیل اهمیت کسر آبشویی (LF) در آبیاری با آب شور، در ادامه این پژوهش اقدام به تعیین کسر آبشویی شد. بدین منظور ابتدا ضریب غلظت (X) یا نسبت بین شوری عصاره اشباع خاک (EC_e) و شوری آب آبیاری (EC_{iw}) محاسبه و سپس به کمک رابطه موجود بین این ضریب و کسر آبشویی (شکل ۱)، کسر آبشویی هر یک از تیمارهای آبیاری تعیین شد. (آبرز و وستکات، ۱۹۹۴).
(۸) $X = EC_e / EC_{iw}$

نتایج و بحث

جدول ۲ تاثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد رونا در دو روش کاشت را مورد مقایسه قرار می دهد. همانطوری که مشاهده می شود تفاوت معنی دار آماری بین عملکردهای این دو روش، بررسی جداگانه روابط عملکرد نسبی محصول برای هر روش را توصیه می کند که در این پژوهش صورت گرفته است. همچنین در هر دو روش، افزایش شوری آب آبیاری تا ۷ dS/m موجب کاهش عملکرد به میزان حدود ۱۵٪ می گردد. کمترین عملکرد (۴۳/۱۲ تن در هکتار) نیز از اعمال بالاترین سطح شوری (۱۷ dS/m) حاصل شد.

جدول ۲- میانگین عملکردهای رونا در دو روش کاشت و سطوح مختلف شوری آب آبیاری

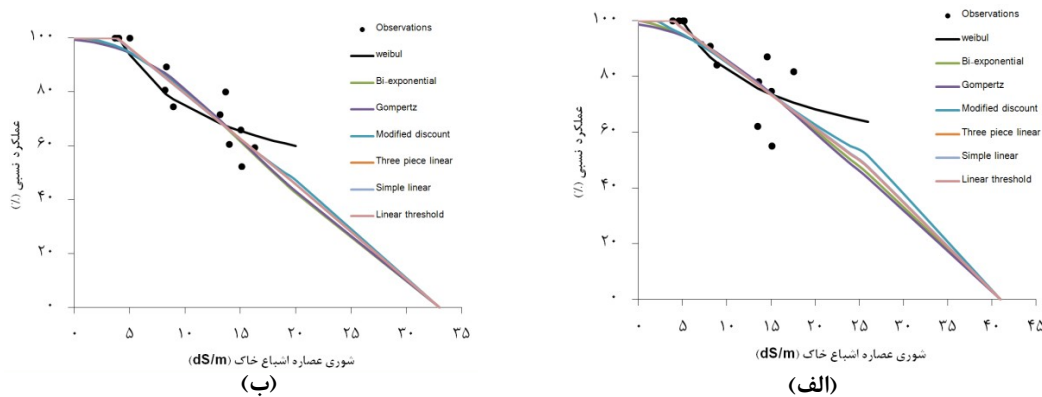
میانگین (ton/ha)	شوری آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)				روش کاشت
	۱۷	۱۴	۷	۵/۲	
A ۰۳/۱۵	۶۳/۱۲	۶۰/۱۳	۹۳/۱۵	۹۳/۱۷	بذری
B ۶۳/۱۶	۲۳/۱۲	۴۳/۱۵	۴۳/۱۷	۴۰/۲۱	قلمه ای
-	D ۴۳/۱۲	C ۵۲/۱۴	B ۶۸/۱۶	A ۶۷/۱۹	میانگین

میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار نیستند.

به منظور بررسی تاثیر درازمدت شوری آب آبیاری بر عملکرد رونا، از متوسط شوری عصاره اشباع خاک سه سال متوالی (EC_e) برای هر یک از تیمارها استفاده و مدل های مختلف تعیین عملکرد نسبی محصول (جدول ۱) بر نقاط مذکور برازش داده شد. در شکل ۲ نتایج این برازش ها برای دو روش کاشت رونا (بذری و قلمه ای) نشان داده شده است. جدول ۳ نشان دهنده ضرایب هر یک از این معادلات در روش های مختلف کاشت رونا (بذری و قلمه ای) است. مقایسه آماره های r ، SE و بهترین روابط موجود بین شوری خاک منطقه ریشه و عملکرد نسبی محصول را مشخص می سازد. شکل ۳ مناسب ترین معادلات برازش شده بر نقاط مشاهداتی شوری خاک و عملکرد نسبی رونا در دو روش کاشت را نشان می دهد. حد آستانه تحمل به شوری رونا معادل $3/90 \text{ dS/m}$ می باشد. با مکان یابی این عدد در نمودار واکنش تغییرات عملکرد

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

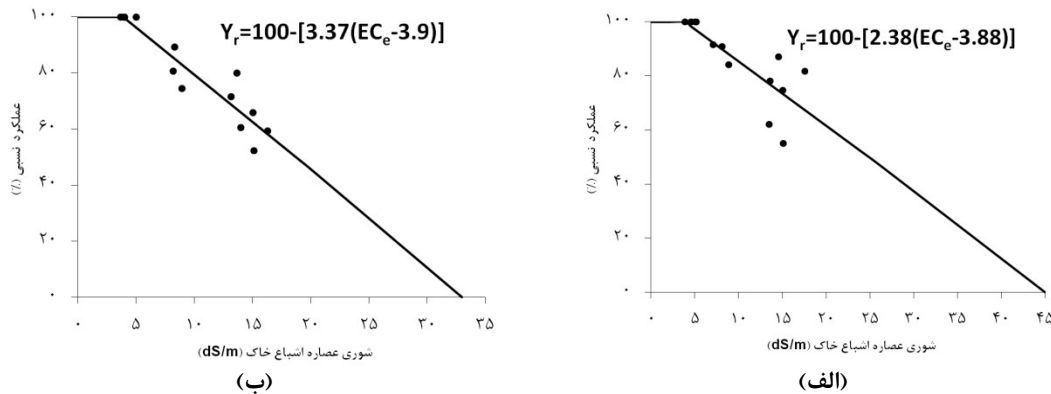
گیاهان به شوری (ماس، ۱۹۹۰)، رونا س را می توان در گروه گیاهان نیمه متحمل طبقه بندی نمود. همچنین برای دو روش کاشت، شیب کاهش عملکرد به ازاء هر واحد شوری به ترتیب برابر با ۳۸/۲ درصد و ۳۷/۳ درصد می باشد.



شکل ۲- ارتباط بین شوری خاک و عملکرد نسبی رونا س در روش کاشت بذری (الف) و قلمه‌ای (ب)

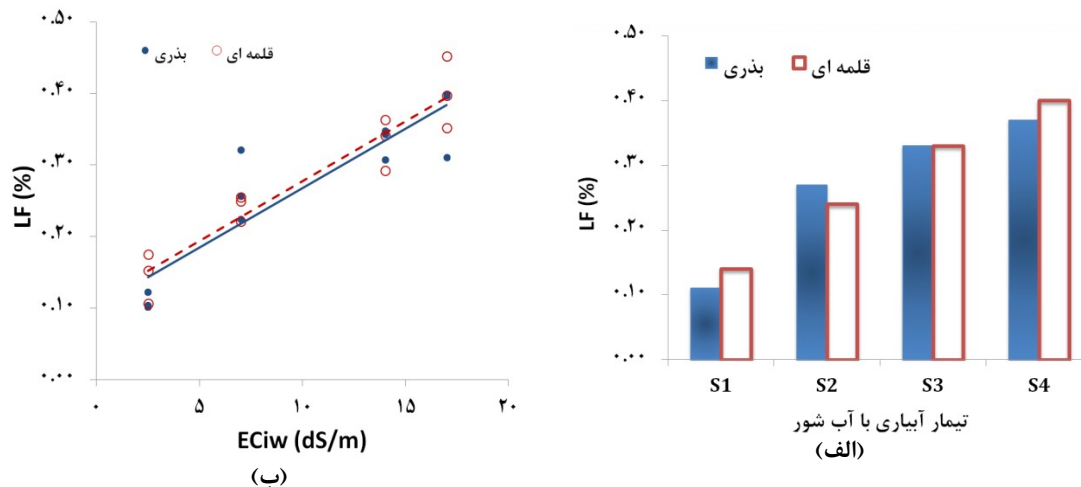
جدول ۳- ضرایب معادلات تعیین عملکرد نسبی رونا س در روش‌های مختلف کاشت و ارزیابی هر یک از آن‌ها به کمک آماره‌های r ، $RMSE$ و SE

روش کاشت قلمه‌ای				روش کاشت بذری				شماره و نام معادله
SE	RMSE	r	ضرایب معادله	SE	RMSE	r	ضرایب معادله	
۳۴/۶	۱/۲	۹۳۵/۰	a=۳.۳۷ b=۳.۹	۷۸/۹	۴/۲	۷۶۶/۰	a=۲.۳۸ b=۳.۸۸	(۱) رابطه خطی دارای حد آستانه
۳۴/۶	۱/۲	۹۳۵/۰	a=۱.۱۲۸ b=۰.۰۳۳۵	۷۸/۹	۴/۲	۷۶۶/۰	a=۱.۰۹۲۷ b=۰.۰۲۳۷	(۲) رابطه خطی ساده
۳۴/۶	۱/۲	۹۳۵/۰	EC _{۰.۱} =۳.۹ b=۳.۳۷	۳۲/۹	۴/۲	۷۶۵/۰	EC _{۰.۱} =۳.۸۸ b=۲.۲۷۸	(۳) رابطه خطی سه جزئی
۲۱/۷	۲/۲	۹۱۵/۰	a=۵.۱۲۳ b=-۰.۰۷۴۹	۲/۹	۳/۲	۷۹۶/۰	a=۵.۰۸۳۸ b=-۰.۰۶۱۹	(۴) روش آماری تصحیح شده ویبول
۰۴/۷	۳/۲	۹۱۶/۰	a=-۰.۰۰۰۷ b=۰.۰۰۰۲۱	۱۸/۱	۶/۲	۷۴۳/۰	a=-۰.۰۰۵۸ b=۰.۰۰۰۹۵۳	(۵) عامل نمایی دوگانه
۱۸/۷	۴/۲	۹۱۲/۰	a=-۴.۹۷ b=-۰.۱۰۸	۳۲/۱	۶/۲	۷۳۴/۰	a=-۴.۳۲۷ b=-۰.۰۷۷۹	(۶) عامل تغییر یافته گومپرتز
۴۲/۶	۳/۲	۹۲۷/۰	EC _{۰.۵} =۱۹.۰۱ a=۲.۱۶	۵/۹	۶/۲	۷۵۵/۰	EC _{۰.۵} =۲۶.۹۴ a=۱.۷۶۴	(۷) عامل کاهش اصلاح شده (سیگموئیدی)



شکل ۳- مناسبترین معادلات برازش شده برای تعیین عملکرد نسبی روناس در روش کاشت بذری (الف) و قلمه‌ای (ب)

همچنین بدلیل اهمیت کسر آبیاری در مدیریت آبیاری با آب شور، بر اساس روش ارائه شده در این پژوهش، کسر آبیاری برای چهار تیمار مختلف محاسبه گردید که در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطوری که ملاحظه می‌گردد، کسر آبیاری محاسباتی در کرت‌های آزمایشی از ۱/۰ تا ۴/۰ متغیر بوده و با افزایش شوری آب آبیاری، افزایش یافته است.



شکل ۴- (الف) کسر آبیاری محاسبه شده در تیمارهای مختلف آب آبیاری و (ب) ارتباط بین شوری آب آبیاری و کسر آبیاری در دو روش مختلف کاشت

بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که روناس گیاهی است نیمه‌متحمل به شوری است که حد آستانه تحمل به شوری آن تقریباً ۴ dS/m و شیب کاهش عملکرد آن به ازاء افزایش هر واحد شوری، ۳/۲ درصد است. همچنین، با فرض کاهش ۱۵ درصدی عملکرد نسبی، توصیه می‌شود که حداکثر شوری آب آبیاری برای این گیاه ۷ dS/m و نیاز آبیاری ۲۵ درصد در نظر گرفته شود. در شوری‌های پایین تر آب آبیاری (کمتر از ۷ dS/m) روش کاشت قلمه‌ای عملکرد بیشتری نسبت به روش کاشت بذری داشته و این نوع کاشت توصیه می‌گردد. معذک، تفاوت قابل توجهی بین روش کاشت بذری و قلمه‌ای در شوری‌های بالاتر وجود نداشته و انتخاب هر یک از آن‌ها به نظر کشاورز وابسته است.

منابع

- طباطبایی، س.ا.ه. کمالی ک. و میکیلی س.م. ۱۳۷۲. گزارش نهایی طرح جامع روناس. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران. پژوهشکده یزد.
- صدری، م.ح. و سنائی ح. ۱۳۷۲. بررسی محدودیت‌های آب و خاک بر روی عملکرد روناس. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران. دفتر یزد. نشریه شماره ۱۳. ۵۶ صفحه.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- میراب زاده، م. ۱۳۷۷. روناس طلای کویر. مجله آب، خاک، ماشین. شماره ۳۷. صفحه ۴۴-۴۳.
- Angelini L.G. Pistelli L. Belloni P. Bertoli A. and Panconeri S. ۱۹۹۷. *Rubia tinctorum* as a source of natural dyes: Agronomic evaluation. Quantitative analysis of alizarin and industrial assays. *Industrial Crops and Products*, ۶: ۳۰۳-۳۱۱.
- Ayers R.S. Westcott D.W. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. *Irrigation and Drainage paper*, No. ۲۹, Rev. ۱, FAO, Rome.
- Hanson B.R. Grattan S.R. ۱۹۹۹. Agricultural salinity and drainage. University of California, Irrigation Program.
- Maas, E.V. ۱۹۹۰. Crop salt tolerance. In: Tanji, K.K. *Agricultural salinity assessment and management*. ASCE Publication. ۶۱۹ PP.
- Maas, E.V. and Hoffman G.L. ۱۹۷۷. Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage*. Div. ASCE. ۱۰۳: ۱۱۵-۱۳۴.
- Oster J.D. ۱۹۹۴. Irrigation with poor quality water. *Agr. Water Manage.*, ۲۵: ۲۷۱-۲۹۷.
- Rhoades J.D. Kandiah A. Mashali A.M. ۱۹۹۲. The use of saline waters for crop production. *Irrigation and Drainage paper*, No. ۴۸, FAO, Rome.
- Sepaskhah, A.R., and Beirouti Z. ۲۰۰۹. Effect of irrigation interval and water salinity on growth of madder (*Rubia tinctorum* L.). *International Journal of Plant Production* ۳ (۳): ۱-۱۶.
- Shalhevet J. ۱۹۹۴. Using water of marginal quality for crop production: major issues. *Agricultural Water Management*, ۲۵: ۲۳۳-۲۶۹.
- Van Genuchten M.Th. ۱۹۸۳. Analysis crop salt tolerance data. United states Department Agriculture. Agriculture Research Service, U. S. Salinity Laboratory, Washington DC. Research Report ۱۲۰, ۴۹ PP.
- Steppuhn H. van Genuchten M.Th. and Grieve C.M. ۲۰۰۵. Crop ecology, management and quality: Root-Zone Salinity: I. Selecting a Product-Yield Index and Response Function for Crop Tolerance. *Crop Science*, ۴۵: ۲۰۹-۲۲۰.
- Steppuhn H. van Genuchten M.Th. and Grieve C.M. ۲۰۰۵. Crop ecology, management and quality: Root-Zone Salinity: II. Indices for Tolerance in Agricultural Crops. *Crop Science*, ۴۵: ۲۲۱-۲۳۲.

Abstract

In order to study the effect of salt stress on yielding of madder (*Rubia tinctorum* L.) roots, a factorial experiment was conducted at Sadooq Salinity Research Farm, Yazd, Iran during three years. Treatments were two planting methods (seeding, root-cutting) and different salinity levels of irrigation water (۲.۵, ۷, ۱۴, ۱۷ dS/m). Results showed that at low salinity levels madders gives higher yield when planted by root-cutting method. However, at high salinity levels there is no difference between the two methods. Results of the experiment also showed that salt tolerance threshold value of madders is about ۴ dS/m and the slope of yield reduction is ۳.۲ percent, classifying it as a moderately salt tolerant crop.



انبوهش زدائی مکانی نقشه‌ی سنتی خاک با استفاده از رگرسیون لجستیک چند کلاسه و درختان طبقه بندی (مطالعه موردی: زیرحوضه آبخیز مرگ در استان کرمانشاه)

شاهرخ فاتحی^۱، جهانگرد محمدی^۲، محمدحسن صالحی^۳، عزیز مومنی^۴، نورایر تومانیان^۵ و اعظم جعفری^۶
۱- دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۳- استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۴- دانشیار موسسه‌ی تحقیقات خاک و آب، ۵- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۶- استادیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

محدودیت اصلی استفاده از نقشه‌های سنتی خاک این است که واحدهای نقشه بر اساس ترکیب کلاس‌های خاک تعریف می‌شوند و معمولاً به دلیل محدودیت مقیاس، کلاس‌های خاک به صورت منفرد نشان داده نمی‌شوند. در نتیجه توزیع کلاس‌های منفرد خاک در واحد نقشه ناشناخته است. بنابراین، راهبرد انبوهش‌زدائی مکانی واحدهای نقشه خاک می‌کوشد تا توزیع مکانی کلاس‌های منفرد خاک را مدل‌سازی نماید. بدین منظور در این پژوهش، انبوهش‌زدائی نقشه کلاس‌های خاک (واحدهای تاکسونومی زیرگروه خاک) با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در زیرحوضه آبخیز مرگ استان کرمانشاه با استفاده از روش آماری رگرسیون لجیستیک چند متغیره و روش داده‌کاوی درختان طبقه بندی الگوریتم C5.0 مورد بررسی قرار گرفت. مدل‌سازی با استفاده از ۲۰۵ نقطه مشاهداتی و متغیرهای کمکی شامل ۲۳ متغیر از مشتقات مدل رقومی ارتفاع، شاخص‌های حاصل از تصاویر لندست تی‌ام مانند شاخص رس، پوشش گیاهی نرمال شده و شاخص اندازه ذرات و متغیرهای کیفی ژئومورفولوژی، سنگ‌شناسی و کاربری اراضی خاک اجرا شد. صحت کلی نقشه‌ی پیش‌بینی زیرگروه‌های خاک با روش رگرسیون لجیستیک و درختان طبقه بندی به ترتیب ۵/۰ و ۴۷٪ محاسبه شد که نشان می‌دهد مدل رگرسیون لجیستیک تا اندازه‌ای توانائی بیشتری برای پیش‌بینی زیرگروه‌های خاک داشته است. همچنین مشخص شد این مدل عملکرد بهتری در انبوهش‌زدائی زیرگروه‌های غالب و فرعی واحدهای نقشه از خود نشان داده است.

کلمات کلیدی: انبوهش‌زدائی، نقشه‌ی سنتی خاک، متغیرهای کمکی، کلاس خاک

مقدمه

معمولاً، نقشه‌های سنتی خاک از چند واحد نقشه تشکیل می‌شوند و هر واحد نقشه خود مرکب از چند کلاس خاک با نسبت کم و بیش ثابتی است که بر حسب تعریف می‌توان اسامی همگن، اجتماع، کمپلکس و... به آن اختصاص داد (فوربز و همکاران، ۱۹۸۸). منظور از کلاس خاک، واحدهای تاکسونومی تشکیل دهنده‌ی ترکیب واحد نقشه است که بر حسب مقیاس می‌تواند رده، زیر رده، گروه بزرگ و... باشد (هنگل و همکاران، ۲۰۰۷). این نوع نقشه‌ها بیشتر به هدف ارزیابی منابع خاک و تعیین اراضی مناسب و نامناسب برای کاربری‌های مختلف تهیه گردیده‌اند. اما در تهیه این نقشه‌ها به توزیع مکانی و تغییرپذیری خاک‌ها در سیمای اراضی توجه نشده است. بنابراین و به دلایل زیر، این نوع نقشه‌ها نمی‌تواند نیاز امروزی کاربران، مدل‌سازان و تصمیم‌گیران به داده‌های دقیق خاک را برطرف نماید. درجه تفصیلی مکانی که می‌توان در نقشه سنتی خاک نمایش داد شدیداً وابسته به مقیاس است. به عنوان مثال در نقشه خاک ۱:۲۴۰۰۰ محدوده‌هایی با حداقل مساحت زمینی ۳/۲ هکتار قابل ترسیم هستند. اما برای نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ نمی‌توان محدوده‌های با کمتر از ۲۵۶ هکتار وسعت ترسیم نمود. بنابراین در این مقیاس نمی‌توان یک الگوی مکانی ریز مقیاس از خاک را نشان داد. اشکال دیگر این است که هرچند در طبیعت مرز قطعی بین کلاس‌های خاک وجود ندارد و تغییرات و توزیع کلاس‌های خاک ناپیوسته است؛ اما واحدهای نقشه با مرز ناگهانی نشان داده می‌شوند. اما محدودیت اصلی نقشه‌های سنتی خاک این است که در آن‌ها واحدهای نقشه بر اساس ترکیب کلاس‌های خاک تعریف می‌شوند و معمولاً واحد نقشه با تنها یک کلاس خاک (Spatial disaggregation) وجود ندارد. در نتیجه توزیع کلاس‌های منفرد خاک در واحد نقشه ناشناخته است. بنابراین انبوهش‌زدائی مکانی واحدهای نقشه خاک، روشی است که توزیع مکانی کلاس‌های منفرد خاک را مدل‌سازی می‌نماید. در فرایند انبوهش (Spatial disaggregation) اطلاعات نقشه‌های کلاس خاک از مقیاس درشت (قدرت تفکیک مکانی درشت) به مقیاس ریز (قدرت تفکیک مکانی ریز) تبدیل می‌شود و برای اجرای آن، روش‌های آماری و داده‌کاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد (مک برتنی، ۱۹۹۸؛ بوی و موران، ۲۰۰۱) در اواخر قرن گذشته برای اولین بار بحث انبوهش‌زدائی نقشه‌های خاک توسط مک برتنی (۱۹۹۸) مطرح گردید و از ابتدای این قرن محققین مختلف بر حسب وجود یا کافی نبودن داده‌های پروفیل خاک و تفصیلی بودن یا نبودن نقشه‌های خاک از روش‌های مختلفی برای انبوهش‌زدائی نقشه‌های کلاس خاک استفاده نموده‌اند. در جائی که نقشه‌های خاک موجود فاقد داده پروفیلی



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

هستند و درصد ترکیب اجزاء واحد نقشه (کلاس های خاک) مشخص نیست از روش طبقه بندی نظارت نشده برای انبوهش زدائی کلاس های خاک استفاده شده است. در این زمینه روش های خوشه بندی مانند میانگین های کا (بوی و موران، ۲۰۰۱) و خوشه بندی میانگین های کا فازی (یانگ و همکاران، ۲۰۱۱) قابل ذکر است. در مورد انبوهش زدائی نقشه های خاک با راهنمای نقشه و جدول درصد ترکیب اجزاء واحد نقشه و کمبود داده پروفیلی، می توان به استفاده از مدل استنباطی خاک-زمین (Soil Land Inference Model) توسط اسمیت و همکاران (۲۰۱۰) برای انبوهش زدائی نقشه های خاک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۲۵۰۰۰ ایالت بریتیش کلمبیا کانادا و روش پیشنهادی اودگرز و همکاران (۲۰۱۴) یعنی انبوهش زدائی و یکنواخت سازی واحدهای نقشه خاک از طریق بازچینی توسط درختان طبقه بندی (Disaggregation and Harmonization of Soil Map Units Through Resampled Classification Trees) و روش درختان تصمیم احتمال (possibilistic decision trees) به کاررفته توسط سابوریالو و همکاران (۲۰۱۳) برای انبوهش زدائی سری های خاک در ایالت اوهایو آمریکا اشاره نمود.

در جایی که نقشه های تفصیلی خاک دارای راهنمای نقشه و جدول درصد ترکیب اجزای واحد نقشه و داده های کافی پروفیلی هستند نیز پژوهش هایی صورت گرفته که مهم ترین آن انبوهش زدائی این نوع نقشه ها با استفاده مدل رگرسیون لاجیستیک چند متغیره (کمپن و همکاران، ۲۰۰۹) و درختان جنگل تصادفی (تم هارینگ و همکاران، ۲۰۱۲) می باشد. این محققین در درون واحدهای نقشه های سنتی خاک اقدام به پیش بینی کلاس های خاک نمودند.

با توجه به اینکه در کشور ما نقشه های با مقیاس بزرگ کم است و بیش از ۷۵ درصد نقشه های خاک کشور دارای مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و کوچکتر هستند (مومنی و همکاران، ۱۳۸۸) و این نقشه ها نیز معایب ذکر شده را نیز دارا هستند و از طرفی بالا بودن هزینه مطالعات خاکشناسی و زمان بر بودن آن امکان سرمایه گذاری برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس را به روش سنتی در کشور پایین آورده است؛ انبوهش زدائی نقشه های خاک قدیمی با استفاده از تکنیک های مدل سازی مورد استفاده در نقشه برداری رقومی خاک گزینه ای است که امکان پیش بینی کلاس های خاک به صورت منفرد و با قدرت تفکیک مکانی ریز را فراهم می آورد. بدین منظور، انبوهش زدائی نقشه سنتی خاک (که زیر گروه های خاک اجزاء واحد نقشه را تشکیل داده اند) با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در حوزه آبخیز مرک استان کرمانشاه با استفاده از روش آماری رگرسیون لاجیستیک چند متغیره و روش داده کاوی درختان طبقه بندی الگوریتم C5.0 (کوینلن، ۲۰۰۴) اجرا گردید.

مواد و روش ها

زیر حوضه ی آبخیز مرک با وسعتی حدود ۲۴۰۰۰ هکتار در بیست کیلومتری جنوب شرقی شهر کرمانشاه و در بین مختصات جغرافیائی ۴۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه تا ۳۴ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. متوسط درجه حرارت سالیانه ی هوا ۲/۱۳ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالیانه ۴/۴۸۱ میلیمتر است. سازندهای زمین شناسی محدوده مطالعاتی عمدتاً از سنگ آهک، دولومیت، مارن، سنگ رس و ماسه سنگ تشکیل شده اند.

در این پژوهش، با استفاده از مدل های رقومی ارتفاع با قدرت تفکیک ۱۰ متر، مشتقات مراتب اول و دوم مدل رقومی ارتفاع شامل ارتفاع، درصد شیب، جهت شیب، انحنای میانگین، انحنای کمینه، انحنای بیشینه، انحنای تانژانت، انحنای نیمرخ و انحنای صفحه ای، جهت جریان، تجمع جریان، تابش مستقیم، مدت پخشیدگی، تابش پخشیده، تابش کل، شاخص قدرت جریان، شاخص رسوب، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، عمق دره و فاصله عمودی تا شبکه آبراهه و شاخص خیزی با استفاده از نرم افزار آرک-جی آی اس نسخه ۱۰، ایلویس نسخه ۸/۳ و ساگان نسخه ۲/۲ تهیه گردید.

با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهواره ای لندست TM، شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)، شاخص رس (Clay index) و شاخص اندازه ذرات (Grain size index) نیز به عنوان متغیرهای کمکی استخراج گردیدند. این سه شاخص دارای اندازه پیکسل ۳۰ متر بودند که با استفاده از دستور بازچینی (Resampling) به نقشه های با اندازه پیکسل ۱۰ متر تبدیل شدند.

نقشه های متغیرهای کیفی ناحیه مورد مطالعه شامل نقشه سنگ شناسی، ژئومورفولوژی و کاربری اراضی، نیز پس از رقومی سازی و تبدیل به نقشه های رستری با اندازه پیکسل ۱۰ متر در فرایند مدل سازی مورد استفاده قرار گرفتند.

نقشه ی خاک منطقه از ۲۱ واحد نقشه اجتماع و یا همگن تشکیل شده است و در کل واحدهای نقشه مرکب از ۷ زیر گروه خاک و یک مولفه ی غیر خاکی رخنمون سنگی می باشند (جدول ۱). داده های خاک مشاهده شده در محدوده مورد مطالعه شامل ۲۰۵ پروفیل و مته است ۱۲۰ پروفیل مربوط به مطالعه گذشته و ۸۵ پروفیل به عنوان داده های جدید با روش ابرمکعب لاتین مشروط نمونه برداری گردید و در مجموع پایگاه داده های کلاس خاک برای مدل سازی را تشکیل دادند. در نهایت ۱۳۵ پروفیل به عنوان داده آموزشی و ۷۰ پروفیل به عنوان داده های اعتبار سنجی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۳- تعداد هر زیر گروه مشاهده شده در مجموع پایگاه داده ها

تعداد هر زیر گروه مشاهده شده در مجموع پایگاه داده ها	اعتبار سنجی	
	آموزشی	زیرگروه
chromic calcixererts	۸	۳
fluventic haploxerepts	۳۱	۱۷
lithic xerorthents	۶	۶
typic calcixerepts	۶۸	۳۱



typic haploxerepts	۱۰	۷
typic xerorthents	۲	۲
vertic calcixerepts	۱۰	۴
جمع	۱۳۵	۷۰

مدل سازی:

انتخاب متغیرهای کمکی و ساخت مدل رگرسیون لاجیستیک، به روش چند مرحله‌ای کمپن و همکاران (۲۰۰۹) انجام گرفت. برای اجرای مدل رگرسیون لاجیستیک چند کلاسه از بسته های نرم افزاری nnet و برای اجرای مدل درختان طبقه بندی توسط الگوریتم C5.0 از بسته نرم افزاری C5.0 در محیط R استفاده شد.

کلاس‌های خاک پیش بینی شده با استفاده از ماتریس درهمی و پارامترهای مستخرج از آن شامل صحت کاربر (Producer's accuracy)، صحت تولید کننده (User's accuracy)، معیار صحت کلی نقشه (Overall accuracy) و صحت درونی (internal accuracy) اعتبار سنجی شدند (بروس و همکاران، ۲۰۱۱). برای تعیین ماتریس درهمی خطا، بسته‌ی نرم افزاری caret به کار رفت.

نتایج و بحث

انتخاب متغیر کمکی بر اساس تجزیه تحلیل تک متغیره و چند متغیره انجام شد و متغیرهای کمکی با رابطه‌ی معنی دار با متغیر وابسته یعنی زیرگروه‌های خاک برای مراحل بعدی مدل سازی انتخاب شدند. متغیرهای کمکی نهائی عبارت بودند از: تابش کل، طول مدت تابش، تحدب، ارتفاع درصد شیب، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، شاخص اندازه ذرات، شاخص رسوب، شاخص خیسی توپوگرافی، عمق دره، فاصله عمودی تا شبکه ابراهه‌ای و متغیرهای کیفی کاربری اراضی و نقشه‌ی ژئومورفولوژی. بالاترین درجه اهمیت نسبی متغیرها در فرایند مدل سازی با هر دو تکنیک مدل رگرسیون لاجیستیک و الگوریتم C5.0 مربوط به شیب، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، نقشه‌ی کاربری اراضی و نقشه ژئومورفولوژی بود. همانطور که در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است صحت کلی نقشه پیش بینی زیرگروه‌های خاک با روش رگرسیون لاجیستیک ۵/۰ به دست آمد و این مقدار برای درختان طبقه بندی ۴۷/۰ محاسبه شد و صحت درونی هر دو مدل نیز بسیار نزدیک به هم یعنی به ترتیب ۷۶/۰ و ۷۷/۰ برآورد گردیده است که نشان می دهد مدل ها توانسته اند رابطه‌ی بین اکثر زیر گروه ها (به جز کرومیک کلسی زرتز) و متغیرهای کمکی به خوبی تشخیص بدهند. نتایج صحت تولید کننده و صحت کاربر نشان می دهد که هر دو مدل توانسته اند در پیش بینی زیرگروه‌های غالب تیپیک کلسی زرتز، فلونتیک هاپلوزرتز و تیپیک هاپلوزرتز قوی عمل کنند اما به طور کلی مدل رگرسیون لاجیستیک چند کلاسه توانسته است در انبوهش زدائی زیرگروه‌های غالب و فرعی واحدهای نقشه (به استثنای زیرگروه تیپیک زراورتنز) بهتر عمل کند. به نظر می رسد یکی از دلایل عدم پیش بینی زیرگروه تیپیک زراورتنز در هر دو مدل تعداد کم مشاهدات آن است. پیش بینی ضعیف زیر گروه‌های کرومیک کلسی زرتز و ورتیک کلسی زرتز توسط مدل رگرسیون لاجیستیک چند کلاسه و عدم پیش بینی آن‌ها توسط الگوریتم C5.0 را می توان ناشی از همبستگی ضعیف این دوزیرگروه با متغیرهای کمکی موجود دانست. لازم به ذکر است نتایج این پژوهش با نتایج جعفری و همکاران (۲۰۱۱)، کمپن و همکاران (۲۰۰۹) و ادھیکاری و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد. تحقیقات صورت گرفته در مورد انبوهش زدائی نقشه‌های خاک به عنوان راهکاری برای کمپلکس زدائی از واحدهای نقشه‌ی خاک بسیار اندک است و لازم است در زمینه‌ی به روز رسانی و انبوهش زدائی نقشه‌های خاک کشور که در طی بیش از ۵۰ سال فعالیت خاکشناسان کشور تهیه شده و میراث ارزشمندی است، کارپژوهشی صورت بگیرد. البته بایستی به این نکته توجه شود که اکثر این نقشه‌ها فاقد جداول ترکیب اجزاء واحد نقشه و اطلاعات آزمایشگاهی مربوط به افق‌های خاک و در همه نقاط مشاهداتی هستند و لازم است که نمونه برداری‌های جدید نیز صورت بگیرد. در این راستا بایستی روش‌های مختلف نمونه برداری هدفمند مانند ابرمکعب لاتین، خوشه بندی فازی و تکنیک‌های داده کاوی مختلف استفاده شود.

جدول ۴- معیارهای ارزیابی نقشه مستخرج از جدول ماتریس درهمی برای مدل رگرسیون لاجیستیک چند کلاسه

نوع داده‌ها	مدل رگرسیون لاجیستیک			داده‌های اعتبار سنجی		
	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت درونی	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کلی
معیار اعتبار سنجی						
chromic calcixererts	۱۴/۰	۱۳/۰	۷۶/۰	۲/۰	۳۳/۰	۵/۰
fluventic haploxerepts	۶۷/۰	۵۲/۰		۵/۰	۲۴/۰	
lithic xerorthents	۱	۱		۳۳/۰	۱۷/۰	
typic calcixerepts	۷۵/۰	۸۷/۰		۶۷/۰	۷۷/۰	
typic haploxerepts	۱	۱		۴/۰	۵۷/۰	
typic xerorthents	۱	۱		.	.	



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

vertic calcixerepts	۵۷/۰	۴/۰	۱۷/۰	۲۵/۰
---------------------	------	-----	------	------

جدول ۵- معیارهای ارزیابی نقشه مستخرج از جدول ماتریس درهمی برای مدل درختان طبقه بندی (الگوریتم C۵.۰)

نوع داده ها	مدل درختان طبقه بندی (الگوریتم C۵.۰)			داده های اعتبار سنجی		
	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت درونی	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کلی
chromic calcixerepts	۱	۶۳/۰	۷۷/۰	۰	۰	۴۷/۰
fluventic haploxerepts	۹۴/۰	۵۲/۰		۴۳/۰	۱۸/۰	
lithic xerorthents	۱	۵/۰		۵/۰	۱۷/۰	
typic calcixerepts	۷۳/۰	۱		۵۳/۰	۸۴/۰	
typic haploxerepts	۷۵/۰	۹/۰		۶/۰	۴۳/۰	
typic xerorthents	۵/۰	۱		۰	۰	
vertic calcixerepts	۱	۱/۰		۰	۰	

منابع

- Adhikari, K., Minasny, B., Greve, M.B., Greve, M.H., ۲۰۱۴. Constructing a soil class map of Denmark based on the FAO legend using digital techniques. *Geoderma*, (۲۱۴-۲۱۵): ۱۰۱-۱۱۳
- Brus D.J., Kempen B., Heuvelink G.B.M., ۲۰۱۱. Sampling for validation of digital soil maps. *European Journal of Soil Science*, ۶۲: ۳۹۴-۴۰۷
- Bui E.N. and Moran, C.J. ۲۰۰۱. Disaggregation of polygons of surficial geology and soil maps using spatial modeling and legacy data. *Geoderma*, ۱۰۳(۱-۲): ۷۹-۹۴
- Forbes T., Rossiter D.G., van Wambeke A., ۱۹۸۲. Map scale and map texture. Guidelines for evaluating the adequacy of soil resource inventories. Soil Management Support Series. Technical Monograph ۴: Soil Conservation Service. USDA, Washington, DC, USA
- H ring T., Dietz E., Osenstetter S., Koschitzki T. and Schroder, B. ۲۰۱۲. Spatial disaggregation of complex soil map units: A decision-tree based approach in Bavarian forest soils. *Geoderma*, (۱۸۵-۱۸۶): ۳۷-۴۷
- Hengl T., Toormanian, N., Reuter H.I., Malakouti M.J., ۲۰۰۷. Methods to interpolate soil categorical variables from profile observations: lessons from Iran. *Geoderma*, ۱۴۰: ۴۱۷-۴۲۷
- Jafari A., Ayoubi, Sh. and Khademi H. ۲۰۱۲. Application of Regression Models for Prediction of Soil Classes in Some Regions of Central Iran (Zarand district, Kerman Province). *Journal of Water and Soil*, ۲۵(۶): ۱۳۵۳-۱۳۶۴. (In Persian with English abstract)
- Kempen B., Brus D.J., Heuvelink G.B.M. and Stoorvogel J.J. ۲۰۰۹. Updating the ۱:۵۰,۰۰۰ Dutch soil map using legacy soil data: a multinomial logistic regression approach. *Geoderma*, ۱۵۱: ۳۱۱-۳۲۶
- Ogders N.P., Sun W., McBratney A.B., Minasny B., Clifford, D., ۲۰۱۴. Disaggregating and harmonising soil map units through resampled classification trees. *Geoderma*, ۲۱۴: ۹۱-۱۰۰
- Quinlan, R. (۲۰۰۴). C۵.۰, www.rulequest.com
- Smith S., Bulmer C., Flager E., Frank G. and Filatow D. ۲۰۱۰. Digital soil mapping at multiple scales in British Columbia, Canada. Program and Abstracts, ۴th Global Workshop on Digital Soil Mapping, ۲۴-۲۶ May ۲۰۱۰, Rome, Italy, p. ۱۷
- Subburayalu S., Jenhan, I., Slater B.K., ۲۰۱۴. Disaggregation of component soil series using possibilistic decision trees from an Ohio County soil survey map. *Geoderma*. ۲۱۳: ۳۳۴-۳۴۵



Yang L., Jiao Y., Fahmy S., Zhu A.-X., Hann S., Burt J.E., Qi F., ۲۰۱۱. Updating Conventional Soil Maps through Digital Soil Mapping. Soil Science Society of America Journal. ۷۵: ۱۰۴۴-۱۰۵۳

Abstract

Main limitation of the conventional soil maps, defining soil map units is based on the composition of the soil classes. Due to limitations of the mapping scale, classes of soil map units are not usually mapped individually. Sequently, the distribution of individual classes of soil map units is unknown. Therefore, the strategy of disaggregation of soil map units is trying to model the spatial distribution of soil individual classes. Therefore, in this research, disaggregation soil map of sub catchment Merek in Kermanshah province with ۲۴۰۰۰ ha Was conducted by multiple logistic regression and classification tree (C5 algorithm). The modeling was supported by ۲۰۵ observation points, as well as ۲۳ relief parameters derived from a digital elevation model, Indices obtained from Landsat TM images included clay index, normalized vegetation index and grain size index and categorical variables such as geomorphology, lithology and land use as covariates. Overall accuracy for both logistic regression and classification tree model estimated ۰.۵ and ۰.۴۷ respectively. The result showed logistic regression has somewhat higher accuracy and efficiency better than CART. This model also indicated a better performance in the disaggregation dominant and subdominant soil subgroups in map units.



تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد بذر و اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*)

لیلی صفایی

مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام شد. آزمایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. کرت های اصلی به ۳ سطح شوری آب آبیاری (۲، ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر) و کرت های فرعی به دو ژنوتیپ رازیانه ۱۱۴۸۶ اروپایی و همدان اختصاص داشت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس، عملکرد آنتول و عملکرد بذر مربوط به شوری ۲ دسی زیمنس بر متر (به ترتیب ۱۹/۶۲، ۶۳/۳۰ و ۱۳/۱۸۷۸ کیلوگرم در هکتار) بود. با افزایش شوری میزان این صفات کاهش یافت. همچنین عملکرد علوفه در شوری ۲ دسی زیمنس بر متر بیشترین مقدار را دارا بود. بیشترین درصد اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد علوفه در ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (به ترتیب ۹۳/۲ درصد، ۳۹/۴۲ کیلوگرم در هکتار و ۷۴/۱۸ تن در هکتار) بدست آمد.

واژه های کلیدی: رازیانه، شوری، عملکرد

مقدمه

در گیاهان داروئی علاوه بر میزان محصول، تولید مواد متابولیکی نیز از اهمیت اقتصادی بسیاری برخوردار می باشد. ساخت این ترکیبات تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرند (Tabatabaie and Nazari, ۲۰۰۲). شوری آب آبیاری یکی از این عوامل می باشد که بر رشد، فیزیولوژی و متابولیسم گیاهان اثر گذار می باشد. همه گیاهان تا حد مشخصی بدون کاهش عملکرد در مقابل اثرات شوری مقاومت می کنند ولی با افزایش سطح شوری، کاهش معنی داری در عملکرد آنها رخ می دهد (Ozturk et al., ۲۰۰۴). رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) از خانواده چتریان (Apiaceae) و از قدیمیترین گیاهان داروئی و ادویه های ایران است که امروزه از آن در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی بهداشتی استفاده میشود (امیدبیگی، ۱۳۷۶؛ Rechinger & Hedge, ۱۹۸۶). این گیاه بومی جنوب اروپا و منطقه مدیترانه می باشد. در ایران در ۱۷ استان کشت می گردد و بذر آن جزء اقلام صادراتی می باشد. رازیانه گیاهی علفی و چند ساله با ریشه ای دوکی شکل، ساقه استوانه ای به رنگ سبز روشن، به ارتفاع ۲۰۰-۱۵۰ سانتی متر، برگها سبز تیره، متناوب و دارای بریدگی با دمبرگ پهن هستند. گلهای کوچک و زرد رنگ رازیانه در انتهای ساقه های اصلی و فرعی و به صورت مجتمع در چتر مرکب قرار می گیرند (امیدبیگی، ۱۳۷۶؛ مظفریان، ۱۳۶۲؛ ۲۰۰۲؛ Shanmugavelu et al., ۲۰۰۲). میوه رازیانه دوکی شکل با دو انتهای باریک و رنگ آن سبز یا قهوه ای روشن است (Anant et al., ۲۰۰۵). امروزه در صنایع داروسازی مواد مؤثره رازیانه برای مداوای سرفه، دل درد، نفخ، سوء هاضمه در کودکان و تحریک تولید شیر در مادران شیرده به کار می رود. نتایج بدست آمده از تحقیقات صفرنژاد و حمیدی (۱۳۸۷) نشان داده است که با افزایش شوری، درصد جوانه زنی، طول ریشه، طول ساقه، شاخص بنیه بذر، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه و مقدار زیست توده در ژنوتیپهای رازیانه به طور معنی داری کاهش می یابد. البته میزان کاهش در ژنوتیپهای مختلف رازیانه متفاوت است.

نتایج بدست آمده از تحقیق صفایی (۱۳۸۴) نشان داد که سطوح مختلف شوری بر درصد و سرعت جوانه زنی بذر رازیانه به شدت اثر گذاشته و با افزایش درصد شوری این دو فاکتور کاهش نشان داده اند. به نحوی که بالاترین میانگین درصد جوانه زنی در تیمار شوری یک دسی زیمنس بر متر و معادل ۹۱ درصد و کمترین آن در تیمار شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر و برابر با یک درصد مشاهده شد. تحقیقات Wahab (۲۰۰۶) نشان داده است که شوری آب آبیاری باعث کاهش رشد رویشی، میزان گلدهی و میوه دهی و نهایتاً عملکرد گیاه رازیانه می گردد.

با توجه به این مسئله که اکثر نقاط ایران با مشکل شوری آب آبیاری مواجه هستند، بررسی تحمل و عکس العمل به شوری این گیاه می تواند منجر به مدیریت بهینه کشت آن در شرایط شوریه های مختلف گردد. لذا این تحقیق به منظور بررسی میزان کاهش عملکرد کمی و کیفی گیاه رازیانه در اثر تیمار شوری به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان واقع در شهر اصفهان انجام شد. آزمایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. کرت های اصلی به ۳ سطح شوری آب آبیاری (۲، ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر) اختصاص داشت. کرت های فرعی شامل ۲ ژنوتیپ رازیانه ۱۱۴۸۶ اروپایی و



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همدان بود. سطوح مختلف شوری آب در محل آزمایش از اختلاط نسبتهای مختلف آب با نمک طعام تهیه شد. روش کشت به صورت کشت مستقیم بذر و در اوایل مهرماه ۱۳۹۲ انجام گردید. بذر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله دو بوته در یک ردیف ۲۰ سانتی متر در کرت هایی به ابعاد ۲*۲ متر مربع کاشته شدند. عملیات آبیاری به روش غرقابی به مقدار ۷۰ لیتر به ازاء هر متر مربع و با احتساب ۲۰ درصد آبیاری (برای سبز شدن سه نوبت، ۳ روز یک بار و پس از سبز شدن ۷ روز یکبار) و وجین علف های هرز بصورت مکانیکی انجام شد. عملیات برداشت پس از رسیدگی کامل بذر و از یک متر مربع هر کرت انجام گرفت و صفات عملکرد بذر و عملکرد علوفه تعیین شد. جهت تهیه اسانس، ۱۰۰ گرم بذر از هر تیمار جدا و پس از پودر شدن، اسانس موجود در آن با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج (British Pharmacopoeia, ۱۹۸۸) و درصد و عملکرد اسانس هر ژنوتیپ مشخص شد. میزان آنتول موجود در اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) واقع در موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور شناسایی گردید. داده های اندازه گیری شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در این تحقیق برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگینها از نرم افزار SAS و جهت بررسی برهمکنشها از برنامه MSTAT-C استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات (جدول ۱) نشان داد که اثر شوری بر عملکرد اسانس، عملکرد آنتول، عملکرد بذر و عملکرد علوفه در سطح یک درصد معنی دار بود. همچنین درصد اسانس، عملکرد آنتول، عملکرد اسانس و عملکرد علوفه تحت تاثیر ژنوتیپ معنی دار شدند. برهمکنش شوری در ژنوتیپ بر عملکرد اسانس، عملکرد آنتول و عملکرد بذر در سطح یک درصد و بر عملکرد علوفه در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر شوری و ژنوتیپ بر عملکرد کمی و کیفی رازیانه

منابع تغییرات	درجات آزادی	درصد اسانس	عملکرد آنتول	عملکرد بذر	عملکرد علوفه	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۰۰۲/۰	۹۵/۱۶	۰۴/۸۴۶۰۷	۸۴/۱۲	۶۰/۱۱
شوری	۲	۰۱۷/۰	۶۲/۹۵۵*	۳۷/۳۱۳۲۸۸۸**	۵۸/۲۳۶**	۳۰/۳۸۴۲**
بلوک* شوری	۴	۱۴/۰	۰۲/۱۲	۲۹/۳۰۳۸۰	۰۴/۸	۲۹/۵۵
ژنوتیپ	۱	۸۸/۷**	۱۸/۲**	۰۷/۹۵۲۹	۵۰/۹۳*	۳۰/۱۳۴۵**
شوری* ژنوتیپ	۲	۲۵/۰	۶۷/۴۵۹**	۳۷/۱۸۱۲۶۸۵**	۸۱/۸۹*	۳۹/۳۲۲۴**
خطا	۶	۱۷/۰	۰۱/۲۰	۷۹/۲۵۶۱۴	۵۱/۱۲	۳۳/۶۷

ns عدم وجود اختلاف معنی دار و **و* به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی دار است.

نتایج مقایسه میانگین اثر شوری روی صفات مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. بیشترین عملکرد اسانس، عملکرد آنتول و عملکرد بذر در شوری ۲ دسی زمینس بر متر (به ترتیب ۱۹/۶۲، ۶۳/۳۰ و ۱۳/۱۸۷۸ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. با افزایش شوری میزان این صفات کاهش یافت. همچنین عملکرد علوفه در شوری ۲ دسی زمینس بر متر بیشترین مقدار را دارا بود ولی تفاوت معنی داری با شوری ۵ دسی زمینس نشان نداد. تحقیقات نشان داده است که سطوح مختلف شوری می تواند اثر خود را در کل گیاه و به صورت مرگ آن نشان دهد و یا باعث کاهش محصول گردد (Parida and Das, ۲۰۰۵). تحقیقات Ewase و همکاران (۲۰۱۳) بر روی گیاه شوید نشان داده است که این گیاه تا شوری ۳۰۰۰ پی پی ام را تحمل می کند ولی در ۴۰۰۰ پی پی ام تمامی پارامترهای رشدی آن کاهش می یابد.

گزارشات حاکی بر کاهش عملکرد بذر در اثر افزایش شوری در گیاهان رازیانه، زیره، انیسون بری و آمی مجوس می باشد (Abd El- ۲۰۰۴, Ashraf et al., ۲۰۰۶, Ashraf and Orooj, ۲۰۰۶, Nabizadeh, ۲۰۰۲, Wahab, ۲۰۰۶). یکی از علل این موضوع می تواند کاهش جذب آب توسط گیاه باشد که به دنبال آن کاهش تغییرات متابولیکی سلولها و کم شدن رشد رخ خواهد داد (Omer et al., ۲۰۱۴). تحقیقات Wahab (۲۰۰۶) نشان داده است که شوری آب آبیاری باعث کاهش رشد رویشی، میزان گلدهی و میوه دهی و نهایتاً عملکرد گیاه رازیانه می گردد. از آنجا که عملکرد اسانس، حاصلضرب درصد اسانس در عملکرد بذر می باشد لذا با کاهش عملکرد بذر، کاهش عملکرد اسانس و به دنبال آن کاهش عملکرد ترکیب آنتول نیز مشاهده خواهد شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر شوری بر روی صفات کمی و کیفی رازیانه

شوری	درصد اسانس	عملکرد آنتول	عملکرد بذر	عملکرد علوفه	عملکرد اسانس
۲ دسی زمینس	a۰۳/۳	a۶۳/۳۰	a۱۳/۱۸۷۸	a۱۸/۲۲	a۱۹/۶۲
۵ دسی زمینس	a۱۱/۳	b۷۹/۱۴	b۶۸/۹۰۲	a۴۷/۱۷	b۲۹/۲۵
۸ دسی زمینس	a۰۱/۳	c۶۹/۵	c۹۲/۴۶۶	b۷۴/۹	b۷۴/۱۳

نتایج مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ روی صفات مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داد که بیشترین درصد اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد علوفه در ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (به ترتیب ۹۳/۲ درصد، ۳۹/۴۲ کیلوگرم در هکتار و ۷۴/۱۸ تن در هکتار) بدست آمد. عملکرد آنتول و عملکرد بذر تحت تاثیر ژنوتیپ قرار نگرفت. تحقیق صفایی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داده است که در شرایط آبیاری با آب



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

معمولی، عملکرد بذر ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ تا ۴ تن در هکتار نیز می رسد که تفاوت معنی داری با ژنوتیپ همدان (۳ تن در هکتار) دارد. همچنین در تحقیق دیگر از صفایی و همکاران (۱۳۹۲) عملکرد اسانس ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ نیز بالاتر ژنوتیپ همدان گزارش شده است. لذا نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که گرچه ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ از نظر عملکرد بذر و اسانس بالاتر از ژنوتیپ همدان بوده است ولی عملاً بیشتر از این ژنوتیپ نیز تحت تاثیر شوری قرار گرفته و کاهش عملکرد شدیدتری نسبت به آن داشته است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر روی صفات کمی و کیفی رازیانه

ژنوتیپ	درصد اسانس	عملکرد آنتول	عملکرد بذر	عملکرد علوفه	عملکرد اسانس
همدانی	b۹۳/۲	a۶۹/۱۶	a۵۷/۱۰۵۹	b۱۸/۱۴	b۰۹/۲۵
۱۱۴۸۶ اروپایی	a۷۱/۳	a۳۹/۱۷	a۵۸/۱۱۰۵	a۷۴/۱۸	a۳۹/۴۲

بر اساس نتایج به دست آمده از بر همکنش شوری و ژنوتیپ، بیشترین درصد اسانس، عملکرد آنتول، عملکرد بذر و اسانس و عملکرد علوفه در تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (به ترتیب ۹/۳ درصد، ۰۶/۴۰ و ۱۳/۲۴۹۴ و ۱۳/۹۷ کیلوگرم در هکتار و ۵۴/۲۸ تن در هکتار) و کمترین مقدار این صفات نیز در شوری ۸ مشاهده شده است (جدول ۴). کاهش عملکرد اسانس و عملکرد بذر در اثر شوری آب آبیاری در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Ashraf and Orooj, ۲۰۰۶, Najafi et al., ۲۰۱۰, Ben Taarit et al., ۲۰۱۰, Said-Al Ahl et al., ۲۰۱۰). در مجموع از نتایج این تحقیق می توان نتیجه گرفت که گیاه رازیانه با افزایش میزان شوری آب آبیاری، کاهش عملکرد را نشان می دهد ولی با وجود کاهش شدید عملکرد تا شوری ۸ را تحمل کرده و می تواند به فعالیهای حیاتی خود ادامه دهد.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ بر عملکرد کمی و کیفی رازیانه

شوری	ژنوتیپ	درصد اسانس	عملکرد آنتول	عملکرد بذر	عملکرد علوفه	عملکرد اسانس
۲	همدان	b۱۵/۲	bc۲۱/۲۱	b۱۱/۱۲۶۲	b۸۱/۱۵	bc۲۵/۲۷
۵	همدان	ab۴۷/۲	b۸۳/۲۲	b۰۶/۱۳۷۲	ab۸۰/۱۸	b۱۳/۳۴
۸	همدان	ab۵۴/۲	cd۰۳/۶	c۵۱/۵۴۴	b۹۴/۷	c۹/۱۳
۲	۱۱۴۸۶	a۹۰/۳	a۰۶/۴۰	a۱۳/۲۴۹۴	a۵۴/۲۸	a۱۳/۹۷
۵	۱۱۴۸۶	a۷۵/۳	cd۷۵/۶	c۲۸/۴۳۳	ab۱۵/۱۶	c۴۴/۱۶
۸	۱۱۴۸۶	ab۴۸/۳	d۳۵/۵	c۳۳/۳۸۹	b۵۳/۱۱	c۵۹/۱۳

میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱% دارند (اززمون دانکن)

منابع

- امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافتهای تولید و فراوری گیاهان دارویی، انتشارات طراحان نشر.
- صفایی، ل.، ۱۳۸۴، تاثیر آب شور بر جوانه زنی بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*). توده اصفهان، صفحه های ۳۰۷ تا ۳۰۸.
- همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی. مشهد.
- صفائی، ل.، افیونی، د. و زینلی، ح. ۱۳۹۰. بررسی تنوع ژنتیکی صفات زراعی در ژنوتیپ های مختلف رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*). (مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد نوزدهم، شماره ۱، صفحه های ۱۶۷ تا ۱۸۰).
- صفائی، ل.، افیونی، د. و زینلی، ح. ۱۳۹۲. بررسی روابط همبستگی و تجزیه به مؤلفه های اصلی اسانس و ترکیب های متشکله اسانس در ۱۲ ژنوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*). (مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد بیست و نهم، شماره ۱، صفحه های ۱۸۷ تا ۲۰۰).
- صفرنژاد، ع. و حمیدی، ح. ۱۳۸۷. بررسی ویژگیهای مورفولوژی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*). تحت تنش شوری، مجله تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، جلد شانزدهم، شماره ۱، صفحه های ۱۲۵ تا ۱۴۰.
- مظفریان، و. ۱۳۶۲. گیاهان خانواده چتریان در ایران، کلید شناسایی و پراکنش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- Anant K., Sanket J.K.J. and Tarun P. ۲۰۰۵. Seed album of some medicinal plants of India. Asian Medicinal Plants & Health care Trust. India.
- Abd El-Wahab M.A. ۲۰۰۶. 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. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, ۲(۶): ۵۷۱-۷.
- Ashraf M. and Orooj A. ۲۰۰۶. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague). Journal of Arid Environments, ۶۴(۲): ۲۰۹-۲۰۰.



- Ashraf M., Mukhtar N., Rehman S. and Rha E.S. ۲۰۰۴. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*, ۴۴۲(۴): ۵۴۳-۵۰.
- Ben Taarit M.K., Msaada K., Hosni K. and Marzouk B. ۲۰۱۰. Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. *Food Chemistry*, ۹(۳): ۹۵۱-۶.
- British Pharmacopea. ۱۹۸۸. HMSO, London.
- Ewase A.S.S., Omran S., El-Sherif S. and Tawfik N. ۲۰۱۳. Effect of salinity stress on coriander (*Coriandrum sativum*) seeds germination and plant Ph ton ۲۲۷ growth. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, ۴(۱): ۱-۷.
- Nabizadeh E., ۲۰۰۲. Effect of salinity on cumin growth and yield. *Iranian journal of field crops research*, ۱: ۲۰-۲۹.
- Najafi F., Khavari-Nejad R.A and Ali M. ۲۰۱۰. The effects of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.) plants. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, ۶(۱): ۱۳-۲۱.
- Omer E.A.E., Said-Al Ahl H.A.B and El-Gendy A.G. ۲۰۱۴. Productivity and Essential oil of *Foeniculum vulgare* Cultivated under soil salinity in Sinai comparing to non-saline soil in Giza, Egypt. *The Journal of Plant Physiology*. Photon ۱۱۵: ۲۱۷-۲۲۷
- Ozturk A., Unlukara A., Ipek A. and Gurbuz B. ۲۰۰۴. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Pakistan Journal of Botany*, ۳۶: ۷۸۷-۷۹۲.
- Parida A.K and Das A.B. ۲۰۰۵. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, ۶۰: ۳۲۴-۴۹.
- Rechinger. K.H. and Hedge I.C. ۱۹۸۶. *Umbelliferae*. In Rechinger. K. H. *Flora Iranica*. Graz: Akademische Druck - u Verlagsanstalt.
- Said-Al Ahl H.A.H., Meawad A.A., Abou-Zeid E.N. and Ali M.S. ۲۰۱۰. Response of different basil varieties to soil salinity. *International Agrophysics*, ۲۴: ۱۸۳-۸.
- Shanmugavelu K.G., Kumar N. and Peter K.V. ۲۰۰۲. Production technology of spices and plantation crops. *Agrobios*, India.
- Tabatabaie S.J. and Nazari J. ۲۰۰۷. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis, and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture*, ۳۱: ۲۴۵-۲۵۳.
- Wahab M.A. ۲۰۰۶. 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. *Research Journal of Agriculture, Biology and Science*. ۲: ۵۷۱-۵۷۷.

Abstract

This study was conducted during ۲۰۱۴ in Agricultural and Natural Research Center of Esfahan. The experiment had a RCBD design with split plot arrangement and ۳ replications. Three water salinity (۲, ۵, ۸ ds/m) and ۲ fennel genotypes (۱۱۴۸۶ and Hamedan) were main and sub plots. The highest essential oil yield, Anethol yield and seed yield were observed in ۲ ds/m salinity (۶۲.۱۹, ۳۰.۶۳ and ۱۸۷۸.۱۳ kg/ha, respectively). These traits were decreased by increasing salinity. Also forage yield was highest in ۲ ds/m salinity. The highest amount of essential oil yield, essential oil percentage and forage yield were observed in ۱۱۴۸۶ genotype (۴۲.۳۹, ۲.۹۳ hg/ha and ۱۸.۷۴ ton/a, respectively).



بهبودسازی روش‌های آبیاری رایج درختان پسته در راستای افزایش بهره‌وری مصرف آب

ناصر صداقتی، اکبر محمدی محمدآبادی و سیدجواد حسینی‌فرد
اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

چکیده

اغلب باغ‌های پسته ایران به صورت سنتی و به شیوه غرقابی آبیاری می‌شوند و منابع آب در دسترس نیز عمدتاً مخازن زیرزمینی است. توسعه باغ‌های پسته بدون توجه به منابع و تراز آبی موجود و عدم رعایت اصول علمی در احداث و مدیریت باغ‌های پسته به ویژه مدیریت آبیاری سبب شده است که ضمن پایین بودن بهره‌وری آب در این مناطق، منابع آب زیرزمینی نیز به شدت دچار افت کمی و کیفی گردد. در این مقاله سعی شده است با تکیه بر تحقیقات انجام شده در زمینه آبیاری باغ‌های پسته به ویژه پژوهش‌های انجام شده در موسسه تحقیقات پسته کشور، ضمن بیان وضعیت موجود آبیاری در باغ‌های پسته، اصول علمی آبیاری صحیح باغ‌های پسته با توجه به نیاز آبی و نوع خاک و راهکارهای بهبود وضعیت موجود و افزایش بهره‌وری مصرف آب ارائه شده و تحلیل گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، بهره‌وری مصرف آب، پسته.

مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و تقاضای بیشتر برای غذا و عدم استفاده بهینه از آب، بسیاری از آبخوان‌هایی که به طور مستقیم در تأمین مواد غذایی دخالت داشته‌اند، در اثر استفاده بیش از حد کشاورزان دچار افت شدید سطح آب شده‌اند و به عنوان نمونه برای بعضی از حوضه‌های آبریز بحرانی در کشور نظیر استان کرمان، افت سطح آب زیرزمینی تا میزان یک متر در سال نیز می‌رسد. میزان نزولات جوی در اغلب مناطق پسته‌کاری کشور مانند استان کرمان بسیار پائین (۱۴۵ میلی‌متر در سال) بوده که حتی از متوسط بارندگی کشور (۲۵۰ میلی‌متر) نیز بسیار پائین‌تر می‌باشد. این در حالی است که میانگین تبخیر سالیانه در استان کرمان در حدود ۳۰۰۰ میلی‌متر در سال است (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷). بنابراین حجم مخازن آبهای زیرزمینی که منبع عمده تأمین کننده آب مصرفی درختان پسته می‌باشند به دلیل برداشت‌های بی‌رویه به شدت کاهش یافته، به طوری که در شهرستان‌های زرنده، رفسنجان و سیرجان افت سالیانه سطح آب سفره‌ها، به ترتیب ۱/۵، ۱ و ۶/۰ متر می‌باشد (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷).

بر اساس اطلاعات به دست آمده در طی حتموسه هموزون کشت پسته در کشور، در مناطق مختلف پسته‌کار استان کرمان، به طور متوسط سالانه در یک هکتار باغ پسته در سیستم آبیاری سطحی (غرقابی)، حدود ۸۶۴۲ متر مکعب آب مصرف می‌شود. یعنی با توجه به میانگین عملکرد حدود ۸۴۰ کیلوگرم در هکتار، برای تولید یک کیلوگرم پسته، حدود ۱۰۲۹۰ لیتر آب مصرف می‌گردد (عبداللهی، ۱۳۹۱). در مطالعه دیگری (عبداللهی، ۱۳۹۳)، در باغ‌های پسته شهرستان‌های رفسنجان و انار (با بیش از یکصد هزار هکتار سطح زیرکشت)، به طور متوسط سالانه در یک هکتار باغ پسته حدود ۹۷۳۰ متر مکعب آب به مصرف می‌رسد. با توجه به میانگین عملکرد به دست آمده در این تحقیقات (حدود ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، برای تولید یک کیلوگرم پسته، ۸۵/۸ متر مکعب آب مصرف می‌گردد. به عبارت دیگر به ازای هر متر مکعب آب مصرفی در مناطق پسته‌کاری استان کرمان تنها حدود ۱۱۳ گرم پسته تولید می‌شود. این در حالی است که در کشور آمریکا با متوسط مصرف آب حدود ۱۲۰۰۰ متر مکعب در هکتار، به طور متوسط حدود ۴ تن پسته برداشت می‌شود یعنی برای تولید یک کیلوگرم پسته، تنها ۳ متر مکعب آب مصرف می‌گردد و یا به عبارت دیگر به ازای هر متر مکعب آب مصرفی در مناطق پسته‌کاری آمریکا حدود ۳۳۳ گرم پسته تولید می‌شود.

متأسفانه علاوه بر کاهش حجمی آب سفره‌های زیرزمینی تدریجاً کیفیت آب نیز در این سفره‌ها به شدت تنزل یافته است. این در صورتی است که در حال حاضر، بیش از ۹۰ درصد اراضی فاریاب استان، با سیستم آبیاری سطحی، آبیاری می‌شود. بر این اساس، ضرورت باستانداز بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم محصول تولید شده به ازای متر مکعب آبیاری مصرف شده) در بخش کشاورزی افزایش یابد. به طوریکه امروزه شعار مصرف‌بهره‌وری، محصول بیشتر، تراز هر قطره آب می‌باشد. عملکرد ناچیز عمار که آنرا انقلاب آبی نامید هاند به مراتب دشوارتر از انقلاب سبز است که شعار آن محصول بیشتر، تراز هر هکتار زمین بود. بنابراین بر کسب پوشیدنی‌ست که هر دو ایجاد نشود و هر گز صرفه‌جویی و اسباب‌داری باید یک‌پارچه از اتمات محورهای اصل برنامهریزی در جوامع کشاورزی باشد.

هدف اصلی از مدیریت آبیاری تأمین مقدار مناسب آب برای درختان در زمان لازم می‌باشد. برنامه ریزی مناسب آبیاری این اطمینان را به ما می‌دهد که یک مقدار کافی از رطوبت خاک در طول فصل جهت رشد درختان برقرار باشد. در این مقاله سعی شده است اصول علمی آبیاری در باغ‌های پسته از جمله نیاز آبی درختان پسته، تناسب سطح زیرکشت با توجه به میزان آب در دسترس،



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

دور آبیاری مناسب، سیستم‌های آبیاری قابل استفاده در باغ‌های پسته بیان شده و راهکارهای افزایش بهره‌وری آب مورد تحلیل قرار گیرد.

نیاز آبی درختان پسته

نیاز آبی درختان بارور پسته در هشت ماه فصل رشد (از ابتدای فروردین تا پایان آبان)، در مناطق مختلف پسته کاری کشور، حدود ۷۵۰-۷۰۰ میلی‌متر می‌باشد (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). این میزان جذب آب توسط درختان پسته، در روش آبیاری سطحی (غرقابی) رایج در منطقه که در آن کل سطح باغ خیس شود، معادل حجم آب ۷۵۰۰-۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار خواهد بود. در حالتی که آبیاری سطحی به صورت کاهش عرض نوار اجرا شده باشد، بر حسب درصد سطح خیس شده باغ، این حجم آب، تعدیل خواهد شد. میزان مقادیر نیاز آبی نهال پسته تا رسیدن به مرحله باروری، بر حسب سن گیاه، با استفاده از جدول ۱ اصلاح می‌گردد:

جدول ۱- ضرایب اصلاحی نیاز آبی بر حسب سن گیاه پسته

سن گیاه	از کاشت تا ۳ سالگی	از ۳ سالگی تا ۶ سالگی	از ۶ سالگی تا ۹ سالگی	بیش از ۹ سالگی
ضریب	۴/۰	۷/۰	۹/۰	۱

بر اساس طرح‌های تحقیقاتی انجام شده در مؤسسه تحقیقات پسته کشور، روی سیستم‌های مختلف آبیاری، نیاز آبی درختان پسته در روش‌های آبیاری موضعی بابلر (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۱)، قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (صدقاتی و همکاران، ۱۳۹۱)، پسته به شرایط آب و هوایی و شوری آب مناطق مختلف پسته کاری کشور، به ترتیب در حدود، ۶۰-۷۰، ۶۰-۵۰ و ۵۰-۴۰ درصد نیاز آبی در روش آبیاری سطحی می‌باشد. به عنوان مثال، نیاز آبی درختان بارور پسته در مناطق پسته کاری رفسنجان، در این سه روش آبیاری، به ترتیب حدود ۵۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۳۵۰۰ متر مکعب در هکتار، در طول فصل رشد می‌باشد.

دور آبیاری مناسب درختان پسته

انتخاب دور آبیاری درختان پسته به عواملی نظیر بافت خاک، میزانتبخیر و تعرق، شوری آب و خاک، روش آبیاری، سن درخت و میزان آب در دسترس بستگی دارد. ولی به طور کلی جدول ۲ جهت انتخاب دور مناسب آبیاری، با توجه به مهمترین عوامل تاثیرگذار بیان شده در بالا، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۲- دور آبیاری مناسب درختان پسته

عوامل مؤثر سن گیاه بافت خاک	دور آبیاری بهینه (روز)					
	از کاشت تا ۳ سالگی		از ۳ سالگی تا ۹ سالگی		از ۹ سالگی به بعد	
	رسبی	شنی	رسبی	شنی	رسبی	شنی
سطحی	۷	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰	۴۰
بابلر	۷	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۵
قطره‌ای سطحی	۱	۳	۷	۱۰	۱۰	۱۵
قطره‌ای زیرسطحی	۱	۳	۱۰	۱۵	۱۵	۲۰

تعیین تناسب سطح زیر کشت با مقدار آب در دسترس جهت احداث باغ

با در نظر گرفتن راندمان‌های ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد به ترتیب برای سیستم‌های آبیاری سطحی (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷)، بابلر (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۱) و قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیرسطحی (صدقاتی و همکاران، ۱۳۹۱) و با توجه به نیاز آبی درختان پسته در این ۴ روش آبیاری، سطح زیر کشت بهینه برای هر لیتر در ثانیه آب در دسترس به ترتیب، ۳/۳، ۶/۴ و ۲/۵ به دست خواهد آمد. بنابراین با توجه به وضعیت منابع آبی هر منطقه و روند تغییرات آن در طی ده سال گذشته، می‌توان سطح زیر کشت بهینه برای این ۴ روش را به ترتیب در حدود ۲، ۳، ۴ و ۵ هکتار در نظر گرفت. بر اساس تحقیقات صورت گرفته (اشرفی و همکاران، ۱۳۸۵)، میانگین راندمان آبیاری سطحی در استان کرمان در یک دوره زمانی ده ساله، حدود ۷/۴۷ درصد بوده است. اما به دلیل کیفیت نامناسب آب‌های آبیاری موجود در منطقه و لزوم در نظر گرفتن ۲۰ تا ۳۰ درصد نیاز آبی جهت شستشوی نمک‌های اضافی از خاک، بخشی از تلفات آب در آبیاری سطحی که مربوط به نفوذ عمقی می‌باشد، به عنوان جزء آبیاری در نظر گرفته شده و لذا راندمان آبیاری سطحی در حدود ۷۰ درصد منظور شده است.

سیستم‌های آبیاری مورد استفاده در باغ‌های پسته

سیستم‌های مختلفی در آبیاری درختان پسته مورد استفاده قرار می‌گیرد که مهمترین آنها عبارتند از: آبیاری سطحی (غرقابی)، آبیاری بابلر، آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی. البته سیستم‌های آبیاری دیگری نظیر آبیاری زیرسطحی با لوله‌های اسفنجی تراوا (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷) و آبیاری کوزه‌ای (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۱) نیز به صورت تحقیقاتی، روی درختان پسته مورد استفاده قرار گرفته که به دلیل مشکلات خاصی نظیر طول عمر کم لوله‌ها در زیر خاک و پارگی آنها (برای آبیاری تراوا)، و نیز یکنواختی کم توزیع آب، مشکلات اجرایی و عدم تامین نیاز آبی درختان در سنین باروری (برای آبیاری کوزه‌ای)، چندان مورد استقبال قرار نگرفته است. سیستم‌های آبیاری زیرسطحی با لوله‌های سیمانی و پی‌وی‌سی نیز اخیراً در باغ‌های پسته استان کرمان نظیر شهرستان انار، مورد استفاده قرار گرفته است که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد.

انتخاب نوع سیستم آبیاری بستگی کامل به شرایط آبی-خاکی باغ مورد نظر دارد و نمی‌توان یک نسخه واحدی را برای تمام باغ‌ها تجویز نمود. ولی به طور کلی می‌توان نکاتی را در بحث انتخاب سیستم آبیاری بهینه برای باغ‌های پسته بیان نمود از جمله این که در خاک‌های سنگین به هیچ عنوان نباید از سیستم‌های آبیاری تحت فشار (به خصوص قطره‌ای)، استفاده نمود. چرا که مشکلات تجمع املاح و شوری، به مرور باعث خشک شدن درختان می‌شود. در آب‌های با شوری بیش از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، مخصوصاً اگر بی‌کربنات آب بیش از ۵/۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر باشد، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار جایز نیست، استفاده از سیستم‌های تحت فشار در چنین شرایطی، علاوه بر ایجاد مشکلات شوری برای درختان، گرفتگی نازل‌ها را نیز سبب شده و به طور چشم‌گیری، یکنواختی توزیع آب را در سیستم پایین می‌آورد و از طرفی باعث کاهش طول عمر سیستم می‌گردد. در صورتی که بتوان با دور آبیاری ۳۵-۲۵ روز بسته به بافت خاک و فصل رشد، درختان پسته را آبیاری نمود، سیستم آبیاری سطحی، عملکرد مناسبی خواهد داشت. در چنین شرایطی، استفاده از روش کاهش عرض نوار، کارایی مصرف آب را به شدت، افزایش خواهد داد. در دوره‌های آبیاری طولانی (غالباً بیش از ۴۵ روز)، استفاده از شیوه آبیاری یک در میان نوارهای آبیاری، علاوه بر کاهش دور آبیاری به نصف این مدت، باعث بهبود رشد و عملکرد درختان و نیز افزایش کارایی مصرف آب، می‌گردد.

با توجه به شرایط مناطق پسته‌کاری ایران از جمله خرده‌مالکی و پایین بودن کیفیت آب و خاک باعث شده است گسترش سیستم‌های آبیاری تحت فشار در حد انتظار نباشد. بنابراین اصلاح سیستم‌های آبیاری سطحی موجود از جمله راهکارهایی است که می‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای در صرفه‌جویی و افزایش راندمان مصرف آب داشته باشد.

معرفی روش‌های کاهش عرض نوارهای آبیاری (صداقتی، ۱۳۸۷)، آبیاری یک در میان نوارهای آبیاری (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۱)، استفاده از پوشش‌های مختلف (پلاستیک، شن و کاه و کلش) جهت کاهش تلفات و تبخیر آب، توسعه اصولی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی، حذف آبیاری‌های غیر ضروری در فصل خواب درختان (در مناطق غیر شور) و ترمیم و اصلاح خطوط انتقال و توزیع آب در سطح باغ، از جمله مواردی هستند که این مؤسسه با اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مرتبط، توانسته راهکارهای لازم برای افزایش بهره‌وری و راندمان مصرف آب در مناطق پسته کاری را ارائه نماید. در روش‌های آبیاری کاهش عرض نوار (صداقتی، ۱۳۸۷) آبیاری یک در میان (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۱) استفاده از پوشش پلاستیکی (صداقتی، ۱۳۹۳) و توسعه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (صداقتی، ۱۳۹۱) به ترتیب ۹۴، ۷۱، ۵۰ و ۵۷ درصد افزایش در کارایی مصرف آب (میزان محصول تولیدی به ازای هر واحد آب مصرفی) حاصل گردید. میزان افزایش محصول خشک تولیدی در این روش‌ها (به استثنای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی) نسبت به آبیاری غرقابی رایج در منطقه نیز به ترتیب ۱۱۹۷، ۹۰۹ و ۳۳۳ کیلوگرم بر هکتار تعیین گردید، ضمن اینکه با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با ۴۰ درصد کاهش مصرف آب، می‌توان محصولی نزدیک به روش آبیاری غرقابی به دست آورد. همچنین کاربرد لوله‌های زیر سطحی اسفنجی تراوا (محمدی محمدآبادی و همکاران، ۱۳۸۷) در باغ‌های پسته سبب افزایش کارایی مصرف آب در مقایسه با آبیاری غرقابی گردیده است. اجرای این پروژه باعث حداقل ۳۰ درصد صرفه جویی در مصرف آب و ۴۶ درصد افزایش در کارایی مصرف آب نسبت به آبیاری غرقابی رایج در باغ‌های پسته گردید.

در روش‌های کاهش عرض نوار و آبیاری (صداقتی، ۱۳۸۷) یک در میان نوارهای آبیاری (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۱) بدون تغییر در میزان آب مصرفی، می‌توان دور آبیاری را به نصف سیستم آبیاری سطحی معمولی کاهش داد و بخش زیادی از باغ‌های منطقه را از خطر خشک شدن، نجات داد. نکته مهم در این دو روش این است که هیچ‌گونه تغییری در سیستم آبیاری سطحی لازم نیست. همچنین بر اساس تحقیقات انجام شده در این مؤسسه، حذف آبیاری‌های غیر ضروری در اواخر پاییز و خاموشی چاه‌ها به مدت تنها یک ماه در مناطق غیر شور (چاه‌های با شوری آب کمتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر) در دشت رفسنجان، باعث کاهش ۸ درصدی (۵۰ میلیون متر مکعب) برداشت آب از سفره‌های آب این منطقه گردیده است، ضمن اینکه بنا به اطلاعات منتشر نشده وزارت نیرو، چنانچه بتوان در این مناطق خاموشی چاه‌ها را به ۳ ماه افزایش داد، بیلان منفی سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق ذکر شده و مشابه متوقف می‌گردد (محمدی محمدآبادی، ۱۳۸۴). به هر حال با توجه به شرایط آبی-خاکی هر منطقه، می‌توان از یک و یا ترکیبی از روش‌های ذکر شده استفاده نمود.

به دلیل وجود مشکلات خرده مالکی در باغ‌های پسته، باغداران پسته کار به آسانی نمی‌توانند از سیستم‌های آبیاری نظیر قطره‌ای، بابلر و تراوا استفاده نمایند از این رو در مؤسسه مطالعاتی بر روی روش‌های آبیاری زیر سطحی با لوله‌های سیمانی (محمدی محمدآبادی، ۱۳۹۴) و پی‌وی‌سی (صداقتی، ۱۳۹۳) انجام گردید که می‌تواند در اغلب شرایط باغات پسته کاربرد داشته باشد. براساس نتایج بدست آمده، روش آبیاری زیر سطحی با لوله‌های سیمانی باعث حداقل ۳۰ درصد صرفه جویی در مصرف آب در مقایسه با درختان تیمار شاهد (آبیاری سطحی) گردید و وضعیت رشد و عملکرد درختان نیز در حد مطلوب بود و اجرای این سیستم



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

باعث افزایش ۹۵ درصدی در کارایی مصرف آب (شاهد ۲۶۶، تیمار ۴۴۷ گرم بر مترمکعب) نسبت به آبیاری غرقابی می باشد (محمدی محمدآبادی، ۱۳۹۴) و در روش آبیاری با لوله های پی وی سی نیز مشخص گردید این روش آبیاری سبب حداقل ۲۵ درصد صرفه جویی در مصرف آب در مقایسه با درختان تیمار شاهد (آبیاری سطحی) می شود. ضمن اینکه وضعیت رشد و عملکرد درختان نیز در حد مطلوب بود و اجرای این سیستم باعث افزایش ۵۲ درصدی در کارایی مصرف آب (شاهد ۲۷۱، تیمار ۴۱۲ گرم بر مترمکعب) نسبت به آبیاری غرقابی گردید (صداقتی، ۱۳۹۳). بدیهی است با ادامه تحقیقات و ترویج روش های ذکر شده در بالا می توان بهره وری مصرف آب را در مناطق پسته کاری بالا برد.

منابع

- اشرفی، ش.، افشار، ه.، تاجیک، ف.، حیدری، ن.، عباسی، ف.، نادری، ن.، نیک نژاد، د.، و یارقلی، ب. ۱۳۸۵. یک دهه تلاش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ناشر سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۵۲ صفحه.
- صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج.، حکم آبادی، ح. و محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۹۱. بررسی امکان آبیاری یک در میان نوارهای آبیاری جهت کاهش دور آبیاری در باغهای پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج. و محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۸۷. بررسی امکان کاهش عرض نوارهای آبیاری در باغهای پسته. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۸۵.
- صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج. و محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۹۱. مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی بر رشد و عملکرد درختان بارور پسته. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۶، شماره ۳، ۵۸۵-۵۷۵.
- صداقتی، ن.، محمدی محمد آبادی، ا. و حسینی فرد، س. ج. ۱۳۸۷. بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری بر روی زودخندانی پسته رقم اوحدی. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۸، ۱۵۸-۱۵۰.
- صداقتی، ن.، محمدی محمد آبادی، ا. و حسینی فرد، س. ج. ۱۳۹۳. بررسی امکان آبیاری درختان پسته با استفاده از لوله های پی وی سی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- عبداللهی عزت آبادی، م.، محمدی محمد آبادی، ا. و صداقت، ر. ۱۳۹۳. تعیین نسبت بهینه اقتصادی آب به زمین در مناطق پسته کاری شهرستان های انار و رفسنجان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- عبداللهی عزت آبادی، و صداقت، ر. ۱۳۹۱. بررسی توسعه کشت موزون پسته در کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- فرشی، ع.، شریعتی، م.، جاراللهی، ر.، م. قائمی، ر.، شهابی فر، م. و تولایی، م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی، جلد دوم، گیاهان باغی - مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور. ۶۲۹ صفحه.
- محمدی محمد آبادی، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاهش دفعات آبیاری در فصل پاییز بر درختان بارور پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- محمدی محمد آبادی، ا.، حسینی فرد، س. ج. و صداقتی، ن. ۱۳۸۷. اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیر سطحی بر درختان بارور پسته در کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۲، شماره ۴۳ (الف)، ۴۶-۲۹.
- محمدی محمد آبادی، ا.، حسینی فرد، س. ج. و صداقتی، ن. ۱۳۹۱. مطالعه سیستم های آبیاری (سطحی، تراوا، کوزه ای، تی تیپ، قطره ای و بابلر) از زمان کاشت بر روی درختان پسته. اولین همایش ملی پسته (محور توسعه اقتصادی). دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد رفسنجان. ۱۷ اسفند.
- محمدی محمد آبادی، ا.، صداقتی، ن.، حسینی فرد، س. ج. ۱۳۹۴. بررسی امکان تغییر سیستم آبیاری از سطحی به زیرسطحی با لوله سیمانی بر روی درختان پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.

Abstract

Most of pistachio orchards of Iran are irrigated as traditional flood irrigation method and available water resources is mainly underground reserves. Developing pistachio orchards regardless of the source of the water balance and lack of scientific principles in the construction and management of pistachio orchards especially in irrigation management is due to the low water use productivity in the regions; in addition, underground water sources are severely compromising the quality and quantity. This review article is based on research in the field of irrigation on pistachio orchards by Pistachio Research Institute of Iran (PRI), while explaining the current status of irrigation in pistachio orchards, scientific principles of proper irrigation according to soil type and water requirements and strategies to improve the current situation and increasing water use productivity is presented and analyzed.



مقایسه آلودگی آب سطحی و زیرسطحی در یک خاک لوم شنی

ساناز غنی‌زاده^۱، آزاده صفادوست^۲، محسن نائل^۲ و گلایه یوسفی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا، ۳- کارشناس ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا

چکیده

پوشش زمین و عملیات مدیریت زراعی می‌تواند آلودگی آب‌ها را به طور قابل توجهی تحت تاثیر قرار دهد. پژوهشی در شرایط آزمایشگاهی برای بررسی حرکت کلر در یک سیستم رواناب با استفاده از شبیه ساز باران انجام شد. برای انجام آزمایش یک خاک لوم‌شنی در جعبه‌های خاک (طول ۱۰۰ سانتی‌متر، عرض ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر) که دارای یک مجرای زهکشی و یک مجرای خروجی سطحی بودند، ریخته شد. به همه جعبه‌ها شیب ۵٪ داده و گندم در آن‌ها کشت گردید. ۲ لیتر محلول کلر ۰/۰۵ مولار به طور یکنواخت بر سطح هر یک از جعبه‌ها اضافه شد و از رواناب و زه آب خروجی از جعبه‌ها نمونه برداری انجام شد. نتایج نشان داد که وجود پوشش گیاهی در شیب‌های ملایم سبب کاهش حجم رواناب سطحی نسبت به زه آب خروجی گردید؛ و در نتیجه غلظت کلر نیز در رواناب کمتر از زه آب بود. همچنین غلظت رسوب نیز در زه آب بیشتر مشاهده شد، در واقع پوشش گیاهی می‌تواند نفوذ و حرکت آب و املاح در خاک را کنترل کند.

واژه‌های کلیدی: رواناب، زه آب، شیب، رسوب، کلر

مقدمه

مدیریت صحیح حوزه آبخیز نیازمند اطلاعات دقیق و درک وقایع به هم پیوسته پدیده‌های موجود در آن می‌باشد (راغب و همکاران، ۲۰۰۳). درک درست از روابط آب و خاک و حرکت آب در خاک برای مهندسی، خاکشناسان و کشاورزان بسیار مهم می‌باشد. در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای حیوانی و شیمیایی برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و به دنبال آن افزایش تولیدات کشاورزی اجتناب‌ناپذیر است. در سال‌های اخیر استفاده بی‌رویه از این مواد شیمیایی موجب ایجاد دشواری‌های زیست محیطی زیادی شده است. از مهم‌ترین دشواری‌های زیست محیطی که امروزه در اثر کاربرد آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها در زمین‌های کشاورزی به منظور جلوگیری از بیماری‌های گیاهی و حفظ محصولات کشاورزی ایجاد شده است، افزایش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. این موضوع به ویژه در مناطق پر باران و نواحی که سطح آب زیرزمینی بالاست، سبب نگرانی‌های زیادی شده است. هنگامی که کود بر روی خاک افزوده می‌شود، خاک به عنوان یک فیلتر (صافی) طبیعی در تصفیه آبی که از آن عبور می‌کند تا هنگامی که به سفره آب زیرزمینی یا سطحی برسد عمل می‌کند. توجه به نقش موثر خاک در اکثر فرآیندهای هیدرولوژی مانند نفوذ، ذخیره رطوبت، جذب نمک و آب توسط گیاهان، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و فرسایش، از دیرباز سبب جلب توجه پژوهش‌گران به مباحث جذب و انتقال آلاینده‌ها در خاک گردیده است (لال و شوکا، ۲۰۰۴).

فرسایش خاک در طول بارش یک پدیده کاملاً طبیعی است که ناشی از فرآیند جداسازی خاک توسط ضربه قطره‌های باران و رواناب سطحی و در پی آن جابه‌جایی ذرات در اثر پاشمان حمل آن توسط رواناب سطحی می‌باشد (الیسن و همکاران، ۱۹۴۴). اگر چه عوامل موثر بر فرسایش خاک تحت تاثیر شرایط زمانی و مکانی متنوع می‌باشند لیکن بسیاری از این عوامل بر حرکت آب و املاح در داخل خاک نیز موثر هستند؛ از جمله آن‌ها می‌توان به پوشش گیاهی و نحوه مدیریت اراضی، خصوصیات توپوگرافی از جمله تندی و جهت شیب که به صورت مستقیم و یا با تاثیر روی سایر عوامل محیطی باعث تغییر در فرآیندهای هیدرولوژیکی خاک به ویژه پتانسیل تولید رواناب و رسوب می‌شوند، اشاره کرد.

در این راستا مطالعات متنوع و گسترده‌ای در سرتاسر جهان، و در مقیاس‌ها و کاربری‌های مختلف و نیز شرایط طبیعی و شبیه‌سازی شده صورت گرفته است. آزمایش باران ساز مصنوعی از سال ۱۹۳۰ آغاز شد تا تجربه بارش باران، رواناب، فرآیند فرسایش و مدیریت چرای دام و پارامترهای زمینی را در این فرآیند بررسی کند. باران ساز مصنوعی روش اقتصادی و شرایط کنترل شده آزمایشگاهی را در یک دوره کوتاه زمانی فراهم می‌کند (صادقی و همکاران، ۲۰۰۶). به همین دلیل در بسیاری از پژوهش‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب به بهره‌گیری از باران سازها اقدام شده است.

پژوهش‌های ازولاین و بن-هور (۲۰۰۶) نشان داد که هدررفت خاک تحت تاثیر شدت بارندگی قرار داشته به نحوی که در شدت بارندگی ۱۲ میلی‌متر بر ساعت افزایش شیب تغییر معنی‌داری روی افزایش تولید رسوب ایجاد نکرد، ولی در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت باعث افزایش نمایی هدر رفت خاک گردید. همچنین چنگ و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی‌های خود در شمال چین مشاهده کردند که افزایش شیب افزایش تولید رواناب و هدر رفت خاک را به دنبال داشته است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نتایج حاصل از مطالعات یو و همکاران (۲۰۱۱) بر حرکت کلئوئید و برمید تحت شرایط اشباع نشان داد که میزان آلاینده‌ها در رواناب سطحی بیش‌تر از میزان آن‌ها در زه‌آب مشاهده شد، و با افزایش شیب میزان آلودگی آب سطحی نیز افزایش یافت. در ایران نیز محمدزاده (۱۳۸۴) به بررسی اثر تندی شیب بر فرسایش مارن حوزه آبخیز گیون چای در استان اردبیل پرداخت. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش شیب مقادیر رواناب و رسوب افزایش پیدا کرده بود. در زمینه بررسی اثرات نوع و میزان پوشش گیاهی بر میزان رواناب، رسوب و حرکت املاح در خاک و شناخت عوامل موثر در وقوع آن مطالعات مختلفی انجام شده است. صادقی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که مقدار رواناب و رسوب در فصل تابستان در مراتع فقیر بیشتر از دیمزارهای رها شده بود. یوسفی فرد و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه‌ای را با هدف برآورد رسوب، رواناب و هدر رفت عناصر غذایی در چهار کاربری اراضی، شامل مرتع با پوشش گیاهی تقریباً خوب، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف، دیمزار و دیمزارهای رها شده واقع در منطقه چشمه علی استان چهارمحال و بختیاری انجام دادند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار رواناب در کاربری دیمزار رها شده و کمترین مقدار در کاربری مرتع با پوشش گیاهی خوب ایجاد شد. بیشترین مقدار رسوب و هدر رفت عناصر غذایی در کاربری دیمزار مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار رسوب و هدر رفت عناصر غذایی در کاربری مرتع با پوشش گیاهی خوب دیده شد. یوسفی و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه اثر نوع کشت بر آلودگی آب‌های زیرزمینی گزارش کردند که میزان آلودگی زه‌آب خاک‌های تحت کشت یونجه بیشتر از خاک‌های تحت کشت گندم بود. آنها دلیل این امر را تأثیر پوشش گیاهی یونجه و نوع ریشه آن بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های مورد بررسی اعلام کردند. بررسی سوابق ارائه شده حاکی از تغییرپذیری متفاوت رواناب و تولید رسوب و حرکت املاح تحت تأثیر تندی شیب و پوشش گیاهی می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی همزمان اثر تندی شیب و پوشش گیاهی گندم بر آلودگی رواناب سطحی و زه‌آب انجام گردید.

مواد و روش‌ها

استان همدان بین مدارهای ۳۳ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در غرب فلات ایران قرار گرفته است. این استان با وسعتی معادل ۱۹۰۲۴۰۵ کیلومتر مربع ۱۰۱۷ درصد از مساحت کشور ایران را به خود اختصاص داده است. وجود کوه الوند با ارتفاع ۳۵۴۷ متر و قرار گرفتن منطقه همدان در بلندای ۱۸۰۰ متری از سطح دریا موجب ایجاد شرایط آب و هوایی کوهستانی با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً معتدل شده است. میانگین نزولات جوی سالانه منطقه همدان ۳۱۷ میلی‌متر برآورد شده است که حدود ۲۶٪ از متوسط کشور بیشتر است. برای انجام این پژوهش نمونه‌های خاک دست‌خورده با بافت لوم‌شنی از مرکز تحقیقات کشاورزی استان همدان برداشته و به گلخانه دانشگاه بوعلی سینا انتقال داده شد. پس از عبور خاک‌ها از الک ۵/۴ میلی‌متری، نمونه‌های خاک در داخل جعبه‌های فلزی (۱۰۰ سانتی‌متر طول، ۳۰ سانتی‌متر عرض و ۲۵ سانتی‌متر ارتفاع) ریخته شد. برای ایجاد زهکشی بهتر ۵ سانتی‌متر سنگریزه‌های درشت در کف جعبه‌ها ریخته و یک توری ۵/۲ میلی‌متری بر روی سنگریزه‌ها قرار داده شد. براساس شیب مزارع کشاورزی، جعبه‌های فلزی طوری قرار داده شد که ایجاد شیب ۵ درصد نماید. پس از آماده شدن جعبه‌های خاک، گیاه گندم به صورت ردیفی با فاصله ردیف‌های ۵ سانتی‌متر کشت گردید. برای اجرای این تحقیق از دستگاه شبیه ساز باران استفاده گردید و بارانی با شدت ۷/۱ میلی‌متر بر دقیقه برای انجام آزمایش ایجاد شد.

قبل از اعمال باران ۲ لیتر محلول کلرید پتاسیم ۰۵/۰ مولار به مدت ۱۵ دقیقه بر سطح خاک هر جعبه به صورت یکنواخت پخش شد و پس از آنبارانی با شدت ۷/۱ میلی‌متر بر دقیقه بر روی جعبه‌های کشت شده اعمال گردید. در طی بارندگی به فاصله زمانی هر ۱۰ دقیقه از رواناب سطحی و زه‌آب، ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه جمع‌آوری شد. مجموع آب خروجی از رواناب و زه‌آب جعبه‌های کشت جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری رسوب آن، به هم زده شد تا رسوب ته نشین شده در ظرف به حالت معلق در آید؛ سپس نمونه‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری از آن گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از عبور از کاغذ صافی و گذاشتن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و توزین شد و وزن رسوب به دست آمد. همچنین میزان کلر موجود در نمونه‌های آبه‌روش تیتراسیون نیترات نقره‌به روش موهر اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان دهنده تأثیر شیب و پوشش گیاهی بر میزان آلودگی آب سطحی و زیرسطحی می‌باشد. میزان نسبی کلر خروجی در رواناب و زه‌آب تحت تأثیر شرایط آزمایشی، در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

غ
ل
ظ
ت
ز
س
پ
ی

زمان (دقیقه)

شکل ۲- متوسط غلظت نسبی کلر در زه آب

غ
ل
ظ
ت
ز
س
پ
ی

زمان (دقیقه)

شکل ۱- متوسط غلظت نسبی کلر در رواناب

همان طور که مشاهده می شود در رواناب سطحی پس از خارج شدن کلر که در نزدیکی خروجی جعبه (مکان های نمونه برداری) قرار گرفته بود، میزان کلر در نمونه ها کم شده و بعد از گذشت در حدود ۹۰ دقیقه دوباره میزان کلر در نمونه ها افزایش یافته است؛ که احتمالاً به علت شسته شدن کلر موجود در سطح خاک از قسمت های بالای شیب به سمت خروجی می باشد، به همین دلیل در این منحنی دو پیک دیده می شود (شکل ۱). ولی در زه آب با نفوذ تدریجی آب در خاک و به همراه آن کلر، میزان کلر در زمان ۵۰ دقیقه در نمونه ها حداکثر بوده و پس از آن کاهش یافته است (شکل ۲)، که این تغییرات بیان کننده اثرات شیب بر آلودگی رواناب سطحی و زه آب می باشد. یوسفی فرد و همکاران (۲۰۰۷) نیز با مطالعه هدررفت میزان رسوب و عناصر غذایی در زمین های با شیب های مختلف و پوشش گیاهی متفاوت، گزارش کردند که در زمین های بدون پوشش گیاهی و شیب بیشتر، میزان هدررفت عناصر غذایی بیشتر بود.

شکل ۳ نشان دهنده متوسط میزان آب خارج شده از رواناب سطحی و زه آب در طی انجام پژوهش می باشد. نتایج نشان داد که میزان آب خارج شده از رواناب کمتر از میزان آب خارج شده از زه آب می باشد.

حجم
کل
آب
خروجی
جعبه
(مترم)
کعب
(

شکل ۳- حجم کل آب خروجی به صورت زه آب و رواناب

این نتایج می تواند بیان کننده تاثیر پوشش گیاهی بر کاهش سرعت و حجم آب خارج شده در شیب های کم (۰ تا ۵ درصد)، شیب غالب در مزارع کشاورزی، باشد. در واقع پوشش گیاهی با کاهش سرعت آب، سبب نفوذ بیشتر آب در خاک گردیده و میزان آب خارج شده در زه آب بیشتر از رواناب گردید. نتایج به دست آمده با یافته های یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۶) و صادقی و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

شکل ۴ نشان دهنده متوسط رسوب خروجی به وسیله رواناب و زه آب می باشد. دقت در شکل چهار نشان می دهد که میزان رسوب خروجی در زه آب بیشتر از رواناب بود؛ که می توان آن را مربوط به حجم بیشتر آب خروجی از زه آب و به طبع آن خروج رسوب بیشتر از آن مرتبط دانست، که تحت تاثیر بافت سبک خاک و پوشش مناسب سطح کشت جعبه ها می باشند. نتایج نشان می دهد که نوع پوشش گیاهی، تراکم آن و شیب زمین از عوامل مهم و مؤثر بر آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی می باشد؛ که با اعمال مدیریت زراعی صحیح می توان سبب کاهش آن گردید.



میزانر
سوب
خرو
چی
(گرم
بر
متره
کعب
(

شکل ۴- میزان رسوب خروجی به صورت زه آب و رواناب

منابع

- محمدزاده، ع. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنیدی و جهت شیب در فرسایش مارن‌ها با استفاده از باران ساز مصنوعی در حوزه آبخیز گیوی چای در استان اردبیل. سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، تهران، ۹-۶ شهریور ۱۳۸۴: ۶۷۸-۶۷۳.
- یوسفی فرد، م. و جلالیان، ا. و خادمی، ح. ۱۳۸۶. تخمین هدر رفت خاک و عناصر غذایی در اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی با استفاده از باران ساز مصنوعی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴۰. صفحه‌های ۹۳-۱۰۶.
- Assouline S. and Ben-Hur M. ۲۰۰۶. Effect of rain fall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil surface sealing. *Catena*. ۶۶: ۲۱۱-۲۲۰.
- Ellison W. D. ۱۹۴۴. Studies of rain drop erosion. *J. Agr. Eng.* ۲۵(۱۳۱-۱۳۶), ۱۸۱-۱۸۲.
- Chang Q. Ma W. and Cai Q. ۲۰۰۸. The relative importance of soil crust and slope angle in run off and soil loss: a case study in the hilly areas of the loess plateau, north China. *GeoJournal*. ۷۱(۲-۳): ۱۱۷-۱۲۵.
- Lal R. and Shukla M.K. ۲۰۰۴. Principles of soil physics. Marcel Dekker, USA pp: ۳۳۱-۴۷۵.
- Ragab R. Bromley J. Roiser P. Cooper J. D. and Grash J. H. L. ۲۰۰۳. Experimental study of water fluxes in a residential area: ۱. Rain fall, roof run off and evaporation: the effect of slope and aspect. *Hydrol. process*. ۱۷: ۲۴۰۹-۲۴۲۲.
- Sadeghi S. H. R. Razavi S. L. & Raeisian R. ۲۰۰۶. Comparison between Rained and poor rangeland land uses in run off and sediment yeild in summer and winter. *Agr. Res.* ۶(۴): ۱۱- ۲۲.
- Yu C. Gao B. Munoz-Carpena R. Tian Y. Wu L. Perez-Ovillo O. ۲۰۱۱. A laboratory study of colloid and solut transport in surface run off on saturated soil. *J. Hydrol.* ۴۰۲: ۱۵۹-۱۶۴.
- Yousefi G. Safadoust A. Mahboubi A.A. Gharabaghi B. Mosaddeghi M.R. Ahrens B. and Shirani H. ۲۰۱۴. Bromide and lithium transport in soils under long-term cultivation of alfalfa and wheat. *Agr. Ecosyst. Environ.* ۱۸۸: ۲۲۱-۲۲۸.

Abstract

Land cover and agricultural management processes can significantly influence water contamination. Laboratory experiments were carried out to examine the transport behavior of chloride in a surface runoff system using rainfall simulator. For experiments a sandy loam soil was packed in the soil boxes (۱۰۰ cm long, ۳۰ cm wide and ۲۵ cm deep) with one drainage outlets and one surface flow outlet. Wheat was planted in the boxes and the soil slope was ۵% for all boxes. ۲ liter of solution containing $0.05 \text{ mol Cl L}^{-1}$ was poured quickly and uniformly, over the surface of each box and the soil solution was sampled at the surface and subsurface after the pouring of solution. The results showed that presence of land cover in the slight slop resulted in less volume of outlet water in surface than subsurface; and consequently chloride concentration was lower in surface water. Also the sediment concentration was more in the subsurface flow: in fact the land cover can control infiltration and movement of water and solutes.



بررسی پاشمان ذرات اولیه خاک تحت تأثیر شیب با استفاده از باران‌های شبیه‌سازی شده

مهدی عبادی^۱، علی‌رضا واعظی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک گروه علوم خاک دانشگاه زنجان ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

فرسایش پاشمانی، مرحله‌ی اولیه‌ی فرسایش آبی است که با بمباران سطح خاک بر اثر برخورد قطرات باران حاصل می‌شود. در این پژوهش، میزان فرسایش پاشمانی ذرات اولیپهر روی یک خاک میان بافت در شیب‌های با تندگی صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فرسایش پاشمانی با استفاده از فلوم‌هایی به ابعاد $50 \text{ cm} \times 32 \text{ cm}$ و ارتفاع 7 cm تحت باران شبیه‌سازی شده با شدت ۴۵ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۳۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. تفاوت اساسی بین ذرات اولیه خاک از نظر ویژگی پاشمان‌پذیری وجود داشت. به طور کلی ذرات سیلت بیش‌ترین پاشمان‌پذیری و ذرات شن کمترین پاشمان‌پذیری را داشتند. میزان پاشمان ذرات خاک به شدت تحت تأثیر شیب قرار گرفت ($p < 0.01$) و با افزایش شیب، میزان کل پاشمان افزایش یافت. ذرات شن بر خلاف دو ذره دیگر، کاهش چشمگیر از نظر پاشمان‌پذیری با افزایش شیب نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: اندازه ذره، باران شبیه‌سازی شده، جرم ذره، خاک میان بافت

مقدمه

ضربه قطرات باران اولین عامل فرساینده ذرات خاک است که منجر به تخریب خاکدانه‌ها و نهایتاً پدیده پاشمان (*splash*) می‌گردد. پاشمان ذرات عبارت است از انتقال ذرات خاک توسط قطرات باران برگشت یافته از سطح (Leguedois et al., ۲۰۰۵). نقش اصلی عمل پاشمان، جدایش ذرات خاک (*Detachment*) قبل از جابه‌جایی آنها توسط جریان سطحی (*Surface flow*) است (Morgan, ۲۰۰۷). میزان خاک پاشمان شده به شدت با تندگی، شیب سطح، ویژگی‌های قطره باران (سرعت سقوط، توزیع اندازه قطره) و ویژگی‌های خاک (چسبندگی، مقدار اولیه آب، زبری سطح خاک) بستگی دارد (Planchon et al., ۲۰۰۰). یکی از مهمترین خصوصیات خاک که در فرسایش پاشمانی (*Splash erosion*) نقش دارد، بافت خاک است. هر چه ذرات تشکیل دهنده‌ی خاک ریزتر باشند، به دلیل نیروی چسبندگی بین ذرات، جدایش‌پذیری (*Detachability*) کمتر و در مقابل، حمل آسان‌تری خواهند داشت (Van dijk et al., ۲۰۰۲). Legout و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که بین پاشمان و درصد رس، سیلت و ماده آلی همبستگی منفی با درصد شن همبستگی مثبت وجود دارد و هم‌چنین درصد رس و درصد سیلت با میانگین فاصله پاشمان‌بستگی منفی به‌دست آوردند Fu و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی میزان فرسایش در شیب‌های مختلف دریافتند که با افزایش درصد شیب، میزان ذرات پاشمان شده به سمت بالادست کاهش و میزان پاشمان به‌سمت پایین دست افزایش پیدا می‌کند. برای جدایش ذرات خاک بایستی نیروی جداکننده ذرات خاک از قبیل نیروی قطرات باران بیشتر از نیروی مقاومت خاک در برابر جدایش باشد که با افزایش شیب افزایش می‌یابد. جمالی و همکاران (۱۳۹۲) رابطه فرسایش پاشمانی و بافت خاک در کاربری‌های مختلف را با استفاده از دستگاه باران‌ساز در حوضه‌ی آبخیز چادگان بررسی کردند. آنها فرسایش پاشمانی را در دو شیب ۵ و ۱۵ درصد و شدت ثابت ۳ میلی‌متر در ساعت و در دو کاربری دیم و اراضی کشت‌شده اندازه‌گیری کردند. نتایج بدست آمده نشان داد که در مقادیر مختلف رس و شن در دو عمق ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ سانتی‌متر و در شیب‌های ۵ و ۱۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اکبری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی بر روی فرسایش پاشمانی و ویژگی‌های خاک در مناطق خشک به این نتیجه رسیدند که میزان پاشمان ذرات خاک رابطه معنی‌داری با دو ویژگی میانگین هندسی قطر ذرات و جرم مخصوص ظاهری خاکدانه داشت و میزان پاشمان با افزایش درصد شن کاهش و با افزایش درصد ذرات سیلت و رس افزایش یافت. اگر چه تحقیقات کلی در مورد نقش شدت باران یا درجه شیب بر وقوع کل فرسایش خاک انجام گرفته است لیکن تحقیقات دقیق در مورد سهم پدیده‌ی پاشمان در میزان یک فرسایش در شدت و شیب‌های مختلف به دقت مورد بررسی قرار نگرفته است و از سوی دیگر انتقال‌پذیری هر یک از ذرات اولیه با حساسیت آنها در مقابل این عامل فرساینده (پاشمان) به دقت شناخته نشده است.

مواد و روشها

این آزمایش بر روی یک خاک میان بافت با توزیع نسبتاً مساوی از ذرات اولیه (شن، سیلت و رس) در شیب‌های: صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط آزمایشگاهی به اجرا درآمد. برای ایجاد باران از دستگاه شبیه‌ساز باران با شدت ۴۵ میلی‌متر بر ساعت و به مدت ۳۰ دقیقه استفاده شد. هر واحد آزمایشی شامل تشتک فرسایشی به ابعاد $50 \text{ cm} \times 32 \text{ cm}$ و عمق 7 cm محتوی خاک میان بافت بود. ذرات پاشمان یافته به وسیله‌ی محافظ‌های آلومینیومی جمع‌آوری پس از آن خشک کردن



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

بافت آنها اندازه گیری شد. همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اصلی شامل: توزیع اندازه ذرات، هدایت برقی، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر، میانگین وزن قطر خاکدانه (MWD) به روش الکتر، درصد کربن آلی خاک، درصد کربن آلی خاک، درصد اکسید کلریک، pH خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر و شوری خاک در عصاره‌اشباع با استفاده از EC متر تعیین شدند. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پاشمان در تیمارهای مختلف شیب با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با نرم افزار SPSS انجام شد. رابطه بین میزان پاشمان ذرات و درجات شیب بر مبنای توابع ریاضی (خطی، لگاریتمی، نمایی و...) با استفاده از نرم افزار Excel به دست آمد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه‌ی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک اولیه آزمایش آمده است که نشان می‌دهد درصد ذرات شن، سیلت و رس تقریباً یکسان می‌باشد و بافت آنلوم رسی است. واکنش خاک در محدوده خنثی و هدایت الکتریکی اندر محدود تغییر شور بود. خاک‌ها از نظر ماده آلی فقیر (کمتر از ۱ درصد) بوده با این وجود به واسطه داشتن مقدار نسبتاً بالایی کربنات کلسیم معادل (بیش از ۱۰ درصد)، جزء خاک‌های آهکی بود. پایین بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الکتر (۰/۱۷ میلی‌متر) بیانگر ناپایداری ساختمان خاک بود و از این رو مقاومت کمتری در برابر عوامل فرساینده از جمله ضربه قطرات باران داشته یکی از علل آن خاکورزی‌های پیایی و محتوای پایین ماده آلی خاک مورد نمونه برداری بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک مورد مطالعه

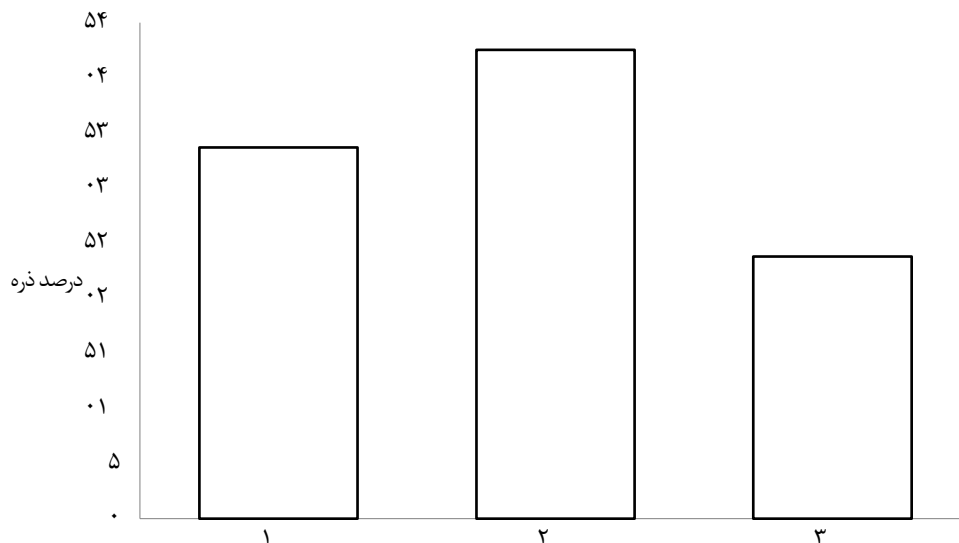
انحراف معیار	میانگین	ویژگی خاک
۲۷/۱	۵۸/۳۵	شن (%)
۱/۱	۷۸/۳۳	سیلت (%)
۶۳/۰	۶۳/۳۰	رس (%)
۵۲/۰	۳/۱	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
۰۲/۰	۱۷/۰	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر)
۰۹/۰	۶۳/۰	ماده آلی (%)
۴۵/۰	۸۷/۳۱	آهک (%)
۰۱/۰	۲۸/۷	واکنش خاک
۰۵/۰	۳۲/۳	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شیب سطح اثری معنی‌دار بر مقدار پاشمان ذرات اولیه خاک دارد (ذره شن ($p < 0.01$)). سیلت ($p > 0.01$) و رس ($p > 0.01$) (جدول ۲). در حقیقت شیب از ویژگی‌های مهم سطح است که بر میزان پاشمان ذرات خاک اثر می‌گذارد و دلیل آن اضافه شدن نیروی جاذبه‌ی زمین به نیروهای قطرات باران و کاهش مقاومت خاکها افزایش درجه شیب می‌باشد. یافته‌های Iorkua و همکاران (۲۰۱۲) نیز به این مطلب اشاره می‌کند که با افزایش درصد شیب، میزان پاشمان افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. Iorkua و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی میزان فرسایش پاشمانی را در شیب‌های ۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه در ایالت مارکوردی بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که افزایش شیب تأثیری معنی‌دار روی میزان فرسایش پاشمانی ذرات خاک داشته است.

جدول ۲- تجزیه واریانس تغییرات پاشمان ذرات اولیه تحت تأثیر شیب سطح

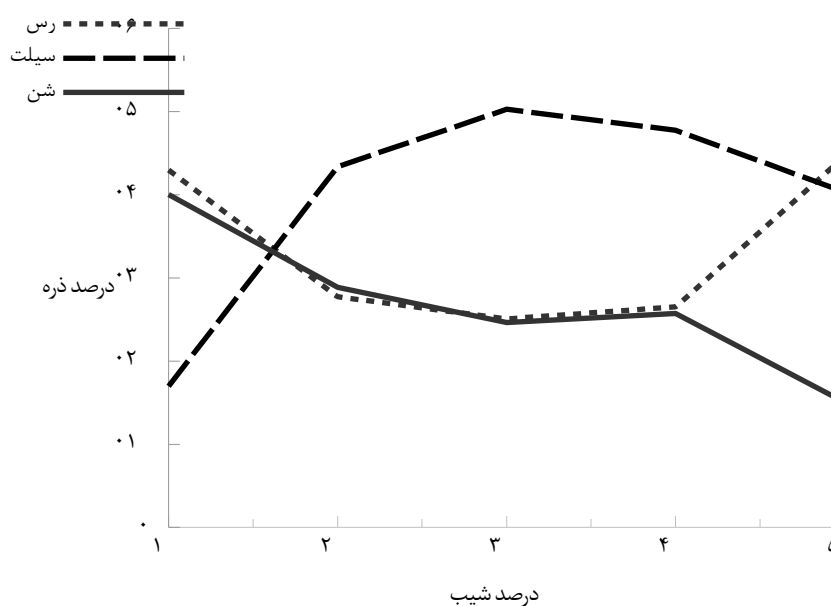
منبع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
پاشمان شن	۱۰۲/۱۴۱۷	۴	۲۷۵/۳۵۴	۹۱۸/۷	$p < 0.01$
پاشمان سیلت	۸۱۲/۹۱۹۵	۴	۹۵۳/۲۲۹۸	۴۰۴/۶۲	$p < 0.01$
پاشمان رس	۱۲۷/۵۸۱۷	۴	۲۸۲/۱۴۵۴	۵۱۴/۴۴	$p < 0.01$

بررسی درصد ذرات خاک پاشمان یافته در اثر ضربه قطرات باران نشان داد که بیشترین ذره پاشمان یافته سیلتو کمترین ذره، شن بود (شکل ۱). ذرات شن به دلیل جرم و اندازه‌ی بزرگ‌تر و همچنین افزایش نفوذپذیری خاک و ذرات رس هم به دلیل خاصیت چسبندگی، پاشمان‌پذیری کمتری دارند ولی ذرات سیلت (۵۰-۲ میکرون) هم از نظر اندازه و هم چسبندگی مقاومت کمی در برابر پاشمان دارند. نتایج آزمایشات Iorkua و همکاران (۲۰۱۲) نیز این مطلب را تأیید می‌کند.



شکل ۱- مقایسه میانگین پاشمان پذیری ذرات اولیه خاک تحت باران‌های شبیه‌سازی شده

شکل ۲ تأثیر شیب سطح بر میزان پاشمان ذرات اولیه رانشان می‌دهد که منحنی شن (الف) حالت نزولی دارد و کمترین میزان پاشمان در شیب ۴۰ درصد (۴۴/۱۹) می‌باشد. منحنی ذره‌سیلت (ب) به طور کلی با افزایش شیب حالت افزایشی را نشان می‌دهد ولی در شیب‌های بالا (۳۰-۴۰ درصد) کاهش می‌یابد منحنی رس (ج) حالت مشخصی ندارد و الگوی یکنواخت ندارد. یوسفی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی فرسایش پاشمانی در شیب‌ها و کاربری‌های مختلف پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش شیب از ۵ به ۱۵ درصد، میزان پاشمان از ۰۵/۲۶ گرم بر مترمربع به ۸۹/۲۸ گرم بر مترمربع رسید.



شکل ۲- تأثیر شیب سطح بر میزان پاشمان ذرات شن (الف)، سیلت (ب) و رس (ج)



منابع

- جمالی، ع.الف.، مروتی، الف. و هاشمی، ف. ۱۳۹۲. رابطه‌ی کاربری اراضی با فرسایش و بافت خاک در حوزه ی آبخیز چادگان. نهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۹-۷.
- اکبری، س.، واعظی، ع. و محمدی، م.ح. ۱۳۹۲. رابطه‌ی بین فرسایش پاشمانی و ویژگی‌های خاک در برخی خاک‌های مناطق نیمه‌خشک. کنفرانس بین المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا، ۲، ۵-۶.
- یوسفی، الف.، فرخیان فیروزی، الف. و مقدم، ب. ۱۳۹۲. استفاده از دستگاه چند متغیره جهت تعیین میزان فرسایش پاشمانی. دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست، ۲، ۵-۶.
- Brodowski R. ۲۰۱۳. Soil detachment caused by divided rain power from raindrop parts splashed downward on a sloping surface. *Catena*, ۱۰۵, ۵۲-۶۱.
- Fu S., Liu B., Liu H. and Xu, L. ۲۰۱۱. The effects of slope on inter rill erosion at short slopes. *Catena*, ۸۴, ۲۹-۳۴.
- Iorkua S.A., Oche, C.Y. ۲۰۱۲. Effects of rainfall intensity and slope angle on splash erosion in Makurdi, Benue State. *Global journal of pure and applied science*, ۱۸: ۳-۴.
- Legout C., Legue'dois S., Le Bissonnais Y. and Malam Issa O. ۲۰۰۵. Splash distance and size distributions for various soils. *Geoderma*, ۱۲۴: ۲۷۹-۲۹۲.
- Leguedois S., Planchon O., Legout C., and Bissonnais Y.L. ۲۰۰۵. Splash projection distance for aggregated soils: theory and experiment. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۹: ۳۰-۳۷.
- Morgan R. P. C. ۲۰۰۷. Field studies of rainsplash erosion. *Earth Surf. Process*, ۳: ۲۹۵-۲۹۹.
- Planchon O., Esteves M., Silvera N., Lapetite J.M. ۲۰۰۰. Raindrop erosion of tillage induced microrelief: Possible use of the diffusion equation. *Soil Tillage Res*, ۵۶: ۱۳۱-۱۴۴.
- Van dijk A.I.J.M., Mecsters A.G.C.A. and Bruijnzeel L.A. ۲۰۰۲. Exponential distribution Theory and The interpretation of splash detachment and transport experiment. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۶: ۱۴۶۶-۱۷۴۳.

Abstract

Splash erosion is recognized as the first stage in the process of erosion that results in bombardment of the soil's surface with rain drops. In this study, splash erosion was determined in a medium soil texture on different slope steepness consisted of zero, ۱۰, ۲۰, ۳۰, and ۴۰% using the completely randomized design with three replicates. The splash rate was determined with the help of flumes with ۳۲ cm ۵۰ cm dimensions with ۷ cm height exposed to simulated rainfalls, ۴۵ mm h⁻¹ for ۳۰ min. Substantial difference was found among the primary soil particles in the splashability characteristics. In general, clay had the highest splash rate and sand appeared the lowest value. The splash rate was strongly affected by the slope steepness ($p < 0.001$). With an increase in the slope steepness, the splash rate significantly increased. Sand fraction contrary to other soil fractions showed lower splashability with increasing slope steepness.



تأثیر جهت و موقعیت روی شیب بر برخی از ویژگی‌های خاک در منطقه نیمه‌خشک

زهرا بیات^۱ و علی‌رضا واعظی^۲
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

فرسایش خاک به وسیله آب یکی از مهم‌ترین پدیده‌های تخریب خاک در سطح زمین می‌باشد. درجه و جهت شیب از مهم‌ترین فاکتورهای کنترل‌کننده هدررفت خاک و آب در دامنه‌ها می‌باشد. این مطالعه به منظور بررسی خصوصیات خاک در موقعیت‌های مختلف در دو جهت شیب (شمالی و جنوبی) انجام گرفت. نمونه‌های خاک از دو عمق (صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر) در چهار موقعیت با فاصله دو متری در طول شیب در دو تکرار برداشت شدند. میزان فرسایش سطحی در دامنه‌های جنوبی به طور متوسط حدود ۲۳ درصد بیش‌تر از دامنه‌های شمالی بود. میزان شن در اثر فرسایش سطحی در طول دامنه‌ها به شدت کاهش یافت، با این وجود سیلت و رس الگوی متفاوتی نشان داد. واژه‌های کلیدی: توزیع اندازه ذرات، جهت شیب، فرسایش خاک

مقدمه

فرسایش خاک به وسیله آب مهم‌ترین نوع فرسایش خاک در دامنه‌ها می‌باشد. این پدیده شامل فرایندهای جداسازی، انتقال و رسوب ذرات خاک توسط قطرات باران و جریان رواناب سطحی است (Flanagan, ۲۰۰۲). در حال حاضر فرسایش خاک هر ساله حدود هزار هکتار از اراضی کشور را تخریب می‌کند. یکی از انواع مهم فرسایش آبی، فرسایش ورقه‌ای است. عوامل متعددی بر شدت فرسایش ورقه‌ای تأثیر می‌گذارند. این فاکتورها شامل ویژگی‌های باران (اندازه قطرات، مقدار و شدت بارندگی)، ویژگی‌های خاک (بافت، ساختمان، پایداری خاکدانه، جرم مخصوص و رطوبت خاک) و شرایط سطح زمین از جمله (شیب و پوشش گیاهی) است. (Sharma, ۱۹۹۶) ویژگی‌های مختلف خاک از طریق تأثیر بر توزیع نیروهای فرساینده و همچنین نفوذپذیری خاک، بر قابلیت جدا شدن ذرات اثر می‌گذارند (Dlamini, ۲۰۱۰). انتقال‌پذیری ذرات رسوب و میزان جذب مواد مغذی و آلاینده توسط آن‌ها، فرآیندی انتخابی است. از این رو، علاوه بر اهمیت تولید رسوب، مطالعه توزیع اندازه ذرات رسوب نیز مهم و ضروری می‌باشد (Heng, ۲۰۱۱). فرسایش خاک پدیده‌ای دینامیک است که برای درک بهتر آن، لازم است تغییرات مکانی و زمانی فرایندهای مرتبط با آن مورد توجه قرار گیرد (Mahmoodabadi and Sirjani, ۲۰۱۳). در طی و پس از وقوع فرسایش، توزیع اندازه ذرات در معرض فرسایش تغییر می‌کند. فرسایش آبی ممکن است با ایجاد تغییر در توزیع اندازه ذرات خاک، موجب بازتوزیع اندازه ذرات موجود در لایه سطحی خاک شود و می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای باعث تخریب خصوصیات خاک گردد (Pieri et al, ۲۰۰۹). ذراتی که کمتر توسط جریان حمل می‌شوند، بیش‌تر در سطح خاک باقی مانده و در مقابل، بستر خاک از ذراتی که بیشتر حمل شده‌اند، تخلیه می‌شود. در فرسایش سطحی یکی از موارد حائز اهمیت شسته شدن ذرات ریز و به جا ماندن ذرات درشت‌تر است که موجب روشن‌تر شدن رنگ خاک در محل‌های شسته شده نسبت به خاک طبیعی فرسایش نیافته می‌گردد.

توپوگرافی نیز به عنوان یکی از عوامل خاک‌سازی از دیدگاه جهت و موقعیت شیب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مؤثر است (سرشوق و همکاران، ۱۳۹۱). شیب‌های روبه‌آفتاب معمولاً نسبت به شیب‌های پشت به آفتاب، فرسایش بیش‌تری ایجاد می‌کنند. در نیم‌کره شمالی شیب‌های روبه جنوب به دلیل آفتاب‌گیر بودن دارای پوشش گیاهی کم‌تری هستند که از عمده دلایل بالا رفتن فرسایش خاک نسبت به شیب‌های روبه شمال می‌باشد. در طول دامنه‌ها با افزایش فاصله از رأس شیب به دلیل فرسایش خاک، انتقال ذرات ریز سطحی از بالا دست شیب و تجمع آن در بخش‌های پایینی شیب صورت می‌گیرد. رواناب سطحی ذرات ریز رس و سیلت را از موقعیت‌های مرتفع و شیب‌دار شسته و در پای دامنه‌ها رسوب می‌دهد و این عامل موجب کاهش درصد رس و افزایش درصد شن در موقعیت‌های شیب‌دار می‌شود (Heng, ۲۰۱۱). فرسایش سطحی خاک موجب کاهش شدید مواد آلی، کیفیت خاک و قدرت باروری خاک می‌شود (بامری و همکاران، ۱۳۹۰).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محدوده‌ی ۲۵ کیلومتری غرب زنجان در منطقه یامچی واقع در طول جغرافیایی ۴۸ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی انجام شد. اقلیم منطقه بر اساس روش طبقه‌بندی دومارتن به صورت نیمه‌خشک بود. در این مطالعه درجه و جهت شیب منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی منطقه توسط نرم افزار ArcGIS استخراج شد. با بررسی

عکس هوایی، دامنه‌های رو به جنوب و رو به شمال که در امتداد هم قرار داشتند و دارای شیب کم‌تر از ۵۰ درصد بودند، برای نمونه برداری خاک انتخاب شدند. بر این اساس دامنه‌های با جهت غالب شمال و جنوب با شیب‌های بین ۱۰ تا ۴۰ درصد انتخاب شد. در هر دامنه در چهار موقعیت با فاصله دو متر در طول شیب از دو عمق صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام شد. آنالیزهای انجام شده شامل توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتر، واکنش خاک به روش پتانسیومتری، ماده آلی به روش والکی بلاک، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک بودند. به منظور بررسی اثر جهت و موقعیت شیب بر ویژگی‌های خاک، آنالیزها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

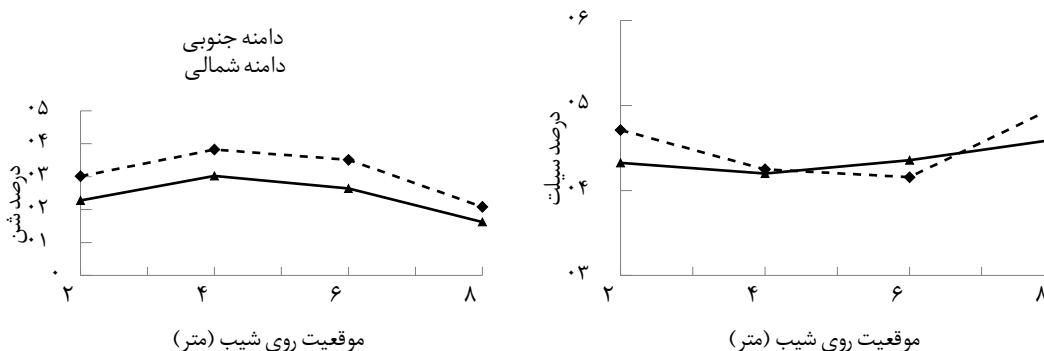
جدول ۱ مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در دو جهت شیب (شمالی و جنوبی) را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج میزان رس در دامنه شمالی ۱/۹ درصد بیش‌تر از دامنه جنوبی مشاهده شد و اختلاف میزان رس بین دو دامنه در سطح یک درصد معنی‌دار بدست آمد. میزان شن نیز ۱/۷ درصد کم‌تر از دامنه جنوبی بدست آمد و اختلاف بین دو دامنه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد که این نتایج نشان دهنده سنگین‌تر بودن بافت خاک در دامنه‌های شمالی نسبت به دامنه‌های جنوبی است و فرسایش زیاد خاک در دامنه‌های جنوبی را نشان می‌دهد. Dlamini و همکاران نیز در زیمباوه نشان دادند که در دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی به دلیل فرسایش بالای خاک ذرات درشت شن به طور میانگین مقدار بیش‌تر و رس میزان پایین‌تری داشت. میانگین ماده آلی در دامنه‌های شمالی و جنوبی به ترتیب ۸۷/۰ و ۶۴/۰ درصد بدست آمد که در هر دو جهت دامنه کم‌تر از یک درصد بود، در دامنه‌های جنوبی میزان ماده آلی ۲۳/۰ درصد کم‌تر از دامنه‌های شمالی مشاهده شد با این وجود اختلاف بین دو دامنه معنی‌دار نشد. یافته‌های پیشین نشان داد پایین بودن میزان کربن آلی در دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی، به دلیل دریافت بالای انرژی خورشیدی می‌باشد که موجب کاهش آب قابل جذب و تنک بودن پوشش گیاهی در این دامنه‌ها می‌گردد (Dlamini, ۲۰۱۰). بر اساس نتایج حاصل شده میزان شست‌وشوی ذرات ریز و فرسایش خاک در دامنه‌های جنوبی ۲۳ درصد بیش‌تر از دامنه‌های شمالی بود.

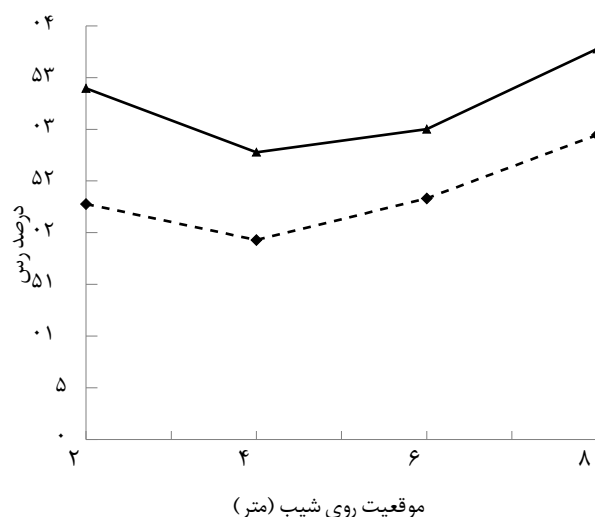
جدول ۱ - مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های خاک در دو جهت شیب (شمالی و جنوبی)

جهت شیب	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)	کربنات کلسیم (%)	ماده آلی (%)	واکنش خاک
شمالی	۳۴/۳۲	۹/۲۳	۷۳/۴۴	۴۸/۱۱	۸۷/۰	۷۳/۷
جنوبی	۳۵/۲۳	۰/۳۱	۹۱/۴۵	۳۹/۱۲	۶۴/۰	۷۶/۷
نسبت در دامنه شمالی به جنوبی	۳۸/۱**	۷۷/۰*	۹۷/۰**	۹۳/۰**	۳۴/۱**	۱/۱ ns

معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، **؛ معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ns: غیر معنی‌دار

در شکل ۱-۱ تغییرات درصد شن (الف)، سیلت (ب) و رس (ج) نسبت به موقعیت روی شیب نشان داده شده است. بر اساس نتایج در دامنه‌های جنوبی میزان شن در هر چهار موقعیت روی شیب، بیش‌تر از دامنه‌های شمالی بود که نشان دهنده فرسایش بالای ذرات ریزتر خاک سطحی در این دامنه‌ها نسبت به دامنه‌های متناظر شمالی است. نتایج مطالعات Badia و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که در اثر فرسایش، ذرات ریز خاک سطحی شسته می‌شوند همین عامل موجب می‌شود تا دانه‌بندی ذرات خاک سطحی به سمت ذراتی با قطر درشت‌تر رود در نهایت بافت خاک سطحی سبک‌تر شود.





شکل ۱-۱- تغییرات درصد شن (الف)، سیلت (ب) و رس (ج) نسبت به موقعیت روی شیب (الف) (ب) (ج)

بر اساس نتایج میزان شن در هر دو جهت دامنه در موقعیت چهار متری از رأس شیب دارای بیشترین میزان و در موقعیت انتهایی (هشت متری از رأس شیب) کمترین میزان را داشت و در میزان رس روند عکس مشاهده شد. یافته‌های Mehnatkesh و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان داد که در پایین‌ترین قسمت شیب مقدار شن به کمترین میزان و در وسط شیب به بالاترین میزان خود می‌رسد در صورتی که رس و سیلت در انتهای شیب دارای بیشترین میزان هستند. آن‌ها دلیل پایین بودن شن در انتهای شیب را رسوب ذرات ریز شسته شده از بالای شیب بیان کردند که موجب می‌شود مقدار نسبی ذرات ریز افزایش و ذرات درشت کاهش را نشان دهد. ذرات شن به دلیل داشتن قطر درشت و سنگینی ذرات نسبت به فرسایش و انتقال مقاوم‌اند همین عامل موجب شد تا در موقعیت چهار متری از رأس شیب ذرات ریز در اثر فرسایش شسته شده و کاهش یابند و ذرات درشت شن باقی مانده و مقدار آن نسبت به موقعیت دو و هشت متری از رأس شیب افزایش را نشان دهد. سیلت در هر دو جهت دامنه در موقعیت چهار متری از رأس شیب دارای کمترین میزان و در موقعیت هشت متری شیب از رأس شیب دارای بیشترین میزان بود که نشان دهنده شست‌وشوی بالای این ذرات از موقعیت‌های ابتدایی و رسوب آن‌ها در موقعیت انتهایی شیب است. همچنین میزان رسوب سیلت در موقعیت انتهایی شیب در دامنه جنوبی بیش‌تر از دامنه شمالی بود که این نتیجه نشان دهنده فرسایش زیاد دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های متناظر شمالی است.

منابع

- بامری، ا. خرمالی، ف. کیانی، ف. و دهقانی، ا. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر موقعیت‌های مختلف شیب بر روی برخی پارامترهای کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان، منطقه توشن. دوازدهمین کنگره علوم خاک. دانشگاه تبریز.
- سرشوق، م. صالحی، م. ح. و بیگی، ح. ۱۳۹۱. اثر جهت و موقعیت شیب بر توزیع اندازه ذرات خاک‌ها. در منطقه چلگرد استان چهارمحال بختیاری. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۳، شماره ۹ صفحه‌های ۷۷ تا ۳۳.
- Asadi H, Moussavi A, Ghadiri H and Rose CW. ۲۰۱۱. Flow-driven soil erosion processes and the size selectivity of sediment. *Journal of hydrology*, ۴۰۶: ۷۳-۸۱.
- Badia D, Marti C, Aznar J and Leon J. ۲۰۱۳. Influence of slope and parent rock on soil genesis and classification in semiarid mountainous environments. *Geoderma*, ۱۹۳: ۱۳-۲۱.
- Dlamini P, Orchard C, Jewitt G, Lorentz S, Titshall L and Chaplot V, ۲۰۱۰. Controlling factors of sheet erosion under degraded grasslands in the sloping lands of KwaZulu-Natal, South Africa. *Agricultural Water Management*, ۸p.
- Flanagan D, ۲۰۰۲. In: Lal, R. (Ed.), *Erosion Encyclopedia of Soil Science*. Marcel Dekker, New York, pp: ۳۹۵-۳۹۸.



- Sharma PP, ۱۹۹۶. Interrill erosion. In soil erosion conservation, and Rehabilitation, Menachem A (ed.). Marcel Dekker: New York; ۱۲۵-۱۵۲
- Heng BCP, Sander GC, Armstrong A, Quinton JA, Chandler JH and Scott CF, ۲۰۱۱. Modeling the dynamics of soil erosion and size selective sediment transport over non uniform topography in flume scale experiments. Water Resources Research ۱۱ pages
- Mahmoodabadi M and Sirjani, A, ۲۰۱۳. WEPP calibration for improved predictions of interrill erosion in semi-arid to arid environments. Geoderma, ۲۰۴-۲۰۵: ۷۵-۸۳
- Mehnatkesh A, Ayoubi SH and Jalalian A. ۲۰۱۳. Relationships between Soil Depth and Terrain Attributes in Hilly Region in Western Iran. J. Mt. Sci ۱۰: ۱۶۳-۱۷۲
- Pieri L, Bittelli M, Hanuskova M, Ventura F, Vicari A and Rossi Pisa P, ۲۰۰۹. Characteristics of eroded sediments -from soil under wheat and maize in the North Italian Apennines. Geoderma, ۱۵۴: ۲۰

Abstract

Soil erosion by water is one of the main mechanisms of land degradation worldwide. Slope steepness and aspect are the most important factor controlling soil and water losses in the hill slopes. In this study, soil characteristics were determined in different locations in two slope orientations (north and south). Soil samples were collected from two depths (۰-۵ cm and ۵-۱۵ cm) in four locations with ۲-m interval along the slope at two replicates. Surface soil erosion in south slopes was about ۲۳% bigger than the north slopes. Sand frequency on the soil surface was strongly decreased along the hill slope, while silt and clay different patterns.

بررسی پتانسیل روانگرایی خاک: مطالعه موردی ساختگاه پروژه آشیانه باند و پد بالگرد پایگاه امداد هوایی هلال احمر استان کردستان

فرزانه پارسایی^۱، مینا رسولی^۱ و صفورا اسدی کپورچال^۲
 ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

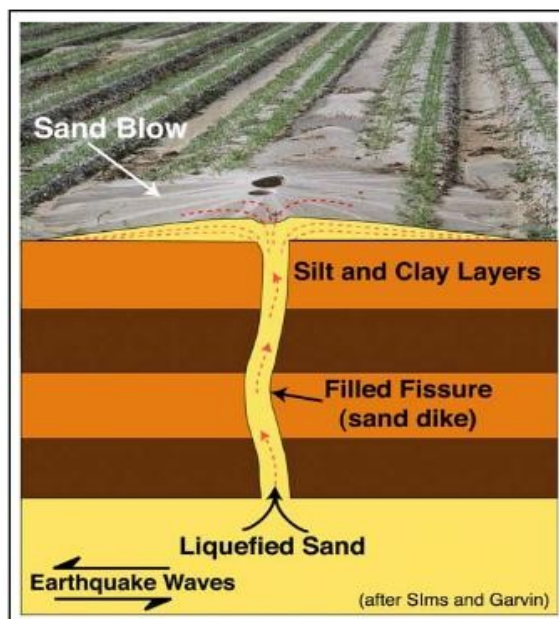
چکیده

روانگرایی خاک پدیده‌ای است که در آن خاک اشباع در اثر تنش شدیدی که به آن وارد می‌شود، مقاومت و سختی خود را به طور کامل از دست داده و به صورت سیالی غلیظ عمل می‌کند. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی پتانسیل روانگرایی خاک در ساختگاه پروژه آشیانه باند و پد بالگرد پایگاه امداد هوایی هلال احمر استان کردستان بود. بدین منظور پس از انجام بررسی‌های میدانی، تعداد ۳ گمانه حفر شده و آزمایش‌های طبقه‌بندی خاک و تعیین ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی خاک انجام شد. نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی و SPT و مقایسه آن‌ها با منحنی‌های مربوطه نشان داد که در منطقه مورد مطالعه امکان وقوع پدیده روانگرایی بسیار ضعیف می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حد روانی، خاصیت خمیری، روانگرایی خاک، مقاومت برشی

مقدمه

افزایش فشار آب منفذی در خاک‌های ماسه‌ای و لایه‌های سست اشباع در هنگام زلزله بر اثر تمایل خاک به کاهش حجم منجر به کاهش تنش همه جانبه در خاک می‌شود. در این حالت مقاومت برشی خاک به شدت کاهش می‌یابد و به مقدار صفر نزدیک می‌شود. به این پدیده روانگرایی می‌گویند. این پدیده خود را به صورت نشست‌های قابل توجه، ایجاد ترک و باز شدگی، فوران گل و آب، جوشش ماسه و تراوش آب از خلل و فرج موجود در سطح زمین نشان می‌دهد (Heider et al., ۲۰۱۴). شکل ۱ نمونه‌ای از جوشش ماسه را به صورت واقعی به همراه مکانیزم رخداد آن نشان می‌دهد. خاک روانگرا شده به صورت سیالی غلیظ عمل کرده و ممکن است سبب جابجایی‌های بزرگ در زمین شود. وضعیت روانگرایی تا زمانی که زهکش شدن اضافه فشار آب منفذی و برقراری تماس بین ذرات خاک، ادامه پیدا می‌کند (Chen et al., ۲۰۱۵).



شکل ۱- نمونه‌ای از جوشش ماسه به همراه مکانیزم ایجاد آن

در اثر این فرآیند برخی لایه‌ها در زمین متراکم شده و نشست‌های غالباً نامتقارن بر روی زمین مشاهده می‌شود. از عوامل مؤثر بر وقوع روانگرایی می‌توان به بزرگای زلزله و مدت زمان آن، تخلخل، تراکم نسبی، درصد ریزدانه و نشانه خمیری خاک و دامنه تنش برشی اعمالی پر توده خاک در زمان زلزله اشاره کرد (Seed and Idriss, ۱۹۷۱). بر اثر روانگرایی بستر طی زلزله، علی‌رغم سالم ماندن اسکلت سازه، گسیختگی و سقوط ساختمان‌ها رخ می‌دهد. سید و همکاران نشان دادند افزایش ریزدانه سبب کاهش استعداد روانگرایی خاک می‌گردد. رفتار خاک تحت اعمال بارهای تناوبی با افزایش پلاستیسیته ممکن است متفاوت باشد (Seed et al., ۱۹۸۵). ایشیهارا و کوسکی مشاهده کردند که مقاومت تناوبی خاک در صورت کم بودن محدوده پلاستیسیته (کمتر از ۱۰) تغییر نمی‌کند، لیکن برای بیش از آن افزایش می‌یابد (Ishihara and Koseki, ۱۹۸۹). روش اصلاح شده سید و همکاران و آئین‌نامه طراحی پل‌های شاهراهی ژاپن برای ارزیابی روانگرایی خاک با استفاده از آزمایش نفوذ استاندارد ((SPT به دلیل اعتبار و معمول بودن آن‌ها در مطالعات روانگرایی در ایران و سایر کشورها به کار گرفته شده است (جعفری، ۱۳۸۰). از جمله پژوهش‌های انجام شده در زمینه روانگرایی ارزیابی پتانسیل روانگرایی در خاکهای رسی سایت اجرایی ایستگاه پمپاژ جزیره مینو بود و نتایج حاصله نشان داد وضعیت خاک محل احداث سازه در حالت بینابینی قرار داشته و نمی‌توان با قطعیت پیرامون روانگرایی در خاک محل سازه ایستگاه پمپاژ جزیره مینو اظهار نظر کرد (انصاری، ۱۳۸۹). در پژوهشی دیگر سلامت پور و همکاران استعداد روانگرایی ماسه بابل‌سر با استفاده از آزمایش‌های سه محوری مونتونیکی تحت شرایط همسان و ناهمسان را ارزیابی کردند. نتایج حاکی از آن بود که وجود و یا افزایش پارامتر برشی یا اعمال تنش برشی اولیه باعث کاهش پتانسیل روانگرایی استاتیکی در ماسه تمیز بدانه بندی شده بابل‌سر خواهد شد (سلامت‌پور و همکاران، ۱۳۹۲).

تا کنون چندین مطالعه پیرامون زمین‌شناسی زون سنندج- سیرجان انجام شده است (Ghasemi and Poor Kermani, ۲۰۰۹; Moaazen, ۲۰۰۴; Masoudi and Jamshidi Badr ۲۰۰۸). هدف از انجام این پژوهش ارزیابی پتانسیل روانگرایی خاک در ساختگاه پروژه آشیانه باند و پد بالگرد پایگاه امداد هوایی هلال احمر واقع در منطقه مذکور بود.

مواد و روش‌ها

استان کردستان تحت دو عامل بارز خشکی تابستان و سرمای زمستان کوهستان‌ها قرار داشته و بخش وسیعی از استان در شرایط آب و هوای کوهستانی سرد و مدیترانه‌ای با باران بهاره قرار دارد. آب و هوای کردستان در تجزیه خاک، رویش گیاه، گسترش علف‌زار، شرایط مساعد توسعه دیم‌زار، گسترش جنگل و باغ داری نقشی مهم و تعیین کننده دارد. به دلیل وجود دیواره کوهستانی ناحیه که از نفوذ جریان‌هایی که از غرب به فلات وارد می‌شود، جلوگیری می‌کند، میزان بارندگی در استان کردستان از غرب به شرق کاهش می‌یابد. استان کردستان از دو نوع آب و هوای متمایز برخوردار بوده به طوری که در نواحی کوهستانی و دشت‌های مرتفع آب و هوای معتدل بری با زمستان‌های بسیار سرد و در دره‌ها و محدوده‌هایی از قلمرو غربی استان آب و هوا معتدل است. منطقه مورد بررسی در زون سنندج- سیرجان قرار دارد. زون ساختاری سنندج- سیرجان در شمال شرق گسل اصلی معکوس زاگرس قرار گرفته که این کمربند توسط اشتوکلین در سال ۱۹۶۸ به این نام نهاده شده است (Stocklin, ۱۹۶۸).

زون سنندج- سیرجان به صورت یک نوار باریک بین شهرهای سیرجان و اسفندقه در جنوب شرقی و ارومیه و سنندج در شمال غربی قرار دارد و در ادامه به کمربند کوهزایی Taurus در ترکیه می‌پیوندد. این کمربند توسط یک زون باریک (بیشتر از چند کیلومتر) از گسل تراستی پرشیب جدا شده است. ویژگی‌های سنگی و ساختاری سنندج- سیرجان یک گودی ژرف (Trough) و یا کافت میانه بلوک در سپر پرکامبرین ایران و عربستان است. از همین رو ویژگی‌های زمین‌شناختی آن با پهنه‌های مجاور تفاوت‌های آشکار دارد. درازای زون سنندج- سیرجان حدود ۱۵۰۰ کیلومتر و پهنای آن ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر است که از غرب دریاچه ارومیه آغاز شده و در یک راستای شمال غربی- جنوب شرقی تا گسل میناب در شمال بندرعباس ادامه می‌یابد (Alavi, ۱۹۹۴). بر اساس تقسیم‌بندی جدید این کمربند به سه زیر مجموعه کمربند همدان- تبریز، سفر- بانه و کمربند آتش‌فشانی کرتاسه سنندج تقسیم شده است که شهر سفر در کمربند سفر قرار گرفته است. این کمربند قسمتی از زون سنندج- سیرجان است که بین نهاوند و ارومیه قرار گرفته است. عرض این کمربند ۲۰- ۱۵ و طول آن ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر بوده و دارای امتداد شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشد (Azizi and Moinevaziri, ۲۰۰۹).

به منظور شناسایی لایه‌های خاک، ۳ گمانه در زمین پروژه مورد نظر حفر گردید. برای انجام عملیات حفاری از روش حفاری دورانی با مغزه گیر پیوسته استفاده شد. نمونه‌های دست‌نخورده و نمونه‌های گرفته شده از آزمایش‌های نفوذ استاندارد با رعایت شرایط لازم برای انجام آزمایش‌های مربوط به طبقه‌بندی خاک و تعیین خصوصیات مکانیکی و فیزیکی از جمله آزمایش‌های درصد رطوبت خاک، دانه‌بندی به روش الک، هیدرومتری، چگالی نسبی، حدود آتربریگ (شامل حد روانی به روش کاساگراند و حد خمیری به روش تهیه فیتله) (Klute, ۱۹۸۶) و سایر آزمایش‌های مربوط در اعماق مشخص به آزمایشگاه ارسال شد.

با توجه به اینکه گام اول در ارزیابی پتانسیل روانگرایی خاک‌ها بررسی استعداد روانگرایی در خاک محل مورد آزمایش است بنابراین استعداد روانگرایی کلیه نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد SPT در اعماق مختلف گمانه‌ها انجام گردید. بدین صورت که با شمارش تعداد ضربات برای نفوذ نمونه‌گیری استاندارد به طول ۴۵ سانتی‌متر در هر نقطه به وسیله چکش به وزن ۵/۶۳ کیلوگرم با ارتفاع سقوط ۷۶ سانتی‌متر میزان مقاومت خاک در هر نقطه مشخص شد. تعداد ضربات برای سه

مرحله نفوذ ۱۵ سانتی متری شمارش شده و عدد حاصل برای آن عمق، مجموع تعداد ضربات چکش برای نفوذ ۳۰ سانتی متر از طول نمونه گیر می باشد.

نتایج و بحث

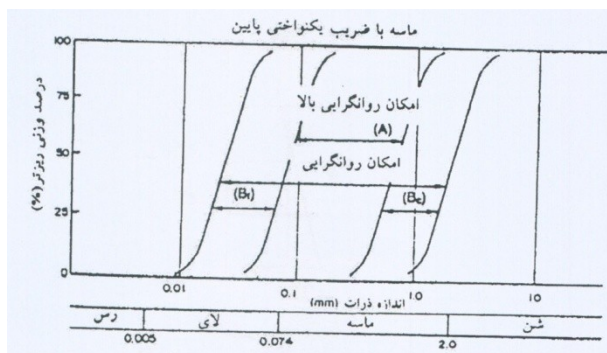
بر اساس نتایج به دست آمده متوسط حد مایع (LL)، حد خمیری (PL) و دامنه خمیری (PI) لایه ها در گمانه اول به ترتیب ۲۱، ۱۶ و ۵، در گمانه دوم به ترتیب ۲۶، ۱۷ و ۹ و در گمانه سوم به ترتیب ۲۸، ۱۸ و ۱۰ درصد می باشد. مدل هایی برای ارزیابی پتانسیل روانگرایی وجود دارد که مهم ترین آنها عبارتند از:

ارزیابی پتانسیل روانگرایی بر اساس مقایسه تنش های ایجاد شده بر اثر زلزله و مقاومت خاک
 ارزیابی پتانسیل روانگرایی بر اساس بزرگی زلزله به ریشتر و فاصله کانونی
 ارزیابی پتانسیل روانگرایی بر اساس آزمایشات سه محوری سیکلی
 ارزیابی پتانسیل روانگرایی بر اساس دانه بندی و عدد SPT

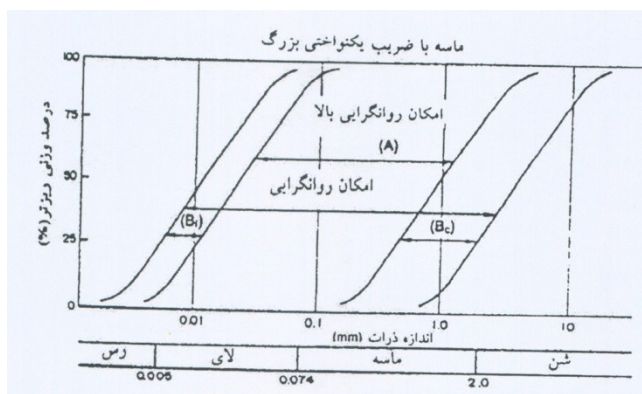
در این پژوهش ارزیابی پتانسیل روانگرایی بر اساس دانه بندی و عدد SPT انجام شد. بر اساس استانداردهای طراحی پی های ساختمان ژاپن ۱۹۷۴، شرایطی که تحت آن یک خاک روانگرا می شود و باید مورد ارزیابی قرار گیرد به شرح زیر است:

لایه خاک ماسه اشباع بین سطح زمین تا ۲۰ متری قرار داشته باشد
 وجود لایه های ماسه با دانه بندی یکنواخت و متوسط

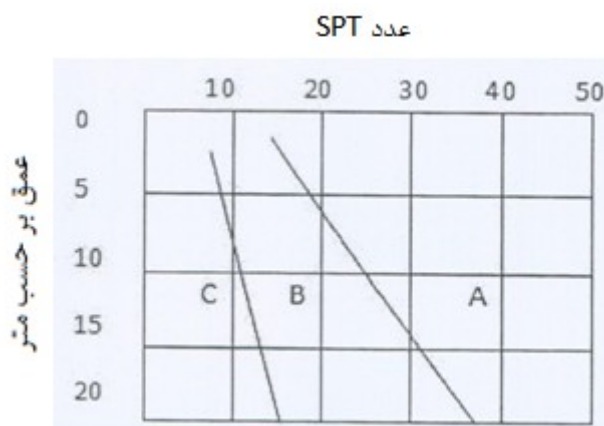
کمتر از ۵ درصد سیلت و رس آن کمتر از ۱۰ درصد باشد و به ویژه خاک تقریباً با دانه های متوسط بین ۱۵/۰ تا ۱ میلی متر باشد
 درجه تراکم پایین و مقدار SPT در شکل ۴ در ناحیه B یا C واقع شده باشد.



شکل ۲- ارزیابی امکان روانگرایی خاک با استفاده از منحنی دانه بندی (ماسه با ضریب یکنواختی پایین)



شکل ۳- ارزیابی امکان روانگرایی خاک با استفاده از منحنی دانه بندی (ماسه با ضریب یکنواختی بالا)



شکل ۴- قابلیت روانگرایی و عدد SPT

در این پژوهش با توجه به بررسی‌های میدانی صورت گرفته و نتایج دانه‌بندی (بر اساس شکل‌های ۲ و ۳) و آزمایش‌های SPT انجام شده (بر اساس شکل ۴) امکان وقوع روانگرایی خاک در منطقه مورد مطالعه بسیار ضعیف بود.

منابع

- انصاری، ز. ۱۳۸۹. ارزیابی پتانسیل روانگرایی در خاکهای رسی مطالعه موردی: سایت اجرایی ایستگاه پمپاژ جزیره مینو. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.
- جعفری، م.ک. ۱۳۸۰. گزارش نهایی مطالعات ریزپهنه بندی لرزه ای جنوب تهران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله (IIIES)، شورای پژوهش‌های علمی کشور، کمیسیون عمران و زلزله، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، برنامه ملی تحقیقات (شماره ی ثبت ۵۰۱۷)، ۱۴۶ صفحه.
- سلامت پور، س.، سلامت پور، س.، جعفریان، ی. و قربانی، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی استعداد روانگرایی ماسه بابلسر با استفاده از آزمایش‌های سه محوری مونوتونیک تحت شرایط همسان و ناهمسان. هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.
- Alavi M. ۱۹۹۴. Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: New data and interpretations. *Tectonophysics*, ۲۲۹ (۳-۴): ۲۱۱-۲۳۸.
- Azizi H. and Moinevaziri H. ۲۰۰۹. Review of the tectonic setting of Cretaceous to Quaternary volcanism in northwest Iran; *Journal of Geodynamics*, ۴۷: ۱۶۷-۱۷۹.
- Chen J., O-tani H. and Hori M. ۲۰۱۵. Stability analysis of soil liquefaction using a finite element method based on particle discretization scheme. *Computers and geotechnics*, ۶۷: ۶۴-۷۲.
- Ghasemi A. and Poor Kermani M. ۲۰۰۹. Structure of the soresat metamorphic complex, north Sanandaj-Sirjan zone, northwest Iran. *Australian Journal of Earth Sciences: An International Geoscience Journal of the Geological Society of Australia*, ۵۶: ۹۳۹-۹۴۹.
- Heider Y., Avci O., Markert B. and Ehlers w. ۲۰۱۴. The dynamic response of fluid-saturated porous materials with application to seismically induced soil liquefaction. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, ۶۳: ۱۲۰-۱۳۷.
- Ishihara K. and Koseki J. ۱۹۸۹. Cyclic Shear Strength of Fines-Containing Sands. *Earthquake and Geotechnical. Engrg.*, Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Tokyo, ۱۰۱-۱۰۶.
- Klute A. ۱۹۸۶. *Methods of Soil Analysis. Part ۱. Physical and Mineralogical Methods.* Soil Science Society of America, Wisconsin, USA.
- Masoudi F. and Jamshidi Badr M. ۲۰۰۸. Biotite and hornblende composition used to investigate the nature and thermobarometry of pichagchi pluton, northwest Sanandaj-Sirjan metamorphic belt, Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran* ۱۹(۴): ۳۲۹-۳۳۸.



- Moazzen M. ۲۰۰۴. Chlorite-chloritoid-garnet equilibria and geothermometry in the Sanandaj-Sirjan metamorphic belt, southern IRAN. Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A, ۲۸: ۶۵-۷۸.
- Seed H.B. and Idriss I.M. ۱۹۷۱. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. Journal of the soil mechanics and foundations division, ۷۹(۹): ۱۲۴۹-۱۲۷۳.
- Seed H.B., Tokimatsu K., Harder L. and Chung R. ۱۹۸۵. Influence of SPT Procedures in Soil Liquefaction Resistance Evaluations. Journal of geotechnical engineering, ۱۱۱(۱۲): ۱۴۲۵-۱۴۴۵.
- Stocklin J. ۱۹۶۸. Structural history and tectonics of Iran. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, ۵۲: ۱۲۲۹-۱۲۵۸.

Abstract

Soil liquefaction describes a phenomenon where by a saturated or partially saturated soil substantially loses strength and stiffness in response to an applied stress, causing it to behave like a viscous fluid. The objective of this study was to investigate the soil liquefaction potential in the project site of band hangar and helicopter pad of Red Crescent in Kurdistan province. For this purpose, after field studies, three boreholes were drilled and soil classification experiments and determination of mechanical and physical properties of soils were done. The results of soil particle size distribution and SPT and their comparison with related curve indicated that possibility of liquefaction phenomenon in the region is very weak



اثر آلودگی سرب روی خصوصیات فیزیکی خاک های زئولیتی و بنتونیتی

حکیمه عباسلو^۱ و سمیه بختیاری^۲
۱- استادیار بخش مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان، ۲- دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده

خاکها و آبهای سطحی و زیر زمینی بطور پیوسته توسط مولفه های فلز سنگین آزاد شده از طریق منابع مختلف طبیعی و مصنوعی آلوده میشوند؛ بررسی پاسخ خاک به این تغییرات، جهت استفاده بهینه و بهبود خاک ضروری می باشد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تاثیر آلاینده سرب بر روی برخی خواص فیزیکی مهم خاک های مخلوط و ریز دانه (زئولیت و بنتونیت) انجام گردید. خاک ها به مدت ۱۸۰ روز توسط تیمار سرب با غلظت های مختلف تیمار شدند و تغییرات خصوصیات فیزیکی مهم خاک ها مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج کلی بیانگر افزایش در مقاومت و کاهش حدود انقباض و رطوبت بهینه خاک بود. علت اصلی تغییرات می تواند جذب آلاینده کاتیونی توسط رس و کربنات های با pH بالا و فولوکوله شدن ذرات و تولید خاکدانه های بزرگتر باشد. شیب تغییرات در غلظت های کم، زیاد بوده و با افزایش غلظت از میزان شیب کاسته شده است. کلمات کلیدی: زئولیت، بنتونیت، آلاینده سرب، خواص فیزیکی

مقدمه

تخریب و آلودگی محیط زیست، ثمره ی جوامع صنعتی و یکی از ره آوردهای صنعتی شدن اجتماعات بشری است. در حال حاضر یکی از چالش های اساسی در زمینه محیط زیست، افزایش تدریجی غلظت فلزات سنگین در خاک به سبب عدم تجزیه آنها توسط میکرو ارگانیسم ها می باشد. در سال های اخیر ژئوتکنولوژی زیست محیطی به عنوان علم میان رشته ای با هدف و پیش بینی و تحلیل و حل مشکلات ژئوتکنیک مربوط به تاثیر عوامل محیطی، پدید آمده است (Manassero and Deangeli, ۲۰۰۲). در ابتدا، رفتار سیستم آب-خاک بوسیله (۱) نوع و مقدار کانی های رسی، (۲) طبیعت سیال منفذ، (۳) کاتیونها و آنیونها همراه، و (۴) ماده آلی کنترل می شود (Mohammed and Antia, ۱۹۹۸). تعامل و اثر متقابل آب و خاک روی خصوصیات خاک ها به طور نسبی اثر می گذارد. اگر چه اثرات آلاینده ها روی خاک ها پیچیده هستند، اما اگر فاکتورهای مختلف جداگانه و مستقل بررسی شوند؛ درک آن بهتر خواهد بود. اثرات ممکن است برای انواع خاک ها متفاوت باشد. اثر روی خاک های رسی مختلف بوسیله آلاینده ها به صورت زیر بررسی می شود: الف- ویژگی شاخص های خاک، ب) رفتار تغییر حجم، ج) مقاومت برشی، و د) نفوذپذیری (Ouhadi and Amiri, ۲۰۱۱; Li et al., ۲۰۱۵). پاتل (۲۰۱۴) حدوداً برای تراکم راری یک خاک مزرعه آلوده به پنبه انجام دادند. آلودگی خاکها به صورت مصنوعی بودند و آلودگیها شامل باریم (۷/۴۷۱ mg/kg)، کروم (۲/۳۰۵ mg/kg)، روی (۱۳۹ mg/kg)، مس (۵/۱۳۷ mg/kg)، نیکل (۷۹ mg/kg)، کبالت (۳/۵۱ mg/kg)، وانادیم (۳/۰۸ mg/kg)، و استرانسیم (۹/۳۱۷ mg/kg) بودند. نتایج نشان داد که افزایش عناصر سنگین، وزن مخصوص و رطوبت بهینه را کاهش داده است. همچنین آلودگی حدروانی، حد خمیری، و ماکزیم دانسیته خشک را کاهش داده است. تحقیقات گسترده ای در ارتباط با آلودگی خاک، هوا و آب وجود دارد؛ اما تلاش های کمی در ارتباط با تعیین چگونگی پاسخ های خاک به این مواد سمی و خطرناک انجام شده است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی چگونگی پاسخ خاک های ریزدانه زئولیتی و بنتونیتی به غلظت های مختلف آلاینده سرب، توسط بررسی برخی خواص فیزیکی خاک ها، صورت پذیرفت.

مواد و روش ها نمونه گیری

زئولیت: زئولیت سیلیسی تهیه شده از معدن سمنان
بنتونیت: بنتونیت سیلیسی تهیه شده از معدن حاجی آباد استان هرمزگان
خاک درشت دانه: خاک درشت دانه دانشگاه صنعتی سیرجان
نمونه های مورد استفاده و ترکیب آنها در جدول ۱ آورده شده اند. کلیه نمونه ها توسط نترات سرب با غلظت های ۵۰۰ ppm و ۱۰۰۰ ppm به عنوان آلاینده فلز سنگین، به مدت ۱۸۰ روز تیمار شدند.

جدول ۱- ترکیب نمونه های خاک مورد استفاده در مطالعه

نمونه	درصد ریزدانه	درصد درشت دانه	نوع ریزدانه	نوع درشت دانه
۱	۱۰۰	۰	بنتونیت	-



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۲	۱۰۰	۰	زئولیت	-
۳	۶۰	۴۰	بنتونیت	شن و ماسه و لای (اغلب کوارتز، کربنات و فلدسپات)
۴	۶۰	۴۰	زئولیت	شن و ماسه و لای (اغلب کوارتز، کربنات و فلدسپات)

آزمایشات فیزیکی

حد روانی بوسیله روش کاساگرانده بر اساس (ASTM D4318-10 (2010) روی نمونه های خاک عبوری ۴۲۵/۰ میلیمتر تعیین خواهد شد. حد خمیرایی بوسیله روش رول کردن فتیله بر اساس روش (ASTM D4318-10 (2010) انجام میشود. نشانه (شاخص) خمیرایی به صورت تفاوت بین حد روانی و خمیرایی محاسبه شده است. آنالیز اندازه ذرات به روش هیدرومتر روی ذرات عبوری از الک مش ۱۰ انجام خواهد گرفت (ASTM D422, 2007). جهت برآورد رطوبت بهینه و حداکثر وزن مخصوص خشک تراکم به روش استاندارد روی نمونه ها بررسی و اندازه گیری میشود (ASTM D698, 2012) و بر اساس رطوبت بهینه خاک ها به روش استاندارد متراکم و مقاومت فشاری تک محوری آنها بر اساس استاندارد (ASTM D2166-66, 2006) مورد بررسی قرار گرفت. محتوای رطوبت خاک به روش خشک کردن در آون اندازه گیری و به صورت درصد وزن خشک آن بیان خواهد شد. وزن مخصوص ذرات (Gs) به روش پیکنومتر آب ASTM D854 (2014) تخمین زده میشود.

آزمایشات میکروسکوپی

تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (Zeiss-DSM 950) خاک های مختلف و در تمیازهای مختلف آلاینده، با هدف بررسی تغییرات اندازه ذرات و شکل خاکدانه ها مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج

خصوصیات فیزیکی خاک ها و همچنین طبقه بندی آنها بر اساس سیستم وزارت جهاد کشاورزی آمریکا (United State Department of Agriculture: USDA) در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج جدول، درصد رس در همه خاک ها پس از تیمار کاهش یافته است و با افزایش آلودگی، کاهش ادامه یافته است. و میزان درصد لای در خاکهای بنتونیت پس از تیمار افزایش یافته و در سایر خاک ها کاهش یافته است و درصد شن در خاکها افزایش نشان داده است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

ردیف	رس لای %	شن	طبقه بندی USDA	حد خمیریایی %	حد روانی	شاخص خمیریایی	فعالیت	وزن مخصوص ذرات خاک (Gs)
بدون تیمار (ppm ۰)								
درشت دانه+زئولیت	۸	۳۸	Sandy loam-loam	۵۴				۲۴/۲
درشت دانه+بنتونیت	۱۲	۵۲	Silt loam	۳۶				۵۸/۲
زئولیت	۱۴	۵۹	Silt loam	۴۴	۵۵	۱۱	۷۹/۰	۰۹/۲
بنتونیت	۲۵	۶۱	Silty clay loam	۴/۲۹	۱۰۵	۶/۷۵	۰۲/۳	۵۵/۲
تیمار ۵۰۰ ppm								
درشت دانه+زئولیت	۵	۲۰	Sandy loam	۷۵				
درشت دانه+بنتونیت	۸	۳۸	Sandy loam	۵۴				
زئولیت	۱۰	۱۱	Loamy sand	۴۱	۴۹	۸	۸/۰	
بنتونیت	۱۹	۶۳	Silt loam	۲۷	۵/۹۳	۵/۶۶	۵/۳	
تیمار ۱۰۰۰ ppm								
درشت دانه+زئولیت	۴	۱۴	Sand	۸۲				
درشت دانه+بنتونیت	۵	۴۶	Sandy loam	۴۹				
زئولیت	۷	۷	Loamy sand	۵/۴۱	۵۰	۵/۸	۲/۱	
بنتونیت	۱۵	۶۵	Silt loam	۲۷	۲/۸ ۹	۲/۶۲	۱۵/۴	

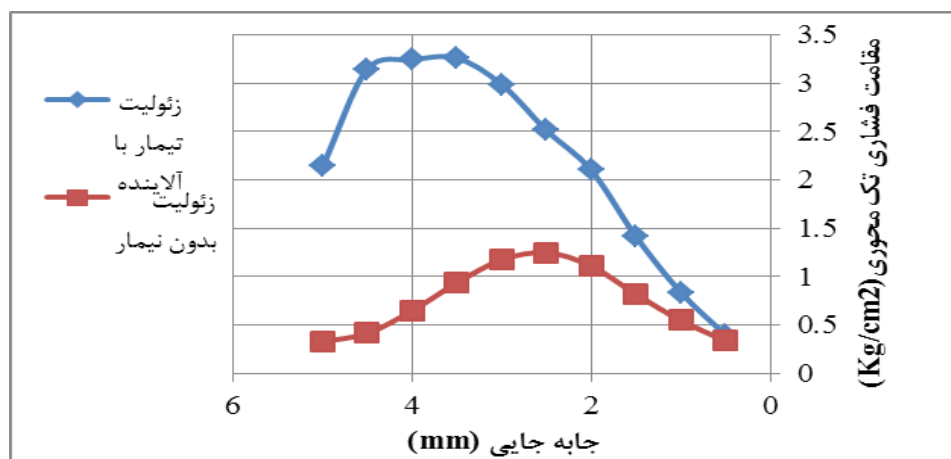
جدول ۲- خصوصیات فیزیکی مختلف خاک ها در تیمارهای ۵۰۰، ۰ و ۱۰۰۰ ppm

بر اساس نتایج جدول ۳، رطوبت بهینه پس از تیمار در کلیه خاک ها کاهش نشان داده است. وزن مخصوص خشک پس از آلوده شدن خاک، افزایش یافته است؛ اما این افزایش ناچیز می باشد.

جدول ۳- تراکم استاندارد برخی از خاک های مورد بررسی (تیمار ۰ و ۱۰۰۰ ppm)

نوع خاک*	رطوبت بهینه %	ماکزیمم وزن مخصوص خشک KN m ^{-۲}
رئولیت (۰)	۲۲	۰/۱۶
زئولیت (۱)	۱۸	۷/۱۶
بنتونیت (۰)	۷/۲۵	۴/۱۷
بنتونیت (۱)	۴/۲۰	۸/۱۸
درشت دانه و زئولیت (۰)	۰/۱۲	۰/۱۹
درشت دانه و زئولیت (۱)	۵/۱۰	۲/۱۹

عدد (۰) نشان دهنده خاک بدون تیمار الاینده فلز سنگین و عدد (۱) نشان دهنده خاک با تیمار فلز سنگین ۱۰۰۰ ppm می باشد. تغییرات مقاومت فشاری خاک های زئولیتی (تیمار های ۰ و ۱۰۰۰ ppm) در شکل ۱ نشان داده شده است



شکل ۱- تغییرات مقاومت فشاری تک محوری خاک ریزدانه زئولیتی قبل و بعد از تیمار با آلایند سرب ۱۰۰۰ ppm

بحث و نتیجه گیری

جذب آلایند های زیست محیطی توسط کانی های مختلف رسی موجب تغییر خواص سطح، همچون فولوکوله، تراکم و کاهش تورم می شود (Ouhadi and Amiri, ۲۰۰۸). همچنین کانی های کربناتی در خاک، به صورت ذرات ریز، در متن پولک های رسی و یا با پوشش دادن سطوح در خاک وجود دارند. کانی های کربناتی نقش مهمی در جذب و نگهداری فلزات سنگین ایفا می کنند (Yong et al., ۱۹۹۲). در پ هاش پایین، ترکیبات کربناتی در نمونه های خاک تجزیه شده موجب می شود که سطح فعال بیشتری در فرایند تبادل شرکت نماید (Ouhadi and Amiri, ۲۰۱۲). در اثر حلالیت فاز کربنات و تمایل یون H^+ به جذب در سطح رس، جذب آلایند های فلزی سنگین کاهش می یابد (Ouhadi and Amiri, ۲۰۱۲). در حالی که در پ هاش بالا کلیه اجزای خاک در فرایند نگهداری آلایند های فلزی سنگین شرکت می کنند. معمولاً در پ هاش های بزرگتر از ۵، فاز کربناتی بر روند نگهداشت آلودگی تاثیر ویژه ای می گذارد. هنگامیکه pH سیستم خاک به ازای افزودن اسید به سرعت کاهش یابد؛ با این تغییرات می توان نتیجه گرفت که خاک دارای توانایی کمی برای نگهداری آلایند است (Yong et al., ۱۹۹۲). تحقیقات نشان میدهد که ظرفیت بافرینگ خاکها به مقدار زیادی از ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان کربنات موجود خاک تاثیر می پذیرند (Elzhabi and Yong, ۲۰۰۱).

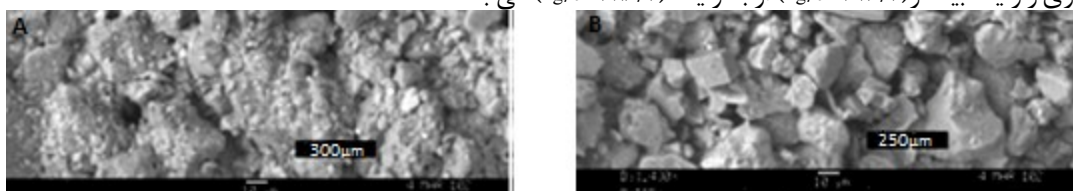
مکانیسم غالب جذب سطحی فلزات در یک محیط متخلخل، کشش و جذب خاک برای فلزات با بار مثبت می باشد. مکانیسم جذب سطحی، معمولاً به صورت تبادل یونهاست؛ به طوریکه کاتیونهای فراوان طبیعی مانند گروه I, II شامل H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} و غیره جذب بارهای منفی روی سطح رس می شوند و با فلزات سنگین تبادل می شوند. نتایج بدست آمده از مطالعه جذب سطحی نشان دهنده مناسب بودن رسها به عنوان موانع مواد برای به دام انداختن حرکت موادی مانند سرب می باشد (Malathy and Muttharam, ۲۰۱۳).

یک رفتار تیبیک رسها این می باشد که تغییر در خواص آنها به دلیل تغییر در ضخامت لایه دوگانه پخشیده می باشد (Mitchell, ۱۹۹۳). با افزایش کاتیونها ضخامت لایه دوگانه پخشیده کاهش می یابد، بنابراین علت کاهش در رطوبت حد روانی و خمیریایی می تواند به دلیل کاهش ضخامت لایه دوگانه پخشیده با افزایش غلظت سرب باشد. حدود اتربرگ می تواند به عنوان یک نماینده بر رفتار خاک رس استفاده شود. همچنین این عامل می تواند با خواص مهندسی مختلف مانند نفوذپذیری، کاهش و رفتار تورم، مقاومت برشی، و تراکم خاک ارتباط برقرار کند. از سوی دیگر، جذب سرب در خاک رس باعث جا به جایی یون H^+ و باعث لخته شدن، افزایش مقاومت و کاهش رطوبت بهینه گردد. با آلودگی خاک رس توسط سرب، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیریایی کاهش یافته است. اما شدت کاهش در تیمار ۵۰۰ ppm بیشتر از ۱۰۰۰ ppm می باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده، در خاک های ریز دانه درصد رس پس از تیمار با آلایند کاهش یافته است؛ به طوریکه در بنتونیت از ۲۵ درصد به ۱۵ درصد و در زئولیت از ۱۴ درصد به ۷ درصد کاهش یافته است. میزان لای در خاک ریز دانه بنتونیتی پس از تیمار

افزایش یافته و در ریزدانه زئولیتی کاهش یافته است. در خاک های مخلوط درشت دانه و ریز دانه، درصد رس و لای کاهش یافته، اما درصد شن افزایش یافته است. احتمالاً سرب در جزء ریزدانه، به دلیل حضور کانی رس و کاتیون سرب، سبب فولوکوله شدن ذرات شده و جزء درشت دانه افزایش پیدا کرده است. همچنین معمولاً در پ هاش های بزرگتر از ۵، فاز کربناتی بر روند نگهداشت آلودگی تاثیر ویژه ای می گذارد. خاک های مورد نظر قلیایی بوده و جذب آلاینده افزایش بیشتری داشته است.

مقاومت فشاری تک محوری خاک رس، به علت الودگی خاک با سرب افزایش می یابد. و بیشترین مقاومت در قبل از تیمار مرتبط با حضور رس و چسبندگی آنها بوده است؛ با افزایش غلظت آلاینده جزء درشت دانه افزایش یافته و اصطکاک بین ذرات بیشتر و مقاومت افزایش نشان داده است. بیشترین مقاومت پس از تیمار توسط آلاینده مربوط به زئولیت می باشد. مدل های لانگمویر و فروندلیخ، هم دماهای جذب سرب به وسیله زئولیت و بنتونیت را به خوبی توصیف می کنند. زئولیت در شرایط شیمیایی مشابه مقادیر بیشتری سرب را نسبت به بنتونیت جذب می کند (حمید پور، ۱۳۸۸). بنابراین با افزایش آلودگی مقاومت فشاری تک محوری زئولیت بیشتر (۲۶/۳ kg/cm²) از بنتونیت (۸۶/۲ kg/cm²) می باشد.



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی خاک بنتونیت (A) بدون آلاینده سرب و (B) آلاینده سرب ۱۰۰۰ ppm به طور کلی، آلودگی خاک تغییرات محسوسی در خواص فیزیکی و مکانیکی خاک از طریق کاهش لایه مضاعف دوگانه و لخته شدن ذرات با افزایش جذب سطحی سرب، داشته است. این تغییرات خود را به صورت افزایش اندازه خاکدانه و منافذ بین ذرات (شکل ۲) نشان داده است.

منابع

- حمید پور، م. ۱۳۸۸. جذب و واجذب کادمیم و سرب به وسیله کانیهای بنتونیت و زئولیت. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Amouei A.I., Mahvi A.H. and Naddafi K. ۲۰۰۶. Effect on heavy metals Pb, Cd and Zn availability in soils by amendments. J Babol University of Medical Sciences, ۷: ۲۶-۳۱.
- ASTM D۲۴۳۵ / D۲۴۳۵M-۱۱. ۲۰۱۱. Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM D۴۲۲-۶۳(۲۰۰۷) e۲. ۲۰۰۷. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM D۴۳۱۸-۱۰e۱. ۲۰۱۰. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM D۸۵۴-۱۴. ۲۰۱۴. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- Elzahabi M. and Yong R.N. ۲۰۰۱. Soil acidification effect on some physico- chemical soil properties of clayey material" Geoenvironmental Impact Management, Ed. By Yong and Tomas, Tomas Telford, London, pp. ۲۷۷-۲۸۵.
- Li J.S., Xue Q., Wang P. and Li Z. ۲۰۱۵. Effect of Lead (II) on the mechanical behavior and microstructure development of a Chinese clay. Applied Clay Science, ۱۰۵-۱۰۶: ۱۹۲-۱۹۹.
- Malathy J.M. and Muttharam. M. ۲۰۱۳. Behaviour of lead on clayey soil. Proceedings of Indian Geotechnical Conference, December ۲۲-۲۴, Roorkee.
- Manassero M. and Deangeli C. ۲۰۰۲. Education in Environmental Geotechnics. Proc. of Indian Geotechnical Conference, vol. ۲. Allahabad, India, pp. ۸۴۰-۸۴۸. A.M.O. Mohamed, H.E. Antia. ۱۹۹۸. Geoenvironmental Engineering. Elsevier, AP - Science - ۷۰۶ pages.
- Mitchell J.K. ۱۹۹۳. Fundamentals of Soil Behaviour. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Mohamed A.M.O. and Anita H.E. ۱۹۹۸. Developments in Geotechnical Engineering. Geoenvironmental Engineering, Elsevier, Amsterdam. ۷۰۷ p.
- Ouhadi V.R. and Amiri M. ۲۰۰۸. Geo-Environment behaviour of nano-clays in interaction with heavy metal contaminants. the fourth Conference on Nano-Technology, Razi University, Kermanshah.



- Ouhadi V.R. and Amiri M. ۲۰۱۱. Geo-environmental Behaviour of Nanoclays in Interaction with Heavy Metals Contaminant", Amirkabir Journal of Civil Civil, ۴۲(۳): ۲۹-۳
- Ouhadi V.R. and Amiri M. ۲۰۱۲. Capability of nano clays for environmental contaminant adsorption with specific attention to the heavy metal retention. ۹th International Congress on Civil Engineering, May ۸- Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
- Patel A.V. ۲۰۱۴. A study on Geotechnical Properties of Heavy meal Contaminated Soil. Indian Journal of Research. ۳(۶): ۶۲-۶۳.
- Yong R.N. Mohamed A.M.O. and Warkentin B.P. ۱۹۹۲. Principles of Contaminant Transport in Soils. Developments in Geotechnical Engineering, vol. ۷۳, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Abstract

Soil, surface and ground water continuously are polluted by released heavy metal components from natural and artificial sources; evaluation of the soil response to these changes is essential for efficient land-use and soil restoration. The research aims to assess the impact of lead contaminant on some physical characteristics of mix soils and fine-grained soils (zeolite, bentonite). Soils were treated with different lead (Pb) concentrations for ۱۸۰ days and changes in the physical properties of the soil samples were analyzed. The overall results indicate an increase in soil compression strength and a decrease in the optimal moisture and Atterberg Limits, as well. The adsorbed cations by the clay and soil carbonates with a high pH, particle flocculation, and forming larger aggregates are the main reasons of the observed alterations. The gradient of changes has been more in lower lead concentrations (500 ppm), while the slope with increasing lead concentration (1000 ppm) has been reduced.



معرفی مالچ جدید و سازگار با محیط زیست PistachioPAM برای تثبیت ماسه‌های روان

نعیمه سعیدی گراغانی^۱ و علیاصغر بسالت پور^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار عضو هیئت علمی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

مالچ PistachioPAM یک مالچ آلی سازگار با محیط زیست می‌باشد که از ترکیب بقایای حاصل از برداشت پسته (که تنها در شهرستان رفسنجان سالانه هزاران تن می‌باشد) با نسبت مشخصی از پلی‌آکریل‌آمید، برای نخستین بار در کشور و دنیا تهیه و تولید شده است. این مالچ، فاقد هر گونه آثار نامطلوب زیست‌محیطی است که از جمله مهم‌ترین معضلات استفاده از دیگر مالچ‌ها به ویژه مالچ نفتی است. جهت بررسی کارایی تثبیت ماسه‌های روان توسط این مالچ و نیز ماندگاری آن در طول زمان، مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی انجام شد. برای این منظور نمونه ماسه‌های روان از دشت داوران رفسنجان برداشت شد و سپس مالچ مورد آزمایش در ۳ تکرار بر روی ماسه بادی که داخل سینی‌های مخصوص دستگاه شبیه‌ساز فرسایش بادی ریخته شده بودند، پاشیده شد. به‌منظور بررسی ماندگاری مالچ نیز یک دوره آزمایش ۸ ماهه در نظر گرفته شد و تأثیر مالچ بر تثبیت ماسه‌های روان در ۳ زمان ۱، ۱۶ و ۳۲ هفته پس از مالچ‌پاشی (در ۳ تکرار) بررسی شد. نتایج نشان داد که مالچ PistachioPAM از یک‌سو با تشکیل خاکدانه‌های پایدار و درشت از ماسه بادی در سطح خاک و تشکیل یک لایه نفوذناپذیر و با مقاومت برشی بالا در سطح از سوی دیگر، سبب به صفر رسیدن میزان فرسایش بادی شد. اندازه‌گیری تغییرات ماده آلی و تنفس میکروبی در خاک پوشیده شده از مالچ در ۳ زمان مورد مطالعه نیز نشان داد که میزان تغییرات و تجزیه این مالچ آلی ناچیز و از نظر آماری ($P < 0.05$) معنی‌دار نبود که نمایان‌گر ماندگاری بالای آن در شرایط طبیعی است.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار، مالچ آلی سازگار با محیط زیست، پلی‌آکریل‌آمید، فرسایش بادی

مقدمه

فرسایش بادی در قرن حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در راستای دستیابی به توسعه پایدار و مدیریت بهینه زمین‌های کشاورزی می‌باشد که از یک‌سو باعث کاهش حاصلخیزی و عمق خاک در محل فرسایش شده و از سوی دیگر، سبب تخریب و مدفون شدن زمین‌های زراعی، ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی در خارج از محل فرسایش می‌گردد. ابعاد این خسارت‌ها بسته به شدت و دوام باد، میزان و نوع ذرات حمل شده با باد متفاوت خواهد بود (مروتی شریف‌آباد، ۱۳۸۰). خطر فرسایش بادی در مناطقی که خاک سست، خشک و برهنه بوده و بادهایی با سرعت و تکرار زیاد وجود داشته باشد، بسیار شدیدتر است (Kardous et al., ۲۰۰۵). با توجه به شرایط اقلیمی ایران، حدود ۱۴ استان در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند که با معضل فرسایش بادی روبه‌رو هستند (رفاهی، ۱۳۸۸).

توفان‌های اخیر منطقه خاورمیانه که از جمله بدترین توفان‌های نیم قرن اخیر بوده است، سبب ورود بیشترین میزان ریزگرد در سه دهه اخیر به ایران شده که ترکیب آن‌ها با آلاینده‌های شهری، ریزگردهای خطرناکی تولید می‌نماید. بی‌توجهی به این مسئله می‌تواند در آینده نزدیک علاوه بر خطر انداختن سلامتی مردم، اکوسیستم بخش عمده‌ای از مناطق کشور را دچار تغییرات بنیادین کند (حسنی و همکاران، ۱۳۹۱). با این تفاسیر لزوم کنترل فرسایش بادی، تثبیت شن‌های روان و بیابان‌زدایی در کشور بسیار حائز اهمیت می‌باشد. معمولاً در کشور ما برای کنترل فرسایش بادی و تثبیت شن‌های روان از مالچ‌پاشی استفاده می‌شود. مالچ‌های شیمیایی مورد استفاده جهت حفاظت خاک را می‌توان به دو گروه مالچ‌های نفتی و مالچ‌های شیمیایی غیرنفتی طبقه‌بندی نمود. هر یک از این مواد ممکن است فیزیکی اثر یا شیمیایی اثر بوده و یا هر دو ویژگی را با هم داشته باشند، که امروزه استفاده از مالچ‌های نفتی به شکل وسیعی به‌عنوان یکی از روش‌های شناخته شده در کنترل ماسه‌های روان مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرند (دهدشتیان، ۱۳۸۸). مالچ‌های نفتی جهت تثبیت موقت ماسه‌های روان به صورت مکانیکی مناسب است، ولی مانع از کارکرد طبیعی آن برای ذخیره ریزش‌های جوی و هم‌چنین تشدید نوسانات دمای ماسه در طول روز می‌شود. هم‌چنین مالچ‌های نفتی حاوی سرب هستند و استفاده از آن‌ها خسارت‌های زیست‌محیطی زیادی ایجاد می‌کند، به‌گونه‌ای که وزش باد در مناطق بیابانی، موجب پراکندگی این آلودگی می‌شود. هم‌چنین بررسی‌ها نشان داده است که ۸۰ درصد افرادی که اقدام به پاشش این ماده می‌کنند، دچار مشکلات ریوی می‌شوند (Jahanjoo, ۲۰۰۰; Ahmadi, ۱۹۹۶). به همین سبب و با توجه به زیان‌ها و خسارات فراوان مالچ‌های نفتی، امروزه گرایش به سمت استفاده از مالچ‌های آلی و غیرنفتی است.

با توجه به این که در محدوده استان کرمان تعداد بسیار زیادی تپه‌های ماسه‌ای دیده می‌شود که معرف وجود فرسایش شدید در منطقه است و تهدید خطر فرسایش بادی و وجود ریزگردها در بیشتر شهرها و روستاهای این استان عامل مهمی در مهاجرت مردم این منطقه می‌باشد و نیز جاده‌ها، اراضی زراعی و باغ‌های پسته توسط ذرات رسوبات مدفون شده‌اند، بنابراین می‌توان با ارائه راهکار

مناسب جهت کنترل آن، گامی مؤثر در ایجاد محیطی مناسب برای اهالی این منطقه برداشت. با توجه به این موارد و نیز با در نظر گرفتن پتانسیل‌های استان کرمان به ویژه تولید پسته در این منطقه که سرآمد کشور و حتی جهان می‌باشد، سعی بر آن شده است تا با بهره‌گیری از این پتانسیل‌ها، یک مالچ آلی که فاقد تأثیرات نامناسب زیست‌محیطی سایر مالچ‌های موجود باشد و در عین حال اثر حفاظتی مطلوب داشته باشد، طراحی و تولید شود. بنابراین مالچ PistachioPAM با هدف اصلی تولید یک مالچ ترکیبی آلی محیط زیست دوست به منظور تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از تولید گرد و غبار (که در عین حال استفاده از آن منجر به بهبود ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حاصلخیزی خاک شود و قابلیت استفاده هم‌زمان برای کنترل فرسایش بادی و آبی را داشته و دارای ماندگاری و پایداری بالا در شرایط مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد اما فاقد آثار سوء زیست‌محیطی مالچ‌های موجود در بازار (هم‌چون مالچ‌های نفتی) بوده و هزینه تولید آن به ناچیز و منطقی باشد)، طراحی و ساخته شد.

مواد و روش‌ها

مراحل آزمایشگاهی طراحی و تولید مالچ PistachioPAM

جهت ساخت مالچ PistachioPAM، ابتدا بقایای حاصل از برداشت پسته (که تنها در شهرستان رفسنجان سالانه هزاران تن می‌باشد) جمع‌آوری و سپس مواد درشت آن (شاخ و برگ درشت) جداسازی و با استفاده از دستگاه خردکن تا حد کوچکتر از ۲ میلی‌متر خرد شد. پس از آن، بقایا با نسبت مشخصی با محلول حاصل از انحلال پلیمر صنعتی PAM (که از آکریل‌آمید با خصوصیات با فرمول شیمیایی C_3H_5NO ، وزن مولکولی ۰۸/۷۱ گرم بر مول، چگالی ۱۳/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب و دمای ذوب ۵/۸۴ تهیه شده است) در آب مخلوط گردید تا بیش‌ترین کارایی را در هم‌آوری ذرات خاک (شن‌های روان) داشته باشد. پلی‌آکریل‌آمید مهم‌ترین و رایج‌ترین پلیمرهای مصنوعی محلول در آب است که به دلیل سهولت فرآیند تهیه مونومر آکریل‌آمید، مصرف فراوان و ارزان قیمت دارد. از ویژگی‌های این پلیمر، می‌توان به جذب و بقای آب در تولید پلیمر و عدم جدایی فاز در محلول‌های آبی در دمای معمولی اشاره نمود. قابلیت دستیابی به وزن‌های بالای مولکولی، قیمت مناسب، حل‌الیت در آب در شرایط متنوع، تنظیم وزن مولکولی و امکان ایجاد گروه‌های یونی از دیگر ویژگی‌های پلی‌آکریل‌آمید است. این نسبت بهینه ترکیب بقایا با محلول PAM-آب، پس از آزمایش‌های فراوان و تست آزمایشگاهی و صحرایی نسبت‌های گوناگون، حاصل شد (شکل ۱). برای تولید هر لیتر مالچ PistachioPAM تنها ۲۰۰ گرم بقایای حاصل از برداشت پسته نیاز است که در مقابل تولید سالانه هزاران تن از این ضایعات در تنها شهرستان رفسنجان استان کرمان، بسیار ناچیز می‌باشد.



شکل ۱: نمونه مالچ PistachioPAM که از ترکیب ۲۰۰ گرم بقایای حاصل از برداشت پسته (>۲ میلی‌متر) با محلول پلی‌آکریل‌آمید - آب حاصل شده است.

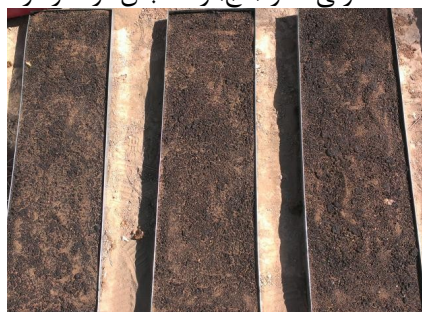
اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ PistachioPAM

برای تعیین نسبت بهینه ترکیب بقایای حاصل از برداشت پسته و محلول PAM - آب به منظور حفظ سازگاری آن با محیط زیست، باید ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آن کنترل و بهینه گردد. برای این منظور در هر بار آزمایش تعیین نسبت بهینه، برخی از ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ به روش‌های آزمایشگاهی مرسوم اندازه‌گیری و ثبت شد: ماده آلی خشک و مرطوب به روش سوزاندن تر (Nelson and Sommers, ۱۹۸۶)، و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (Klute, ۱۹۸۶)، رطوبت به روش وزنی. سپس بهینه‌ترین نسبت با در نظر گرفتن ویژگی‌های مذکور انتخاب گردید.

بررسی قابلیت تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از مالچ PistachioPAM

به منظور بررسی قابلیت استفاده از مالچ PistachioPAM برای تثبیت شن‌های روان، منطقه دشت رفسنجان انتخاب شد. دشت رفسنجان در جنوب خاوری ایران مرکزی، در محدوده‌ای با عرض جغرافیایی ۳۰°۴۵ تا ۳۰°۵۰ شمالی و طول جغرافیایی ۴۵°۵۵ تا ۲۴°۵۶ شرقی واقع شده است. در اثر فرسایش کوهستان‌های سرچشمه در جنوب و داوران در شمال و نیز ورود رسوبات همراه سیلاب‌ها به این دشت در شمال و جنوب آن، مخروط افکنه‌های بسیاری شکل گرفته‌اند. در میانه‌ی دشت در اثر رسوب‌گذاری ذرات

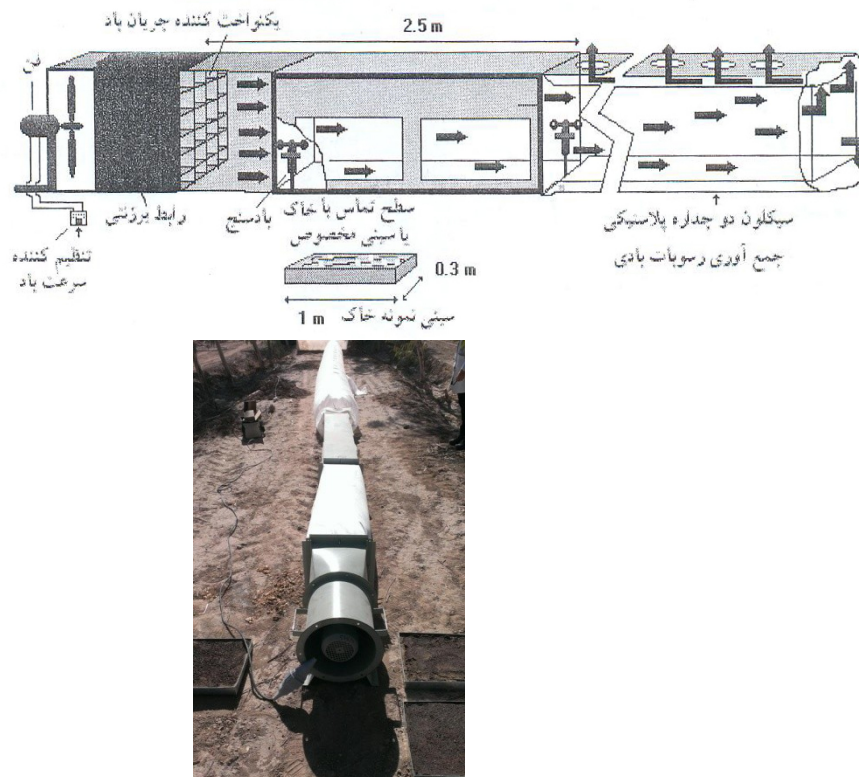
ریز رسی، پلایا (کفه) به وجود آمده است. عوارض بادی در سطح پلایا و مخروطه افکنه‌ها که بادهای دشت را به وجود می‌آورند، به چشم می‌خورند. دمای متوسط سالانه دشت رفسنجان حدود ۱۸ درجه سلیسیوس و میانگین بارش سالانه آن ۹۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر است (سازمان هواشناسی، ۱۹۵۰-۲۰۰۵). وزش بادهای غالب در این منطقه از جنوب غرب به سمت شمال شرق می‌باشد. پس از برداشت نمونه‌های ماسه بادی از منطقه مورد مطالعه (حدود ۱ تن) نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و سپس برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های ماسه بادی زیر اندازه‌گیری گردید. تهیه نمونه‌های آزمایشی به‌منظور بررسی اثر مالچ مورد مطالعه (PistachioPAM) بر کنترل فرسایش بادی، با افزودن مالچ مورد نظر به میزان معین به خاک (بر مبنای افزودن وزن معینی از مالچ به واحد سطح خاک)، انجام گرفت. هم‌چنین تیمار ماسه بادی بدون افزودن مالچ نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. به‌منظور بررسی اثر عوامل محیطی نظیر نور خورشید، حرارت، بارندگی و زمان بر تیمارهای مورد مطالعه در شرایط طبیعی بیرون از آزمایشگاه، سایت کنترل شده مناسبی در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در نظر گرفته شد (شکل ۲).



شکل ۲: نمونه‌های ماسه بادی تیمار شده با مالچ PistachioPAM به منظور بررسی اثر مالچ بر کنترل فرسایش بادی با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی

برای بررسی اثر عوامل محیطی بر ویژگی‌های خاک تثبیت شده با مالچ، مطالعات عمرسنجی نیز در نظر گرفته شد. به‌گونه‌ای که پس از تهیه تیمارها، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پس از گذشت یک هفته، ۱۶ هفته و ۳۲ هفته از اعمال تیمارها انجام شد. ویژگی‌های هم‌چون ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک و مقاومت فروپذیری خاک نیز اندازه‌گیری گردید. به‌منظور بررسی اثر مالچ بر تثبیت شن‌های روان و میزان فرسایش بادی از یک دستگاه سنجش فرسایش بادی از نوع آزمایشگاهی - صحرایی، دارای سیستم مدار باز و دمنده استفاده شد که به‌طور کلی شامل بخش تنظیم کننده سرعت باد، مولد جریان، رابط مولد و تونل، صفحه مشبک لانه زنبوری و بدنه فلزی تونل می‌باشد (شکل ۳).

برای این منظور، نمونه‌ها پس از گذشت یک هفته، ۱۶ هفته و ۳۲ هفته از تهیه آن‌ها، ابتدا توزین و سپس در محل مخصوص بدنه فلزی تونل باد نصب و مورد آزمایش فرسایش بادی قرار گرفتند. سرعت باد دمیده شده به نمونه‌ها، توسط بادسنج در زمان‌های پنج دقیقه‌ای با توجه به سرعت بادهای مختلف (قابل تنظیم توسط دستگاه اینورتور تونل باد) کنترل شد. هنگامی که نخستین ذره‌ی خاک شروع به حرکت کرد، سرعت آستانه فرسایش برای خاک‌های مورد نظر از روی بادسنج قرائت گردید. در انتها، نمونه‌ی مورد نظر از تونل باد خارج و دوباره توزین شد. تغییر وزن در فاصله‌ی قبل و بعد از آزمایش، میزان خاک فرسایش یافته را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نمونه شماتیک و تصویر دستگاه سنجش فرسایش بادی مورد استفاده

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ PistachioPAM

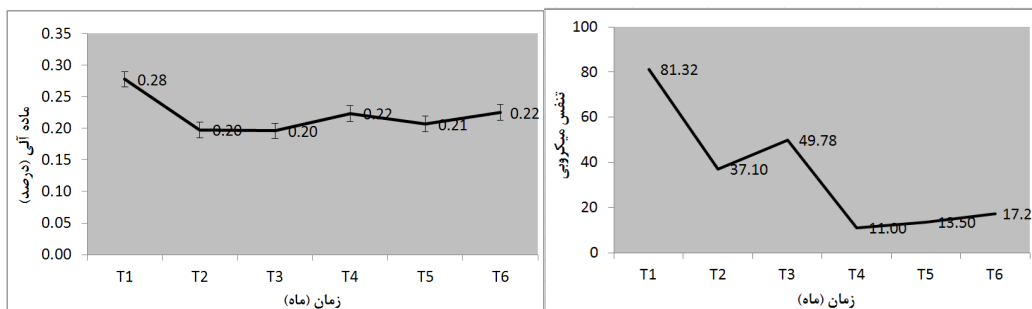
به منظور دستیابی به بالاترین قابلیت تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از تولید گرد و غبار در مناطق مستعد فرسایش بادی، نسبت ترکیب بقایای حاصل از برداشت پسته و محلول PAM - آب باید به گونه‌ای انتخاب می‌شد که بدون هیچ گونه افزودنی خاص دیگر، دارای رطوبت وزنی، درصد ماده آلی، pH و هدایت الکتریکی (EC) مناسب و سازگار با محیط زیست باشد. جدول ۱ برخی از ویژگی‌های مالچ تولیدی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ PistachioPAM

ویژگی	مقدار
pH	۴۳/۵
هدایت الکتریکی (EC)	۳۵/۱۱ دسی زیمنس بر متر
رطوبت وزنی	۹۳ درصد
ماده آلی مرطوب	۵/۱ درصد
ماده آلی خشک	۳۵/۲۲ درصد

بررسی قابلیت تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از مالچ PistachioPAM و میزان ماندگاری مالچ

استفاده از مالچ PistachioPAM باعث کاهش معنی‌دار در فرسایش خاک و افزایش سرعت آستانه فرسایش بادی شد به گونه‌ای که میزان هدررفت خاک در زمان اول آزمایش (۱ هفته) از ۶۷/۱۵۶ کیلوگرم بر متر مربع در ساعت در تیمار شاهد بدون مالچ به صفر کیلوگرم بر متر مربع در ساعت کاهش یافت. هم‌چنین سرعت آستانه فرسایش بادی در تیمار شاهد بدون مالچ ۶۷/۲۴ کیلوگرم بر ساعت بود در حالی که در تیمار مالچ‌پاشی شده بالاتر از سرعت نهایی دستگاه شبیه‌ساز فرسایش بادی بود. در آزمایش دوم نیز میزان رسوب تولید شده در حضور مالچ PistachioPAM صفر کیلوگرم در متر مربع بود در حالی که در تیمار بدون مالچ‌پاشی ۲۴/۱۴۱ کیلوگرم بر متر مربع در ساعت بود. به نظر می‌رسد که افزودن مالچ‌های PistachioPAM به خاک باعث به وجود آمدن پیوندهای فیزیکی-مکانیکی بین مالچ و ذرات خاک شده که نتیجه آن بهم‌پیوستگی ذرات منفرد و در نهایت تشکیل لایه به هم پیوسته و خاکدانه‌های بزرگ در سطح خاک است. چنین خاصیتی می‌تواند فرسایش بادی را تا حد زیادی کاهش دهد.



شکل ۴: اثر اعمال تیمار مالچ PistachioPAM بر تنفس میکروبی و میزان ماده آلی در طول دوره آزمایش

به منظور بررسی ماندگاری مالچ PistachioPAM در شرایط طبیعی، میزان تنفس میکروبی و ماده آلی خاک در طول دوره آزمایش اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در طی دوره ۶ ماهه آزمایش تغییرات میزان ماده آلی مالچ افزوده شده به خاک معنی داری نبود (شکل ۴). هم چنین بررسی میزان تنفس میکروبی خاک در حضور مالچ PistachioPAM در طول دوره آزمایش کاهش یافت که این امر نمایان گر کاهش فعالیت میکروبی پس از افزودن مالچ به سطح خاک و بنابراین کاهش میزان تجزیه ماده آلی توسط میکروارگانیسم های خاک است (شکل ۴). بنابراین با توجه به عدم تغییرات معنی دار میزان ماده آلی و کاهش معنی دار تنفس میکروبی خاک در طول دوره آزمایش که بیان گر عدم تجزیه آن در طول زمان است، می توان چنین استنباط نمود که مالچ PistachioPAM از پایداری و ماندگاری بالایی برخوردار باشد. بنابراین مالچ PistachioPAM با توجه به قیمت تمام شده کم آن برای تولید انبوه در مقایسه با سایر مالچ های موجود در بازار، اثرات زیست محیطی ناچیز، ماندگاری و پایداری بالا، می تواند به عنوان ایده ای نوین و گزینه ای مناسب جهت تثبیت شن های روان و جلوگیری از برداشت ذرات خاک و تولید ریزگردها مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- حسینی، م. خدادادی، ا. جعفری، م. رنجبر، ع. و خلیلاوی، خ. ۱۳۹۱. جنبه های عملیاتی پروژه عظیم تثبیت شن های روان، مالچ پاشی و درخت کاری. دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، صفحه ۱ تا ۹.
- دهدشتیان، م. د. ۱۳۸۸. مالچ های نفتی و اثرات زیست محیطی کاربرد آن. مجله جنگ و مرتع، شماره ۸۱، مجله جنگل و مرتع، صفحه ۲۶ تا ۳۱.
- رفاهی، ح. ق. ۱۳۸۸. فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ پنجم.
- مروتی شریف آبادی، ا. ۱۳۸۰. مطالعه فرسایش پذیری خاک سطحی توسط باد با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در منطقه رودت اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Ahmadi H. Applied Geomorphology, Water-Erosion, Tehran University, ۱, ۱۹۹۶.
- Jahanjo B. ۲۰۰۰. The Chemical Effect of Polyacrylamide on the Diffusion and Soil Erosion Control in the Irrigation. MSc Thesis, Faculty of Agricultural, Tehran University
- Kardous, M., Bergametti, G., and Marticorena, B. ۲۰۰۵. Wind tunnel experimentsn of the effect of tillage ridge features on wind erosion horizontal fluxes. Annales Geophysicae, ۲۳:۱۰. ۳۱۹۵-۳۲۰۶
- Klute, A. ۱۹۸۶. Method of soil Analysis. Part I- Physical and Mineralogical Methods. Second edition. Agronomy NO. ۹, America Soprety of Agronomy, Inc. Soil Science Soprety of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin. USA.
- Nelson, D. W., and L. P. Sommers. ۱۹۸۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part ۲: Agronomy Handbook No ۹, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Abstract

PistachioPAM is an organic and environmental friendly mulch which is produced for the first time in Iran from pistachio residues (that are several tons only in Rafsanja city, southeast Iran) and a determined ratio of polyacrylamide. It has no side effects on environment which is the main problem in using petroleum mulches. Laboratory and field studies were done to investigate the usefulness of PistachioPAM mulch for the stabilization of sand dunes. For this purpose, sand dune samples were obtained from the Davaran plain in Rafsanjan and then the mulch was spread on the samples in ۳ replications and wind erosion rate was investigated using a wind erosion



simulator. To investigate the mulch survives with the time, an experiment of 8 months was designed and the effect of the mulch on sand stabilization was determined after 1, 16, and 32 weeks (in 3 replications) of the experiment. The results showed that the PistachioPAM mulch reduced wind erosion up to zero by forming stable and coarse aggregates on the surface and non-infiltrated layer with a high shear strength on the soil surface. Measurement of the organic matter and microbial respiration variations in all 3 investigated times revealed that the mulch decomposition with time was less and non-significant ($P < 0.05$) indicating high survey of the mulch in environment.



تشکیل خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر در پاسخ به افزودن ماده آلی و قارچ تریکودرما

مرمر ثابتی زاده^۱، منوچهر گرجی^۲، مهدی شرفا^۲
۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

اندام‌های رشته‌ای ریزجانداران می‌توانند نقش مهمی در تشکیل و تثبیت خاکدانه‌ها ایفا کنند. در این تحقیق اثر قارچ تریکودرما در تجزیه کلش و پساب حاوی نشاسته، بر تشکیل درشت‌خاکدانه‌ها طی یک آزمایش دو ماهه گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. مواد آلی مورد نظر در دو سطح ۵/۰ و ۱ درصد وزنی و حجم زادمایه نیز معادل ۲۰ درصد (حجمی - وزنی) ماده آلی در نظر گرفته شد. توزیع اندازه خاکدانه‌ها با استفاده از سری الک خشک در ۶ بخش اندازه‌ای مختلف اندازه‌گیری شد. خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر در تیمارهای مختلف، طی دوره خوابانیدن تشکیل شدند. نتایج نشان داد که کاربرد همزمان مواد آلی و قارچ، تشکیل خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر را افزایش داده و به طور کلی مقدار این افزایش در تیمارهای حاوی کلش بیشتر از تیمارهای حاوی پساب بوده است. قارچ تریکودرما تجزیه بقایای گندم را سرعت بخشیده و در نتیجه منجر به افزایش چشمگیری در تشکیل خاکدانه‌ها در ماه دوم می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پساب، توزیع اندازه خاکدانه، قارچ تریکودرما، کلش گندم.

مقدمه

ساختمان خاک، در مدیریت پایدار آن نقش اساسی دارد و می‌تواند با اصطلاحات اندازه، شکل و پایداری تعریف شود. اندازه خاکدانه‌ها، پایداری و خلل و فرج بین آن‌ها، حرکت و نگهداشت آب، تهویه، فرسایش، فعالیت زیستی و رشد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ساختمان خاک خود تحت تاثیر تعدادی از خصوصیات خاک برای مثال بافت، مقدار کربن آلی و فعالیت بخش زیستی خاک قرار دارد. توسعه خاکدانه‌ها می‌تواند در مدل سلسه مراتبی دیده شود؛ که از ذرات اولیه آغاز، و به سوی ریزخاکدانه‌ها (کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) تا درشت‌خاکدانه‌ها (بزرگتر از ۲۵/۰ میلی‌متر) ادامه می‌یابد. درشت‌خاکدانه‌ها توسط نیروهای اتصال زیستی، مانند ریشه گیاهان، هیف‌های قارچ‌ها و ترشحات آنها ایجاد می‌شوند. یکی از روش‌های غیرمستقیم ارزیابی ساختمان خاک که از پر کاربردترین روش‌های معمول نیز به حساب می‌آید، تعیین توزیع اندازه خاکدانه‌ها و شاخص پایداری آن‌ها است (Tisdall and Oades, ۱۹۸۲).

عوامل زیستی شامل ریشه گیاهان، میکروب‌ها و فون خاک بر تشکیل و پایداری خاکدانه موثرند. بقایای گندم یکی از مواد آلی است که به خاک افزوده می‌شود. کلش عمدتاً توسط قارچ‌های پوده‌دوست تجزیه می‌شود (Bowfn and Harper, ۱۹۹۰) و پس از کاربرد آن، مکان‌هایی با فعالیت زیستی زیاد در خاک ایجاد می‌گردد (Poll et al., ۲۰۰۸). افزودن مواد راحت تجزیه شونده، باعث ایجاد انگیزش سریع در ریزجانوران خاک می‌شود که به نوبه خود، افزایش معنی‌داری در تشکیل و پایداری خاکدانه و در نتیجه بهبود ساختمان خاک و هدایت هیدرولیکی را سبب می‌گردد (Roldan et al., ۱۹۹۴). کاربرد پسماندهای آلی صنعتی و شهری، مانند لجن فاضلاب شهری، از روش‌های موثر جهت افزایش کربن آلی خاک است (Metzger and Yaron, ۱۹۸۷). باکتری‌ها، هیف‌ها، قارچ‌های مایکوریز آربوسکولاری و قارچ‌های *saprophytic*، به صورت زنده یا مرده، میکروب‌های اصلی در خاکدانه‌سازی به شمار می‌روند (Tisdall and Oades, ۱۹۸۲). کاربرد ریزجانداران تولیدکننده پلی‌ساکارید و تجزیه‌کننده مواد آلی جهت بهبود ساختمان خاک در کشاورزی افزایش یافته است، اما مطالعات محدودی در زمینه کاربرد همزمان مواد آلی و ریزجانداران تجزیه‌کننده و بررسی اثر آن‌ها بر خصوصیات فیزیکی خاک صورت گرفته است. هدف این تحقیق مطالعه اثرات اصلی و متقابل تلقیح قارچ تریکودرما بر تجزیه کلش و پساب و توزیع اندازه خاکدانه‌ها و بررسی نحوه اثرگذاری طول دوره کوتاه مدت خوابانیدن، بر تغییرات توزیع اندازه خاکدانه‌هاست.

مواد و روش‌ها

خاک مورد نیاز به صورت نمونه مرکب از لایه سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر) اراضی مزرعه‌ای پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، در اوایل آبان‌ماه ۱۳۸۹ پس از برداشت محصول تهیه شد. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن، به منظور آزمایش خوابانیدن گلدانی از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد.

کلش در اندازه ۴-۲ سانتی‌متر خرد شد و دو سطح ۵/۰ و ۱ درصد (معادل ۱۵ و ۳۰ تن بقایا در هکتار) در تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. به منظور یکسان بودن مقدار منبع کربنی در دسترس ریزجانداران، و امکان مقایسه مواد آلی بر اساس قابلیت تجزیه‌پذیری آن‌ها، مقدار پساب صنعتی بر مبنای درصد کربن موجود در کلش محاسبه شد. پساب کارخانه، با توجه به قابلیت فاسد

شدن سریع آن، یک روز پیش از تلقیح، از کارخانه کیش چیپس ساوه (چیپس مزمز) تهیه شد. از آنجا که افزودن مواد آلی و عمل تلقیح می‌بایست طی یک مرحله و به صورت هم‌زمان انجام می‌شد، پساب با دستگاه سانتریفیوژ تغلیظ شده و به صورت پودری مورد استفاده قرار گرفت.

با توجه به توانایی‌های قارچ تریکودرما در تجزیه بقایای آلی و رشد سریع، ترکیبی از دو سویه *Trichoderma reesei* و *Trichoderma harzianum*، و با توجه به نتایج آزمایش‌های توانایی تجزیه کلش انتخاب گردید. جهت تهیه زادمایه تلقیح قارچی، سوسپانسیون اسپوری از دو سویه *Trichoderma harzianum* و *Trichoderma reesei* تهیه و تعداد اسپورها نیز به $10^8 \times 11/2$ رسانیده شد؛ مقدار یک درصد از سوسپانسیون به محیط پوتیتو دکستروز افزوده شد و به مدت ۲۴ ساعت گرم‌گذاری شدند تا دانه‌های سفید رنگ قارچی در محیط پدیدار شود. برای این تحقیق از گلدان‌های ۵/۱ کیلوگرمی استفاده شد. مایه تلقیح آماده شده در اولین فرصت به مقدار ۲۰ درصد به طور مستقیم به مواد آلی، و در مورد تیمارهای بدون مواد آلی با خاک، تلقیح شدند. گلدان‌ها طی دوره خوابانیدن، در گلخانه در دمای ۲۵-۳۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری، و میزان رطوبت آن‌ها طی دوره آزمایش، بین ۷۰-۵۰ درصد ظرفیت زراعی نگه داشته شد.

توزیع اندازه خاکدانه‌ها، با استفاده از الک خشک (Cole, ۱۹۳۹) صورت گرفت. بدین منظور بخشی از نمونه‌های هوا خشک از الک ۸ میلی متری عبور داده شد. کلیه محتویات زیر این الک به سری الک‌های ۴، ۲، ۱، ۵/۰، و ۲۵/۰ میلی‌متر منتقل و سپس بر روی دستگاه الک خشک^{۲۸} قرار داده شدند. خاک‌ها با دوره نوسان ۵، به مدت ۳۰ ثانیه در دستگاه الک خشک مدل OCTAGON ۲۰۰ الک شدند. خاکدانه‌های باقیمانده روی هر یک از الک‌ها به دقت جمع‌آوری و توزین شدند. درصد توزیع اندازه خاکدانه‌ها با فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\%ASD = \frac{W_i}{W_t} \times 100 \quad (1)$$

در این فرمول درصد ASD: درصد توزیع اندازه خاکدانه‌ها، W_i : وزن خاکدانه‌ها در اندازه‌ی i (گرم)، و W_t : وزن کل خاک مورد استفاده (گرم) در الک است.

نتایج و بحث

با توجه به جدول تجزیه واریانس توزیع اندازه خاکدانه‌ها (جدول ۱)، مشاهده می‌شود که اثر اصلی زمان بر خاکدانه‌های کوچکتر از ۲۵/۰ میلی‌متر، اثر اصلی میکروب بر خاکدانه‌های ۴-۲ و کوچکتر از ۵/۰ میلی‌متر، و اثر ماده آلی بر خاکدانه‌های ۱-۲ میلی‌متر غیرمعنی‌دار هستند. در میان اثرات دو طرفه، اثر زمان * میکروب تنها بر خاکدانه‌های ۱-۲ و ۵/۰-۱ میلی‌متر معنادار است؛ در حالی که اثرات زمان * ماده آلی، تنها بر خاکدانه‌های ۲-۱ میلی‌متر و همچنین اثرات ماده آلی * میکروب بر خاکدانه‌های ۴-۲ میلی‌متر و خاکدانه‌های کوچکتر از ۵/۰ میلی‌متر معنی‌دار نبود. اثر سه‌طرفه عوامل، تنها بر خاکدانه‌های ۴-۲ میلی‌متر معنادار بوده است و بر درصد فراوانی خاکدانه‌های دیگر، تفاوت‌های معنی‌داری نشان نداده است، به همین دلیل و با توجه به اهمیت این خاکدانه‌ها در خصوصیات فیزیکی خاک؛ در رسم نمودارها (سه‌طرفه) تنها تغییرات توزیع اندازه‌ی این خاکدانه‌ها ذکر شده است.

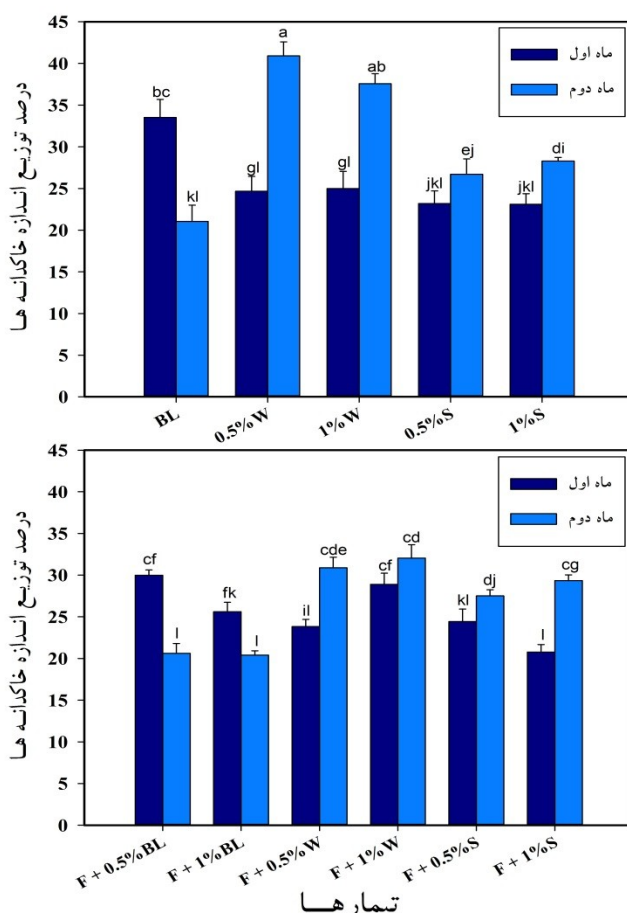
جدول ۱ - تجزیه واریانس توزیع اندازه خاکدانه‌ها (ASD)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات درصد فراوانی خاکدانه‌ها در اندازه‌های مختلف (میلی‌متر)				
		کوچکتر از ۲۵/۰	۵/۰-۲۵/۰	۱-۵/۰	۲-۱	بزرگتر از ۴
زمان	۱	۱۰/۹ ns	۵۱/۱۲**	۸۲/۲۱**	۹۹/۸*	۱۲/۴۹**
میکروب	۱	۳۰/۱ ns	۸۸/۳ ns	۲۳/۱۴**	۳۸/۸*	۴۲/۱ ns
ماده آلی	۳	۰۱/۳۳**	۸۱/۲۱**	۳۵/۱۸**	۶۲/۲ ns	۰۵/۲۴**
زمان * میکروب	۱	۳۹/۱۹ ns	۶۶/۱ ns	۵۳/۶*	۶۹/۱۸**	۴۸/۰ ns
زمان * ماده آلی	۳	۰۵/۸۳**	۱۳/۵۲**	۹۵/۳۷**	۳۶/۰ ns	۱۱/۳۸**
میکروب * ماده آلی	۳	۴۶/۲ ns	۰۲/۱ ns	۲۶/۳*	۴۱/۶**	۳۴/۱ ns
زمان * میکروب * ماده آلی	۳	۶۲/۱۲ ns	۷۱/۳ ns	۶۱/۲ ns	۸۹/۱ ns	۱۱/۴ ns
خطا	۴۸	۵۹/۵	۷۵/۱	۱۴/۱	۷۴/۱	۱۷/۳
		ns غیرمعنی‌دار		* معنی‌دار در سطح ۰۵/۰		** معنی‌دار در سطح ۰۱/۰

شکل شماره (۱) فراوانی خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر را در دو زمان، ماه اول و دوم نشان می‌دهد. مقایسه میانگین بین خاکدانه‌ها در هر دو زمان و در تیمارهای متفاوت انجام شده است. با توجه به این که خاک مورد استفاده در این آزمایش از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شده بود، می‌توان نتیجه گرفت که خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر در تیمارهای مختلف، طی دوره خوابانیدن تشکیل شده‌اند. بیشترین درصد فراوانی در خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر، در تیمار ۵/۰ درصد کلش، بدون میکروب و ماه دوم دوره (۹۱/۴۰ درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار قارچ معادل ۱ درصد، در ماه دوم مشاهده شده است. تاثیر بیشتر تیمار

^{۲۸} Test Sieve Shaker

الی کلش خرد شده نسبت به پساب، در ساخت خاکدانه‌های بزرگ می‌تواند در اثر مصرف بیشتر این ماده توسط قارچ‌های خاکزی و اثر هیف‌دوانی آنها در اتصال ذرات کوچکتر و تشکیل خاکدانه‌های بزرگتر دانست. با توجه به این که فراوانی خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر در تیمارهای بدون ماده آلی در ماه اول بیشترین مقدار خود، و در تیمارهای حاوی گندم در ماه دوم به مقدار بیشینه خود رسیده است؛ می‌توان نتیجه گرفت که در تیمارهای بدون کلش و پساب، مصرف ترکیبات آلی زودتجزیه‌شونده از ذخیره‌ی ماده آلی خاک، موجب ساخت خاکدانه‌های بزرگتر در ماه اول شده و به تدریج با گذشت زمان، با مورد استفاده قرار گرفتن مواد آلی درگیر در اتصال ذرات به یکدیگر، فراوانی این نوع خاکدانه‌های تازه تشکیل شده کاهش یافته است. در حالیکه در تیمارهای حاوی ماده آلی، تجزیه بخش‌های فعال کلش و پساب در ماه دوم مورد تجزیه میکروبی قرار گرفته و باعث افزایش درصد خاکدانه‌ها شده‌اند (Majumder and Kuzyakov, ۲۰۱۰)؛ که شدت این افزایش در مورد تیمارهای دارای کلش به مراتب بیشتر از تیمارهای حاوی پساب بوده است.



شکل ۱- درصد توزیع اندازه خاکدانه های بزرگتر از ۴ میلی‌متر در تیمارهای مختلف در دو زمان (یک و دو ماه) مقایسه میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

شاهد: ۵/۰٪ BL، ۵/۰٪ کلش: ۱٪ W، ۵/۰٪ پساب: ۱٪ S، ۱٪ پساب: ۱٪ S، قارچ معادل ۵/۰٪ BL، F+۰.۵٪، قارچ معادل ۱٪ BL، F+۱٪، قارچ ۵/۰٪ کلش: F+۰.۵٪ W، قارچ ۱٪ کلش: F+۱٪ W، قارچ ۵/۰٪ پساب: F+۰.۵٪ S، قارچ ۱٪ پساب: F+۱٪ S

بوسیوت و همکاران (۲۰۰۱) بیان نمودند که زیتوده قارچی، بیشتر در تیمارهای دارای بقایای با کیفیت پایین مشاهده می‌شوند در حالیکه زیتوده باکتریایی بیشتر در بقایای با کیفیت بالا حضور دارند. این موضوع می‌تواند دلیلی برای افزون بودن خاکدانه‌های بزرگتر از ۴ میلی‌متر در تیمارهای کلش در ماه‌های اول و دوم، نسبت به تیمارهای دارای پساب باشد. احتمالاً بالاتر بودن درصد فراوانی این خاکدانه‌ها در تیمارهای کلش بدون قارچ در ماه دوم آزمایش به دلیل رقابت ایجاد شده بین ریزجانداران بومی خاک و قارچ تریکودرما در مصرف کلش در بازه‌ی ماه اول دوره است. در تحقیقات انجام شده توسط بوسیوت و همکاران (۲۰۰۱)، افزودن قارچ‌کش به همراه



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

بقایای با کیفیت‌های متفاوت، تشکیل خاکدانه‌های درشت را متوقف نموده بود. این مطلب با یافته‌های سایر محققین، مبنی بر اثر قابل توجه قارچ‌ها بر تشکیل درشت‌خاکدانه‌ها هم‌خوانی دارد. در بر گرفتن ذرات توسط هیف‌ها اغلب به عنوان مهم‌ترین اثر قارچ‌ها در تشکیل خاکدانه‌ها ذکر شده است (Molope et al., ۱۹۸۶).

منابع

- Bossuyt H., Deneff K., Six J., Frey S.D., Merckx R. and Paustian K. ۲۰۰۱. In uence of microbial populations and residue quality on aggregate stability. *Applied Soil Ecology*, ۱۶: ۱۹۵-۲۰۸.
- Bowfn R.M. and Harper S.H.T. ۱۹۹۰. Decomposition of wheat straw and related compounds by fungi isolated from straw in arable soils. *Soil Biology and Biochemistry*, ۲۲(۳): ۳۹۳-۳۹۹.
- Cole, R.H. ۱۹۳۹. Soil macrostructure as affected by cultural treatment. *Hilgardia*, ۱۲: ۴۲۹-۴۷۹.
- Majumder B. and Kuzyakov Y. ۲۰۱۰. Effect of fertilization on decomposition of ^{14}C labelled plant residues and their incorporation into soil aggregates. *Soil and Tillage Research*, ۱۰۹: ۹۴-۱۰۲.
- Metzger L. and Yaron B. ۱۹۸۷. In uence of sludge organic matter on soil physical properties. *Advance Soil Science*, ۷: ۱۴۱-۱۶۳.
- Molope M.B. And Page E.R. ۱۹۸۶. The contributions of fungi, bacteria and physical processes in the development of aggregate stability of a cultivated soil. In: Lopez-Real JM. And Hodges RD. (Eds). *The Role of Microorganisms in a Sustainable Agriculture*. A.B. Academic Publishers, Berkhamstead, UK.
- Poll C., Marhan S., Ingwersen J. and Kandeler E. ۲۰۰۸. Dynamics of litter carbon turnover and microbial abundance in a rye detritusphere. *Soil Biology and Biochemistry*, ۴۰: ۱۳۰۶-۱۳۲۱.
- Roldan A., Garcfa-orenes F. and Lax A. ۱۹۹۴. An incubation experiment to determine factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. *Soil Biology and Biochemistry*, ۲۶ (۱۲): ۱۶۹۹-۱۷۰۷.
- Tisdall J.M. and Oades J.M., ۱۹۸۲. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Science* ۳۳: ۱۴۱-۱۶۳.

Abstract

Filamentous organs of microorganisms play an important role in aggregate formation and stabilization.. In this study, the effects of *Trichoderma* fungus and its simultaneous application on decomposition of grounded wheat residue and starch included waste water of potato chips factory on formation of macro-aggregates were investigated during two months test. One and ۰.۵% of organic materials (w/w) were inoculated with ۲۰% of inoculums (v/w) and then were mixed into soil and incubated for two months under greenhouse condition. Aggregate Size Distribution (ASD) was measured by a shaker sieve for six aggregate size fractions. The results confirmed that simultaneous application of organic materials and fungus could improve the formation of aggregate larger than ۴ mm in short-term periods. This improvement was significantly higher in wheat residue rather than starch included waste water. *Trichoderma* fungus speeded up wheat residue decomposition and led to significant increase in aggregate formation in second month.



بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر روی مقادیر مقاومت فروری خاک و پایداری خاکدانه‌ها

۱- دانشجوی دکتری گرایش فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد
الهام فراهانی^۱، حجت امامی^۲، امیر فتوت^۲، رضا خراسانی^۲

چکیده

این پژوهش با هدف اصلی بررسی اثر پتاسیم بر ساختمان و مقادیر مقاومت مکانیکی خاک از جمله مقاومت فروری (PR) انجام شد. شاخص CROSS که مشابه SAR می‌باشد برای ساختن محلول‌های تیمار استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین مقادیر PR (هوا-خشک) یعنی ۴/۹-۵/۹ مگاپاسکال و کمترین درصد پایداری خاکدانه در تیمارهای شماره ۵ و ۶ (شامل ۲۷- meq/L K) در مقایسه با نمونه شاهد و سایر تیمارهای با غلظت‌های کمتر پتاسیم، مشاهده شد. همچنین تیمار شماره ۲ نیز با دارا بودن مقدار مساوی یون‌های Na⁺ و K⁺ (مقدار پتاسیم کمتر نسبت به تیمارهای ۵ و ۶) نتایج مشابه تیمارهای ۵ و ۶ نشان داده است. احتمالاً این نتیجه را می‌توان به مضاعف شدن اثر این دو یون تک ظرفیتی نسبت داد. بر اساس این نتایج، K به عنوان یک کاتیون تک ظرفیتی توانست در خاک تخریب و ساختمان ناپایدار ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: شاخص CROSS، پتاسیم، مقاومت فروری خاک، پایداری خاکدانه

مقدمه

پتاسیم تبادلی می‌تواند باعث اثرات مشابه با سدیم شود اما بیشتر اوقات نادیده گرفته می‌شود، چون مقدار آن نسبت به سایر کاتیون‌ها در خاک‌های متأثر از نمک کمتر است. پتاسیم به عنوان یک کاتیون یک ظرفیتی می‌تواند سبب تورم و پراکنش رس‌ها شود (رنگاسمی و مارچوک ۲۰۱۱). رنگاسمی و سامنر (۱۹۹۸) با مطالعه نیروی هم‌آوری و پراکنشی کاتیون‌ها، دریافتند که پتاسیم در ایجاد پراکنش رس در خاک‌ها، معادل با سدیم نمی‌باشد. مقدار بیشتر کاتیون‌های یک ظرفیتی (سدیم و پتاسیم) در برابر کاتیون‌های دو ظرفیتی (کلسیم و منیزیم) در خاک‌های متأثر از نمک، بر ساختمان خاک اثر گذاشته و سبب محدودیت‌های شدید برای رشد محصول می‌شود (رنگاسمی ۲۰۱۰). بر اساس اثرات پراکنشی متفاوت سدیم و پتاسیم و توان هم‌آوری متفاوت کلسیم و منیزیم، مفهوم CROSS^{۳۹} که شبیه به SAR می‌باشد، توسط رنگاسمی و مارچوک (۲۰۱۱) پیشنهاد شده است. برای بیان تغییرات ساختمانی خاک، لوید و کولیس-جورج (۱۹۸۲) مقاومت‌های برشی، کششی و فروری خاک را اندازه‌گیری کرده و به این نتیجه رسیدند که مقاومت فروری^{۴۰} به دلیل حساسیت به ناهمگنی خاک نسبت به مقاومت‌های برشی و کششی دارای تغییرپذیری بیش‌تری است. هم‌زمان با افزایش مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ ریشه، سرعت رشد ریشه کاهش یافته و مورفولوژی آن تغییر می‌یابد، در ساقه گیاه نیز تغییرات مهمی به وقوع می‌پیوندد (یانگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ پاسیورا، ۲۰۰۲). ممانعت مکانیکی در برابر رشد ریشه با مقاومت مکانیکی خاک همبستگی تنگاتنگ دارد که به وسیله دستگاه فرسایش مخروطی اندازه‌گیری می‌شود (بنگوق و مولینز، ۱۹۹۱). فرسایش مخروطی، معیار نسبتاً مفیدی از اثر ویژگی‌های خاک یا مدیریت‌های متفاوت بر مقاومت مکانیکی خاک در برابر رشد ریشه ارائه می‌کند (تو و کی، ۲۰۰۵). پارامترهای ذاتی خاک مانند ساختمان، بافت، مکش ماتریک و پیوستگی منافذ مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر مقاومت مکانیکی خاک در برابر تغییر شکل هستند (دکستر، ۱۹۸۸). مقاومت مکانیکی خاک، فرآیندهای تراکم و فرسایش خاک را تحت تأثیر قرار داده و واکنش خاک در برابر عملیات خاک‌ورزی و ممانعت مکانیکی در برابر رشد ریشه را کنترل می‌کنند. تا کنون در مورد تأثیر کاربرد غلظت‌های مختلف پتاسیم بر روی مقاومت فروری خاک، پژوهشی انجام نشده است. لذا در این پژوهش اثر پتاسیم بر پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه بر مقاومت فروری خاک، مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی یک خاک زراعی واقع در دانشگاه فردوسی مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶° ۱۸' ۷۳" N، طول جغرافیایی ۵۹° ۳۱' ۷۲" E و ارتفاع ۱۰۳۰ متر از سطح دریا) انجام گرفت. نمونه‌برداری از لایه سطحی (۰-۳۰ سانتی‌متری) و به آهستگی بدون به هم خوردن ساختمان خاک انجام شد. خاک‌ها بدون کوبیده شدن و الک شدن، با کمترین دست‌خوردگی از مزرعه به گلخانه منتقل شده و درون گلدان‌های پلاستیکی ریخته شدند. به منظور اعمال نمودن غلظت‌های مختلف از عنصر پتاسیم به خاک مورد نظر، محلول‌هایی با شش غلظت معین از پتاسیم (به ترتیب از تیمار ۱ تا ۶ شامل ۰ تا ۲/۲۷ میلی‌اکی‌والان به لیتر) به همراه سه کاتیون دیگر شامل سدیم (از ۲/۲۷ تا ۰ میلی‌اکی‌والان به لیتر)، کلسیم و منیزیم (به مقدار ثابت ۴/۱ میلی‌اکی‌والان به لیتر در همه تیمارها) در قالب یک ترکیب کاتیونی (مقادیر SAR از ۹/۲۲ تا ۰، ESP از ۳/۲۵ تا ۰ و CROSS از ۷/۲۵ تا ۴/۱۴) با شوری مشخص و

^{۳۹} Cation ratio of soil structural stability

^{۴۰} Penetration Resistance



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

ثابت (۳) دسی زیمنس بر متر) تهیه شد. سپس محلول‌های تهیه شده به دوروش هم‌زمان صعود موئینگی و نفوذ عمودی از سطح خاک، به خاک گلدان‌ها افزوده گردید و زمان کافی (حدود یک ماه) برای به تعادل رسیدن خاک با محلول‌ها در نظر گرفته شد. مفهوم CROSS که برای اولین بار توسط رنگاسمی و مارچوک (۲۰۱۱) پیشنهاد شده است دارای ضرایبی بر اساس اثرات پراکنشی متفاوت سدیم و پتاسیم و توان هم‌آوری متفاوت کلسیم و منیزیم است که رابطه آن به صورت زیر می‌باشد:

$$CROSS = \frac{(Na+0.56K)}{\sqrt{\frac{(Ca+0.6Mg)}{2}}}$$

(۱)

در معادله بالا غلظت کاتیون‌ها بر حسب میلی مول بر لیتر می‌باشد. برای اندازه‌گیری مقاومت فروری (PR)، از نمونه‌های دست نخورده از خاک‌های تیمار شده با محلول‌ها، به شکل استوانه‌ای با قطر تقریبی ۵/۳ و ارتفاع ۴ سانتی‌متر در ۳ رطوبت مختلف (هوا-خشک، FC و بینابین این دو نقطه) استفاده شد. مقاومت فروری با استفاده از دستگاه فروسنج ریز^{۲۱} با زاویه مخروط ۳۰ درجه، قطر مخروط ۴ میلی‌متر و با سرعت فروری ۱/۲-۱ mm اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نیرو در از موم PR با استفاده از دستگاه تک محوری رینگ نیرو و در ۲ نقطه و در هر نقطه در ۳ عمق (۵/۰، ۵/۱ و ۵/۲ سانتی‌متر) انجام شد. سپس از ۶ اندازه‌گیری انجام شده برای هر نمونه خاک، میانگین گرفته شد. در نهایت شاخص مخروطی^{۲۲} (CI) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$CI = \frac{F_{average}}{A}$$

(۲)

که در آن میانگین نیرو و A سطح مقطع مخروط می‌باشد. اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها^{۲۳} نیز به روش کمپر و روزنا (۱۹۸۶) با استفاده از ۱۲ گرم خاکدانه ۲-۱ میلی متری انجام شد. برای این منظور خاک بر روی الک ۲۵/۰ میلی‌متری (۶۰ مش) به مدت ۳ دقیقه در آب با سرعت ۳۰ نوسان در دقیقه و ارتفاع ۳/۱ سانتی‌متر تکان داده شد و خاکدانه‌های پایدار روی الک همراه با شن پس از خشک شدن توزین گردید. تصحیح‌شن نیز انجام و وزن شن مشخص شد.

$$\%AS = \frac{A-B}{W-B} \times 100$$

(۳)

که در این معادله A وزن خاکدانه‌های پایدار، B وزن شن و W وزن مجموع خاکدانه و شن است. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها (آزمون LSD) در سطح ۱ درصد با استفاده از نرم افزار مینی تب ۱۶ انجام شد.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های خاک مورد بررسی قبل از اعمال تیمارها در جدول ۱ آورده شده است. جدول ۱: برخی ویژگی‌های ذاتی خاک مورد بررسی

SAR	CROSS	pH	EC	کربنات کلسیم	ماده آلی	شن	سیل	رس
			ds/	%				
۵۸/۱	۷۸/۱	۸/۷	۲/۱	۸۷/۱۵	۱۴/۱	۱۶/۳	۲۸/۴	۵۶/۲
میانگین داده‌های						۲	۷	۰

نتایج مقایسه هر نقطه رطوبتی شاهد نشان داد که با تغییر غلظت پتاسیم در محلول‌های تیمار، مقادیر مقاومت فروری تنها در رطوبت هوا-خشک با یکدیگر و با مقدار شاهد تفاوت معنی دار داشته‌اند، به همین دلیل در این متن تنها داده‌های این نقطه رطوبتی ذکر و در مورد آن بحث شده است (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر مقاومت فروری (PR) در رطوبت هوا-خشک در خاک‌های تیمار شده

تیمار	PR (MPa)
۱	BC***۹/۶

^{۲۱} Micro-penetrometer

^{۲۲} Cone Index

^{۲۳} Aggregate Stability

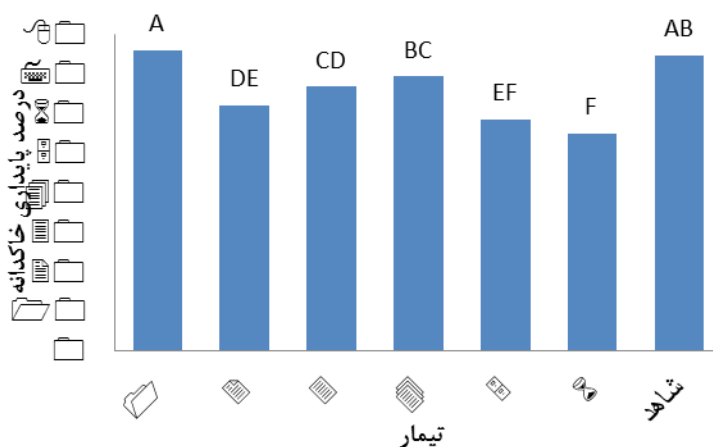


چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۲	A***۴/۹
۳	BC***۰/۶
۴	C***۶/۵
۵	A***۵/۹
۶	A***۴/۹
شاهد	B***۵/۷

بر اساس پژوهش کمپر و همکاران (۱۹۸۷)، در فرآیند تخریب خاکدانه‌ها، برای مثال با افزودن یک کاتیون تک ظرفیتی به خاک، رس پراکنش یافته و به سمت نقاط تماس ذرات بزرگتر حرکت کرده و در تشکیل پیوندهای جدید بین ذرات شرکت می‌کند. در حین این فرآیند ابتدا رس غیرفعال شده اما در هنگام خشک شدن مجدداً فعال گردیده و موجب افزایش مقاومت در خاک می‌شود. بیشترین مقادیر PR هوا-خشک مربوط به خاک تیمار شده با محلول‌های شماره ۵ و ۶ است که بیشترین مقادیر پتاسیم (۲۶ و ۲۷/۲ میلی‌اکی‌والان به لیتر) افزوده شده به خاک است. همچنین مقدار پتاسیم افزوده شده به خاک توسط تیمار ۲ برابر ۶/۱۳ میلی‌اکی‌والان به لیتر است که تقریباً نصف مقادیر تیمارهای ۵ و ۶ می‌باشد، اما همین مقدار توانسته مقاومتی برابر تیمارهای ۵ و ۶ در خاک ایجاد نماید. با توجه به داشتن کمترین مقادیر سدیم در تیمارهای ۵ و ۶ در بین تیمارهای به کار رفته، این دو تیمار دارای کمترین مقادیر SAR و CROSS نیز می‌باشند. کاربرد بیشترین مقادیر پتاسیم (به عنوان یک کاتیون تک ظرفیتی) در این دو تیمار باعث شده است پراکنش در رس‌ها رخ دهد و قرار گرفتن رس‌ها به عنوان عامل پیوند دهنده بین ذرات درشت‌تر و همچنین حرکت آن‌ها به درون منافذ خاک در حین خشک شدن صورت گیرد. در نتیجه با محکم‌تر شدن پیوند بین ذرات درشت‌تر و بسته شدن منافذ، خاک سخت شده و مقدار PR در این تیمارها افزایش یافته است. اثر مشاهده شده در تیمار ۲ را می‌توان به کاربرد نسبت مساوی از یون‌های سدیم و پتاسیم نسبت داد که احتمالاً به مضاعف شدن تأثیر این دو یون تک ظرفیتی منجر شده است. لازم به ذکر است که تیمار ۱ که بیشترین مقدار یون سدیم (بیشترین ESP، SAR و CROSS) را داشته است، علی‌رغم سدیم زیاد، مقاومت فروری چندانی از خود نشان نداده است. مشاهده این اثر را می‌توان با نتیجه پژوهش سامنر (۱۹۹۳) مرتبط دانست که مشاهده کرده است در مقادیر ESP بیشتر از ۲۵-۱۵، سدیم به صورت ترجیحی جذب سطح خارجی رس شده و تورم درون رس رخ نمی‌دهد. در تیمار ۱ مقدار ESP از دامنه ۲۵-۱۵ بیشتر بوده و به همین دلیل تورم در رس‌ها رخ نداده و مقاومت فروری خاک هم زیاد نشده است. نتایج مشاهده شده در پژوهش حاضر در مورد تغییرات مقاومت خاک با مقدار SAR، با نتایج رحیمی و همکاران (۲۰۰۰) هماهنگ است. این پژوهشگران مشاهده کردند که افزایش SAR اثر عکس بر مقاومت کششی خاکدانه‌ها داشته است و در یک مقدار شوری یکسان، با افزایش SAR، کاهش مقاومت کششی خاکدانه‌ها دیده شده است. نتایج پژوهش حاضر، یک روند متضاد با پژوهش بزرگر و همکاران (۱۹۹۴) نشان داده است، آن‌ها بیان کرده‌اند که پراکنش رس با افزایش SAR، افزایش یافته است و افزایش ناحیه سطحی خاک به دلیل پراکنش رس‌ها سبب مقادیر بالاتر مقاومت کششی خاکدانه‌های خاک خشک می‌شود.

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری درصد پایداری خاکدانه‌ها نیز هماهنگ با نتایج PR هوا-خشک می‌باشد (شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، کمترین مقادیر پایداری خاکدانه‌ها در تیمارهای ۶، ۵ و ۲ رخ داده است که همان‌گونه که پیش از این بیان گردید، این تیمارها دارای بیشترین مقادیر PR هستند. مشاهده کاهش پایداری خاکدانه‌ها با افزایش پتاسیم (تیمارهای ۵ و ۶) را می‌توان به تأثیر یون پتاسیم در ایجاد پراکنش رس‌ها و تخریب ساختمان خاک نسبت داد که به عنوان یک کاتیون تک ظرفیتی می‌توان از پتاسیم چنین انتظاری داشت.



شکل ۱- مقادیر درصد پایداری خاکدانه ها (%AS) در تیمارهای مختلف (تفاوت داده ها در سطح معنی داری $P < 0.001$ و $R^2 = 0.95$ است)

همان طور که در مورد داده‌های مقاومت فروری نیز اشاره شد، خاک تیمار ۱ با وجود دارا بودن سدیم زیاد، پایداری خاکدانه نسبتاً زیادی در مقایسه با سایر تیمارها و حتی نمونه شاهد، از خود نشان داده است که به سبب مقدار ESP در این تیمار می‌باشد که تورم رس‌ها در این مقدار درصد سدیم تبادلی، رخ نداده و در نتیجه پراکنش رس‌ها نیز اتفاق نیافتاده و به دنبال آن ناپایداری خاکدانه‌ها مشاهده نشده است.

از آنچه در این پژوهش مشاهده شده است می‌توان به این نتیجه رسید که در خاک مورد نظر، کاربرد غلظت‌های مشخصی از یون تک ظرفیتی پتاسیم (۲۶-۲۷ میلی اکی والان به لیتر) در قالب ترکیبی با مقادیر عددی مشخص برای شاخص CROSS (۱۴ تا ۱۵)، می‌تواند اثرات سوئی بر روی ساختمان خاک و در نهایت بر ویژگی‌های مکانیکی خاک داشته باشد.

منابع

- Barzegar, A.R., Oades, J.M., Rengasamy, P., Giles, L. ۱۹۹۴. Effect of sodicity and salinity on disaggregation and tensile strength of an Alfisol under different cropping system. *Soil Till. Res.*, ۳۲: ۳۲۹-۳۴۵.
- Bengough, A.G. and Mullins, C.E. ۱۹۹۱. Penetrometer resistance, root penetration resistance and root elongation rate in ۲ sandy loam soils. *Plant Soil*, ۱۳۱: ۵۹-۶۶.
- Dexter, A.R. ۱۹۸۸a. Advances in characterization of soil structure. *Soil. Till. Res.*, ۱۱: ۱۹۹-۲۳۸.
- Dexter, A.R. ۱۹۸۸b. Strength of soil aggregates and of aggregate beds. *Catena Supplement*, ۱۱: ۳۵-۵۲.
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and size distribution. In: Khute, A. (Ed.) *Methods for soil Analysis. Part ۱. Physical and Mineralogical Methods*. ۲nd Ed., Agron. Monog. ۹. ASA/SSSA, Madison, WI. pp. ۴۲۵-۴۴۲.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C. and Dexter, A.R. ۱۹۸۷. Cohesion development in disrupted soils as affected by clay, organic matter and temperature. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۵۳: ۸۶۰-۸۶۶.
- Lloyd, J.E. and Collis-George, N. ۱۹۸۲. A torsional shear box for determining the shear strength of agricultural soils. *Aust. J. Soil Res.*, ۲۰: ۲۰۳-۲۱۱.
- Passioura, J.B. ۲۰۰۲. Soil conditions and plant growth". *Plant Cell Environ.*, ۲۵: ۳۱۱-۳۱۸.
- Rahimi, H., Pazira, E. and Tajik, F. ۲۰۰۰. Effect of soil organic matter, electrical conductivity and sodium adsorption ratio on tensile strength of aggregates. *Soil Till. Res.*, ۵۴: ۱۴۵-۱۵۳.
- Rengasamy P. ۲۰۱۰. Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, ۳۷: ۶۱۳-۶۲۰.
- Rengasamy P. and A. Marchuk ۲۰۱۱. Cation ratio of soil structural stability (CROSS). *Soil Research*, ۴۹: ۲۸۰-۲۸۵.



- Rengasamy P. and M.E. Sumner .۱۹۹۸. Processes involved in sodic behaviour. In 'Sodic soils. Distribution, properties, management, and environmental consequences'. (Eds ME Sumner, R Naidu) pp. ۳۵-۵۰. (Oxford University Press: New York)
- Sumner, M.E. ۱۹۹۳. Sodic soils: New perspectives. Australian Journal of Soil Research, ۳۱: ۶۸۳-۷۵۰.
- To, J., Kay, B.D. ۲۰۰۵. Variation in penetrometer resistance with soil properties: the contribution of effective stress and implications for pedotransfer functions". Geoderma, ۱۲۶: ۲۶۱-۲۷۶.
- Young, I.M., Montagu, K., Conroy, J. and Bengough, A.G. ۱۹۹۷. Mechanical impedance of root growth directly reduces leaf elongation rates of cereals". New Phytol, ۱۳۵: ۶۱۳-۶۱۹.

Abstract

This research was carried out to study the main purpose the effect of potassium on the soil structure and mechanical strength specially penetration resistance (PR). CROSS index which is similar to SAR, was used to prepare the treatment solutions. The results showed that the maximum amounts of PR (air-dry) equal to ۹.۴-۹.۵ MPa and minimum aggregate stability obtained from treatments ۵ & ۶ (contain K= ۲۶-۲۷ meq/L) compared with the control and other treatments with lower concentrations of potassium. Also, treatment ۲ showed similar results to treatments ۵ & ۶, with same amount of K⁺ and Na⁺ (amount of potassium lower than treatments ۵ & ۶). This result is probably related to a doubling effect of two monovalent ions. According to these results, K as monovalent ion could create soil destruction and unstable structure.



بررسی تولید رواناب در خاک‌های با بافت مختلف با استفاده از شبیه‌ساز باران

علی‌رضا واعظی^۱، مجتبی کرد^۲ و محمد حسین مهدیان^۳
۱-دانشیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲-دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳-استاد پژوهش سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی

چکیده

تولید رواناب یکی از فرآیندهای پیچیده و مهم است که متغیرهای متعددی از جمله ویژگی‌های خاک در آن دخالت دارند. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات رواناب در بافت‌های مختلف خاک (لوم شنی، لوم و لوم رسی) در منطقه نیمه خشک در استان زنجان در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. خاک‌ها در داخل فلوم فرسایشی به ابعاد ۱۶۰ سانتی‌متر طول، ۶۵ سانتی‌متر عرض و ۳۰ سانتی‌متر عمق ریخته شد و در معرض باران با شدت ۱۴۰ mmh گرفتند. خاک‌ها از نظر زمان آغاز رواناب ($p < 0.0001$) و ارتفاع رواناب ($p < 0.0001$) در خاک لوم رسی کمترین زمان آغاز رواناب (۳۲/۱۱ دقیقه) و بیشترین ارتفاع رواناب (۳۸/۲۳ میلی‌متر) مشاهده شد. خاک لوم شنی کمترین ارتفاع رواناب (۱۴/۶ میلی‌متر) را نشان داد که می‌تواند به دلیل هدایت هیدرولیکی بیشتر آن باشد.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، فلوم، زمان آغاز رواناب

مقدمه

رواناب از عوامل مهم انتقال دهنده ذرات خاک از بستر اولیه می‌باشد. تشکیل رواناب نتیجه آن بخش از نزولات آسمانی وارد شده بر سطح خاک می‌باشد که در خاک نمی‌تواند نفوذ یابد. بررسی تولید رواناب و رسوب یکی از فرآیندهای اصلی و مهم فرسایش و هدررفت خاک بوده که آگاهی از عوامل مؤثر بر آن امری ضروری به نظر می‌رسد (Girmay et al., ۲۰۰۹). یکی از موضوعات مهم و قابل توجه در بحث مدیریت آبخیزها و حفاظت خاک، کاهش میزان و شدت رواناب سطحی است تا از این طریق بتوان فرسایش خاک را نیز مهار کرد. میزان رواناب تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله میزان بارش، شدت باران، درصد پوشش گیاهی، بافت خاک و ساختمان آن، ماده آلی، رطوبت اولیه خاک و شرایط پستی و بلندی زمین قرار دارد (Perez-Latorre et al., ۲۰۱۰). با فرض یکسان بودن شرایط سطح، بارندگی و پوشش گیاهی، مهمترین عامل در نفوذ آب باران به خاک و همچنین تشکیل رواناب، بافت خاک و رطوبت اولیه خاک است (Huang et al., ۲۰۱۳). نتایج پژوهش‌ها نشان داد بین درصد سیلت با میزان رواناب رابطه مثبتی وجود دارد و بر این اساس با افزایش درصد سیلت با اندازه‌های بین دو تا ۵۰ میکرون، میزان رواناب و فرسایش‌پذیری خاک به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. با افزایش میزان رس تولید رواناب و هدررفت خاک افزایش می‌یابد، در حالی که بخش‌ها منجر به کاهش تولید رواناب و هدررفت خاک می‌گردد (Duiker, ۲۰۰۱). نتایج تحقیقات بیانگر نقش مهم‌تر سنگریزه سطحی نسبت به سنگریزه درون خاک از نظر تولید رواناب بود (محمود آبادی و همکاران ۱۳۸۵). مطالعه تغییرات مکانی رواناب در بخشی از خاک‌های آهکی ناحیه نیمه‌خشک در شمال غربی ایران نشان داد که آهک در کنار شن درشت و ماده آلی به عنوان عامل مهم مؤثر بر تولید رواناب می‌باشد (واعظی و همکاران، ۱۳۸۶).

به طور کلی بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد، که عوامل متعددی در تولید رواناب نقش دارند. شناخت این عوامل می‌تواند، در ارائه پیشنهادها مدیریت و کمی نمودن تغییرات رواناب و هدررفت خاک و شناخت خصوصیات مختلف خاک بر وقوع آن نقش اساسی ایفا نماید. میزان رواناب در یک سطح را می‌توان تحت باران طبیعی یا باران شبیه‌سازی شده اندازه‌گیری کرد. از آنجا که اندازه‌گیری میزان رواناب تحت شرایط باران طبیعی، زمانبر و پرهزینه می‌باشد (Sheridan et al., ۲۰۰۸)، شبیه‌ساز باران به عنوان ابزاری در پژوهش‌های هدررفت خاک و فرآیندهای مربوط به آن به طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پژوهش به منظور بررسی زمان آغاز و میزان تولید رواناب در خاک‌ها با بافت مختلف در منطقه نیمه خشک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تولید رواناب در خاک‌های مختلف مطالعه‌ای آزمایشگاهی در شدت باران ۴۰ میلی‌متر در ساعت با دو تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه خاک با بافت مختلف (لوم شنی، لوم رسی و لوم) با استفاده از شبیه‌ساز باران انجام گرفت. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. برای این منظور درصد ذرات معدنی خاک به روش هیدرومتر (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، جرم مخصوص ظاهری به روش سینلدر (Culley, ۱۹۹۳) و جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتر (Klute, ۱۹۸۶) تعیین شدند. پایداری خاکدانه بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار^{۴۴} (MWD) به روش الک تر (Amezket et al., ۱۹۸۶) با استفاده از سری الک‌ها (۸، ۶، ۴، ۲، ۱، ۰/۶ و ۰/۲۵ میلی‌متر) به مدت یک دقیقه با توان ۲۰ دور در دقیقه (واعظی و

^{۴۴} Mean Weight Diameter



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همکاران، ۱۳۹۳) تعیین گردید. انتخاب این مدت به دلیل پایداری بسیار پایین خاکدانه‌های مورد بررسی بود. هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت (Bouwer and Jackson, ۱۹۷۴) اندازه‌گیری شد. واکنش خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شدند. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) به روش استات سدیم یک نرمال در $pH = 2/8$ اندازه‌گیری شد. درصد سدیم تبادل (ESP) با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (Chapman and Pratt, ۱۹۷۸)، ماده آلی به روش والکی-بلاک (Nelson and Sommers, ۱۹۸۲)، آهک به صورت کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک یک نرمال (Jackson, ۱۹۶۷) و گچ نیز به روش استون (Jackson, ۱۹۶۷) در هر یک از بافت‌های خاک اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر برداشته شد. خاک‌ها به فلوم^{۲۵}های فلزی منتقل شدند. در زمان ریختن خاک در داخل فلوم سعی گردید تا جرم مخصوص ظاهری خاک داخل فلوم با ایجاد تراکم یکنواخت با جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه مشابه باشد. از فلوم‌های فلزی به طول ۱۶۰ سانتی‌متر، عرض ۶۵ سانتی‌متر و عمق ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. جهت یکسان‌سازی پلات‌های آزمایشی اقدام به حذف سنگریزه از سطح خاک گردید. اطراف فلوم‌ها با استفاده از ورق‌های گالوانیزه مسدود شد. در انتهای هر فلوم تجهیزات جمع‌آوری رواناب و رسوب شامل قیف و مخازن نصب گردید و زمان آغاز رواناب و حجم رواناب اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون چولگی و کشیدگی و تحلیل هیستوگرام فراوانی داده‌ها بررسی شد. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها بین بافت‌های خاک براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

خاک‌ها از نظر ماده آلی فقیر (۳/۱-۷۴/۰) و دارای حدود ۱۰ درصد آهک و حدود هشت درصد گچ بودند. با توجه به وجود مقدار کربنات کلسیم معادل (با حدود ۱۰ درصد کربنات کلسیم معادل)، خاک‌های مورد بررسی در گروه خاک‌های آهکی قرار داشتند. بررسی اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک‌ها نشان می‌دهد که خاک‌ها دارای درجه شوری پایین و در محدوده واکنش خنثی می‌باشند. جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها در خاک لوم‌رسی کمترین مقدار (۳۱/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و در خاک لوم‌شنی بیشترین (۴۴/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بود. (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی بافت خاک

ویژگی‌های خاک	لوم‌شنی	لوم	لوم‌رسی
شن (%)	۱۲/۷۱	۶۰/۳۶	۲۵/۴۱
سیلت (%)	۵۰/۱۶	۵۷/۴۳	۶۳/۲۱
رس (%)	۳۸/۱۲	۸۳/۱۹	۱۲/۳۷
جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۴۴/۱	۳۷/۱	۳۱/۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار (mm)	۲۶/۰	۷۴/۰	۵۷/۰
هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ h^{-1}$)	۷۳/۳	۷۸/۲	۸۲/۱
درصد سدیم تبادل	۴۶/۸	۹۲/۷	۸۶/۹
ماده آلی (%)	۸۷/۰	۳/۱	۷۴/۰
آهک (%)	۷۸/۹	۲۳/۱۱	۴۷/۱۰
گچ (%)	۵۶/۷	۲۷/۸	۶۷/۹

بافت خاک‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر حجم رواناب تولیدی با هم نشان دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد خاک لوم رسی کمترین زمان آغاز رواناب را در بین خاک‌های مورد مطالعه دارد و اختلاف بین خاک‌ها از نظر زمان آغاز رواناب معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن نشان داد خاک لوم رسی با زمان ۳۲/۱۱ دقیقه کمترین زمان شروع رواناب را داشته و در خاک لوم شنی زمان شروع رواناب به ۱۵/۳۵ دقیقه رسید که بیشترین زمان شروع رواناب بود (شکل ۱- الف). نتایج به دست آمده با نتایج نیسن و ورمرسچ (۲۰۱۰) همخوانی دارد. پایین بودن هدایت هیدرولیکی خاک لوم رسی نسبت به خاک‌های لوم و لوم شنی (جدول ۱) می‌تواند دلیل اصلی این موضوع باشد که سبب ظهور سریع‌تر رواناب در این خاک و پایین بودن سرعت نفوذ آب آن نسبت به خاک‌های دیگر مورد آزمایش گردید. با توجه به ثابت بودن شدت باران، می‌توان نتیجه گرفت تغییر ویژگی رواناب ناشی از تغییر خصوصیات خاک بوده است. براساس نتایج مقایسه میانگین به روش دانکن، بالاترین میزان تولید رواناب با حجم ۵۳/۲۶ لیتر در خاک لوم رسی بود (شکل ۱- ب). این موضوع به دلیل پایین بودن هدایت هیدرولیکی اشباع و تخریب سریع‌تر و بیشتر ساختمان در اثر ضربه قطرات باران بوده است. در اثر پاشمان ذرات ریز و نفوذ آنها به داخل منافذ درشت، تخلخل خاک کاهش می‌یابد و حاصل این پدیده کاهش نفوذپذیری، کاهش زمان آغاز رواناب و در نهایت افزایش میزان رواناب در خاک لوم رسی نسبت به دو خاک دیگر

^{۲۵} Flume

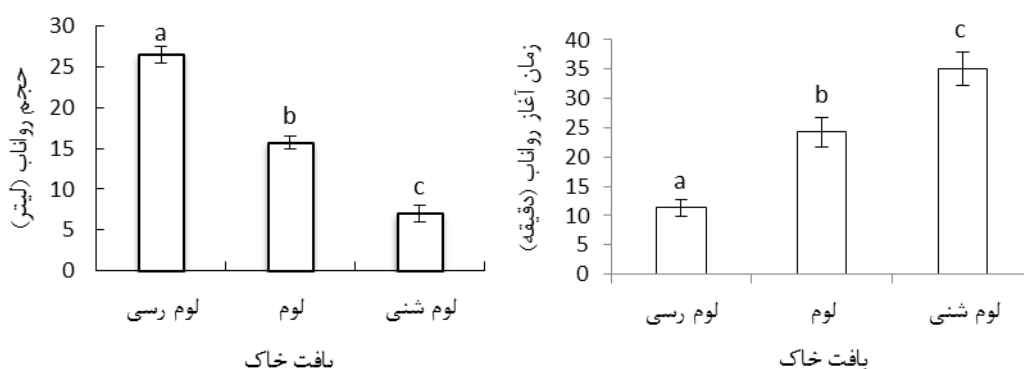


چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مورد آزمایش بود که با نتایج به دست آمده از پژوهش‌های واعظی و همکاران (۱۳۸۷) و وهابی و مهدیان (۲۰۰۸) مطابقت دارد. اگر چه جزء رس خاک می‌تواند به خاکدانه‌سازی و افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش میزان هدررفت خاک کمک نماید (Kirkby et al., ۲۰۱۰) ولی به نظر می‌رسد مقدار رس به تنهایی در خاک‌های مورد مطالعه برای تثبیت خاکدانه‌ها در برابر تخریب ناشی از قطرات باران کافی نمی‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر بافت خاک بر حجم و زمان آغاز رواناب

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی داری
زمان آغاز رواناب	۲	۱۳۰/۲۸۴۷	۵۶۵/۱۴۲۳	۰۰۰/۰
خطا	۲۷	۴۵۷/۷۵۸	۰۹۱/۲۸	
حجم رواناب	۲	۲۴۴/۱۹۲۱	۶۲۲/۹۶۰	۰۰۰/۰
خطا	۲۷	۴۳۶/۱۱۵	۲۷۵/۴	



شکل ۱- مقایسه زمان آغاز رواناب (الف) و حجم رواناب در خاک‌های مورد بررسی (ب)

خاک‌های دارای درصد بالای شن، به دلیل داشتن سرعت نفوذ آب بیشتر، رواناب کمتری تولید می‌کنند. به طوری که خاک‌های ریزدانه به دلیل دارا بودن ویژگی چسبندگی و تخلخل کم، دارای نفوذپذیری کم و در نتیجه حجم رواناب بیشتری می‌باشند (Santos et al., ۲۰۰۳).

منابع

- واعظی، ع. بهرامی، ح. صادقی، س. ح. و مهدیان، م. ح. ۱۳۸۷. تغییرات مکانی روان آب در بخشی از خاک‌های آهکی ناحیه نیمه خشک در شمال غربی ایران، مجله علوم و کشاورزی منابع طبیعی، ۱۵ (۵): ۲۱۳-۲۲۵.
- واعظی، ع. اکبری، س. و محمدی، م. ح. بررسی فرایندهای فرسایش بارانی در خاکدانه‌ها تحت شرایط آزمایشگاهی در خاک‌های آهکی شمال غرب زنجان، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۵ (۱): ۸۷-۹۴.
- محمودآبادی، م. چرخابی، ا. ح. و رفاهی، ح. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تولید رواناب و رسوب با استفاده از شبیه‌ساز باران. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۸ (۲): ۱-۱۶.
- Amezketta, E. Singer, M. J. and Le Bissonnais. Y. ۱۹۹۶. Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation. Soil Science Society of America Journal, ۶۰ (۵): ۸۸۸-۸۹۴.
- Bouwer, H. and Jackson, R. D. ۱۹۷۴. Determining soil properties. pp: ۶۱۱-۶۲۷. In: J. Van. Schilfgaard. (ed). Drainage for Agriculture. ASA Monograph Number ۱۷, Madison, WI.
- Chapman, H. D. and Pratt. P. F. ۱۹۷۸. Methods of analysis for soils, plants and waters. Division of agricultural sciences. University of California. United State of America.
- Culley, J. L. B. ۱۹۹۳. Density and compressibility, pp: ۵۲۹-۵۴۰. In: M. R. Carter (ed.) soil sampling and methods of analysis. Lewis published in United State of America.



- Duiker, S.W., Flanagan, D.C., and Lal, R. ۲۰۰۱. Erodibility and Infiltration characteristics of fire major soils of southwest Spain. *Catena*, ۴۵:۱۰۳-۱۲۱.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. ۱۹۸۶. Particle-size analysis, pp: ۳۸۳-۴۱۱. In: A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part ۱. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Girmay, G., Sing, B. R., Nyssen, J., and Borrosen, T., ۲۰۰۹. Runoff and sediment associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia, *Journal of Hydrology*, ۳۷۶: ۷۰-۸۰.
- Huang, J., Wu, P., and Xining. Z. ۲۰۱۳. Effects of rainfall intensity, underlying surface and slope gradient on soil infiltration under simulated rainfall experiments, *Catena*, ۱۰۴: ۹۳-۱۰۲.
- Jackson, M. L. ۱۹۶۷. *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall of India, Private Limited. New Delhi.
- Santos, F.L., Reis, J.L., Martins. O.C., Castanheria, N.L., and Serralherio, R.P. ۲۰۰۳. Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. *Biosystems Engineering*, ۸۶(۳): ۳۵۵-۳۶۴.
- Kirkby, M. J. and Morgan, R. P. ۲۰۱۰. *Soil erosion*. John Wiley and Sons. New York.
- Klute, A. ۱۹۸۶. *Methods of soil analysis*, Agron. ۹. Part ۱. American Society of Agronomy. Madison, WI, United State of America.
- Nelson, D. W., and Sommers, L. E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. pp: ۵۳۹-۵۷۹. In: A. L. Page (ed.) *Methods of soil analysis*. Part ۲. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Nyssen, J., and Vermeersch, D. ۲۰۱۰. Slope aspect affects geomorphic dynamics of coal mining spoil heaps in Belgium. *Geomorphology*. ۱۲۳(۱-۲): ۱۰۹-۱۲۱.
- Perez-Latorre, F.J., Castro, L.D., and Delgado, A. ۲۰۱۰. A comparison of two variable intensity rainfall simulators for runoff studies. *Soil and Till. Res.* ۱۰۷: ۱۱-۱۶.
- Sheridan, G. J.; H. B. So, and R. J. Loch. ۲۰۰۳. Improved slope adjustment function for soil erosion prediction. *Aust. J. Soil Res.* ۴۱: ۱۴۸۹-۱۵۰۸.
- Vahabi, J., and Mahdian, M.H. ۲۰۰۸. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. *Current Sci.* ۹۵: ۱۴۳۹-۱۴۴۵.

Abstract

Runoff production is one of the most complex processes that can be influenced by different factors, particularly soil properties. This study was conducted to investigate the runoff production in different soil texture (sandy loam, loam and clay loam) of a semi arid region in zanzan, ۲۰۱۴. The soil were poured into erosion flume (۶۵ cm × ۱۶۰ cm in dimensions with ۳۰ cm depth) and were exposed to simulated rainfall with ۴۰ mmh^{-۱} in intensity. Signification differences were found among the soils in runoff initiation ($p < 0.000$) and runoff height ($p < 0.000$). clay loam appeared the lowest runoff initiation (۱۱.۳۲ min) and highest runoff height (۲۳.۳۸ mm). Sandy loam showed the lowest runoff height (۶.۱۴ mm) which can be related to the bigger saturated hydraulic conductivity.



نقش جنگل‌زدایی و موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های جنگل‌های ارسباران (منطقه گرمنا)

لیلا شهبازی^۱، سیدبهنم موسوی^۲ و علی اصغر علیلو^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک دانشگاه مراغه، ۲- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه مراغه، ۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه مراغه

چکیده

در سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت جهان، خاک به عنوان بستر تأمین غذا اهمیت ویژه‌ای دارد. به منظور اعمال مدیریت‌های دقیق برای جلوگیری از تخریب خاک، مطالعه ابعاد گوناگون کیفیت خاک مهم می‌باشد. در این میان خاک‌های بکر مناطق جنگلی به دلیل ذخیره کربن در زیست‌توده خود، جلوگیری از فرسایش خاک و تغییرات اقلیمی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. از طرفی توپوگرافی (موقعیت شیب) تأثیر مهمی بر ویژگی‌های خاک دارد. بنابراین در این مطالعه، به منظور بررسی تأثیر موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و همچنین تأثیر جنگل‌زدایی در موقعیت شیب پستی بر خاک‌های جنگل‌های ارسباران، در سه موقعیت قله شیب، شیب پستی و پای شیب یک پروفیل خاک حفر شده و پس از نمونه‌برداری، تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی بر روی نمونه‌های خاک انجام گردید. نتایج نشان داد که موقعیت شیب بیشترین تأثیر را بر کربن آلی خاک داشته و جنگل‌زدایی صورت گرفته در موقعیت شیب پستی اثرات منفی بر خصوصیات خاک گذاشته است.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های ارسباران، جنگل‌زدایی، فرسایش خاک، موقعیت شیب، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل رشد روزافزون جمعیت جهان، خاک به عنوان بستری برای تأمین غذا، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت خاک، باید مدیریت‌هایی جهت جلوگیری از تخریب خاک اعمال گردد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۲). به دلیل اینکه خاک و مدیریت آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، مطالعه و شناخت ابعاد گوناگون کیفیت خاک، از جمله ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و کانی‌شناسی جهت مدیریت خاک امری بدیهی است که به‌طور گسترده مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (بلیر و همکاران، ۱۹۹۵). در این میان، نقش مهم خاک‌های بکر مناطق جنگلی در جلوگیری از فرسایش و تخریب خاک و ذخیره کربن در زیست‌توده خود و جلوگیری از تغییرات اقلیمی حائز اهمیت می‌باشد (کیرچام و همکاران، ۲۰۱۲). تغییرات مکانی ویژگی‌های شیمیایی و بیوشیمیایی خاک تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله اقلیم، رطوبت، بافت خاک، توپوگرافی و دخالت بشر قرار می‌گیرد (سیداری و همکاران، ۲۰۰۸). توپوگرافی به‌عنوان یکی از عوامل تشکیل دهنده خاک، اثر قابل ملاحظه‌ای بر رطوبت، دما و ماده آلی خاک دارد (فلورینسکای و همکاران، ۲۰۰۴؛ مورمن و همکاران، ۲۰۰۴). به‌طوری که اثر آن بر ماده آلی خاک به‌صورت ویژه قابل بحث و بررسی می‌باشد (یو و همکاران، ۲۰۰۶). یکی از مهم‌ترین متغیرهای توپوگرافی، تحدب و تقعر شیب (موقعیت شیب) می‌باشد که با کنترل حرکت رواناب و تأثیر بر فرسایش خاک، زهکشی و نگهداری آب در خاک منجر به تفاوت در ویژگی‌های خاک می‌شود (سیبرت و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین نتایج مطالعه‌ای که توسط تسو و همکاران (۲۰۰۴) در رابطه با اثر موقعیت شیب بر خصوصیات خاک در جنگل‌های جنوب تایوان انجام شده است، نشان می‌دهد که موقعیت‌های گوناگون شیب در امتداد یک دامنه می‌تواند حرکت آب و مواد را در خاک کنترل نموده و ویژگی‌های متفاوتی را در خاک ایجاد نماید. از این رو در مطالعه حاضر، اثر موقعیت شیب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و همچنین تأثیر جنگل‌زدایی در موقعیت شیب پستی بر خاک‌های جنگل‌های ارسباران که به‌علت ارزش بیولوژیک بسیار بالا و گونه‌های گیاهی و جانوری منحصر به فرد، در سال ۱۹۷۶ توسط سازمان یونسکو به‌عنوان یکی از ذخیره‌گاه‌های زیست‌کره شناخته شده است (رسولی و همکاران، ۲۰۱۰) مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

جنگل‌های ارسباران در شمال غربی ایران واقع شده است و با وسعت تقریبی ۱۶۴۰۰۰ هکتار در محدوده حوضه‌های هیدرولوژیک ایلقنا چای، کلپیر چای، حاجیلار چای و سلن چای قرار دارد. منطقه حفاظت شده ارسباران در محدوده حوضه‌های اکولوژیک ایلقنا چای و کلپیر چای بین عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳ دقیقه شرقی قرار دارد (رسولی و همکاران، ۲۰۱۰). میانگین بارندگی ۱۰ ساله این منطقه (سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳) طبق گزارش پورتال سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۳)، حدود ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. عاملی که روی

میزان بارندگی جنگل‌های ارسباران تأثیر دارد، باران‌های مخفی (مه‌بارش) می‌باشد که میزان بارندگی را به ۷۵۰ میلی‌متر رسانده است و این دلیلی بر تنوع گونه‌های گیاهی ارسباران است به طوری که این منطقه، از لحاظ درختان جنگلی شامل دو دسته جنگل‌های پهن برگ و جنگل‌های آمیخته پهن برگ و سوزنی برگ است (رسولی و همکاران، ۲۰۱۰).

در این پژوهش، به منظور بررسی اثر موقعیت‌های مختلف شیب بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، سه موقعیت شیب شامل قله شیب، شیب پستی و پای شیب با کاربری جنگلی انتخاب شد. در هر کدام از این نقاط یک پروفیل خاک حفر گردید. سپس نمونه‌برداری بهم‌خورده از هر افق این پروفیل‌ها به منظور تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی و نمونه‌برداری بهم‌نخورده به وسیله سیلندر و چکش نقطه‌ای از افق اول و دوم هر پروفیل به منظور تعیین رطوبت ظرفیت زراعی در نمونه‌های سطحی و درصد رطوبت اشباع و جرم مخصوص ظاهری در نمونه‌های افق اول و دوم صورت گرفت. در آزمایشگاه کلیه تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی، که به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است، با استفاده از کتاب راهنما برای روش‌های آزمایشگاهی (۲۰۱۴) انجام گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی خاک‌های منطقه مورد مطالعه شامل درصد ذرات و کلاس بافت، جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت در حالت اشباع و ظرفیت زراعی و خصوصیات شیمیایی آن شامل درصد کربنات کلسیم معادل، pH، درصد کربن آلی و مواد آلی و هدایت الکتریکی در جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به جدول، بررسی ذرات تشکیل‌دهنده بافت خاک بیانگر آن است که بافت خاک در موقعیت قله شیب به دلیل مسطح و پایدار بودن این موقعیت از شیب دارای بافت متوسطی است اما افق سطحی نسبت به افق‌های زیرسطحی به دلیل دریافت حجم زیاد بارندگی و شستشوی ذرات ریز از افق سطحی به سمت افق‌های زیرسطحی، دارای توزیع اندازه ذرات درشت‌تر می‌باشد. به علت جنگل‌زدایی صورت گرفته در موقعیت شیب پستی، ذرات ریز خاک در این موقعیت از شیب در اثر فرسایش حاصل از روانابی که از بالادست می‌آید انتقال یافته و در نتیجه منجر به افزایش درصد ذرات درشت می‌گردد. با توجه به عدم کنترل سرعت رواناب در موقعیت شیب پستی به دلیل تراکم پایین پوشش گیاهی و بالا بودن درصد شیب، سرعت حرکت رواناب در مسیر عبور از موقعیت پای شیب افزایش می‌یابد و باعث شستشوی ذرات ریز موقعیت پای شیب نیز می‌گردد و ذرات ریز انتقال یافته از موقعیت‌های شیب پستی و پای شیب را در موقعیت پنجه شیب رسوب می‌دهد که این نتیجه‌گیری با نتایج مطالعات خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه مورد مطالعه در سه موقعیت مختلف شیب

افق	عمق (cm)	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	کلاس بافت	جرم مخصوص ظاهری (g/cm ³)	رطوبت اشباع (%)	رطوبت ظرفیت زراعی (%)	کربنات کلسیم معادل (%)	pH	کربن آلی (%)	ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)
خصوصیات فیزیکی پروفیل مربوط به موقعیت قله شیب													
A	۱۰-۰	۰۵/۶	۲۵/۲	۷/۱۵	scl	۸/۰	۱۲/۶	۳۵/۲۸	۶۸/۲	۷۷/۶	۴۹/۹	۹۸/۱۸	۹۲۶/۰
A	۲۵-۱۰	۶۴/۵	۹۳/۱	۴۳/۳	l	۱/۱	۶۵/۶	-	۲۱/۴	۹۹/۶	۴۴/۶	۹/۱۲	۸۷۱/۰
Bt	۵۰-۲۵	۸۷/۲	۳۸/۱	۷۵/۵	sil	-	-	-	۲/۱	۵/۶	۳۸/۱	۷۶/۲	۶۴۱/۰
Bt	۹۰-۵۰	۳۷/۳	۶۹/۳	۲۸	cl	-	-	-	۵/۲	۸/۶	۳/۰	۶/۰	۴۳۷/۰
C	۱۴۰-۹۰	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری	مواد مادری
خصوصیات فیزیکی پروفیل مربوط به موقعیت شیب پستی													
A	۱۶-۰	۶۴/۵	۷۴/۲	۶۲/۲	scl	۹۵/۰	۶۶/۵	۳۹/۲۷	۷۶/۵	۵۵/۷	۳۷/۴	۷۵/۸	۹۸/۰
Bt	۱۱۰-۱۶	۹/۴۴	۶۵/۳	۴۵/۲	cl	۴/۱	۵۳/۳	-	۴/۶	۹۷/۷	۵/۰	۰/۱/۱	۳۷۵/۰
A	۲۰۰-۱۱۰	۳/۵۷	۸۷/۲	۸۳/۲	scl	-	-	-	۸۵/۵	۸۸/۷	۶۳/۰	۲۷/۱	۴۴/۰



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

خصوصیات شیمیایی پروفیل مربوط به موقعیت پای شیب

خصوصیات فیزیکی پروفیل مربوط به موقعیت پای شیب

۱۳۸/۱	۲/۱۵	۶/۷	۵۱/۷	۷/۵	۸۳/۲۲	۷۱/۴ ۳	۸/۰	scl	۸۳/۲ ۰	۸۳/۲ ۰	۳۴/۵ ۸	۱۰-۰	A
۴۶۱/۰	۵۶/۲	۲۸/۱	۷۶/۷	۷/۵	-	۵۷/۳ ۱	۴/۱	sl	۱۲/۲ ۰	۱۷	۸۸/۶ ۲	۵۵- ۱۰	B w
۶۵۲/۰	۳/۳	۶۵/۱	۷۳/۷	۹۸/۵	-	-	-	scl	۱۸/۱ ۸	۲۴/۲ ۴	۵۸/۵ ۷	۱۱۰- ۵۵	۲ Bt b
۳۲۲/۰	۴۴/۰	۲۲/۰	۹۳/۷	۲/۶	-	-	-	sl	۶۱/۱ ۳	۸۲/۱ ۶	۵۷/۶ ۹	۲۰۰- ۱۱۰	B w b

جرم مخصوص ظاهری در افق‌های سطحی هر سه موقعیت شیب کمتر از افق‌های زیرسطحی است. علت این امر بالا بودن میزان ماده آلی افق‌های سطحی می‌باشد. همچنین در موقعیت شیب پشتی به دلیل جنگل‌زدایی، جرم مخصوص ظاهری نسبت به دو موقعیت دیگر بیشتر است. خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) بیان می‌دارند که جرم مخصوص ظاهری در منطقه جنگل‌زدایی شده به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

نتایج مطالعه‌ای که توسط راولز و همکاران (۲۰۰۳) در رابطه با اثر کربن آلی خاک بر نگهداری آب خاک انجام شد، نشان داد که با افزایش میزان کربن آلی خاک، نگهداری آب خاک و رطوبت خاک افزایش می‌یابد. با توجه به جدول، در موقعیت قله شیب مقدار کربن آلی خاک نسبت به دو موقعیت شیب پشتی و پای شیب بیشتر بوده و در نتیجه مقدار رطوبت خاک در حالت اشباع و ظرفیت زراعی نیز در این موقعیت از شیب نسبت به دو موقعیت دیگر زیاد است. نکته دیگر اینکه در افق‌های سطحی میزان کربن آلی خاک نسبت به افق‌های زیرسطحی زیاد بوده و درصد رطوبت نیز در افق‌های سطحی زیاد است.

نتایج نشان داد که مقدار کربنات کلسیم معادل در موقعیت قله شیب به دلیل فرآیند آبشویی^{۴۶} کم و در موقعیت شیب پشتی و پای شیب به دلیل فرآیند غنی شدن^{۴۷} زیاد می‌باشد. در واقع مواد آهکی توسط رواناب حاصل از بارندگی شسته شده و در موقعیت‌های پایین‌تر تجمع می‌یابند که با نتایج تسو و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. همچنین با توجه به جدول، می‌توان دریافت که در هر سه موقعیت شیب مقدار کربنات کلسیم معادل افق سطحی کم است. نتایج مطالعه‌ای که توسط مختاری کرچگانی و همکاران (۲۰۱۱) صورت گرفته است، نشان داد که حضور بیشتر ماده آلی در لایه سطحی خاک شرایط را برای تولید بیشتر کربن دی‌اکسید فراهم نموده و باعث می‌شود مطابق فرآیند شیمیایی زیر آهک از لایه سطحی شسته شده و تخلیه گردد.



مقدار کربنات کلسیم معادل در موقعیت شیب پشتی بیشتر از موقعیت پای شیب است. طبق نتایج مطالعه‌ای که توسط خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) در اراضی تپه‌ماهوری لسی شمال کشور انجام شده است، فرسایش سطحی و رخنمون شدن خاک زیرین که کربنات کلسیم بیشتری دارد باعث افزایش کربنات کلسیم معادل می‌شود. با توجه به اینکه در موقعیت شیب پشتی، به دلیل جنگل‌زدایی، تراکم پوشش گیاهی کم است و با توجه به نقش پوشش گیاهی در کنترل رواناب حاصل از بارندگی که از اراضی بالادست جاری می‌شود، فرسایش و تخریب خاک در این موقعیت از شیب زیاد بوده و در نتیجه کربنات کلسیم معادل نیز افزایش می‌یابد.

واکنش خاک رابطه مستقیمی با مقدار کربنات کلسیم معادل، به دلیل خاصیت بافری بالای کربنات کلسیم، دارد (میرحسینی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به جدول، pH خاک نیز مانند مقدار کربنات کلسیم در موقعیت قله شیب کم‌تر از موقعیت شیب پشتی و پای شیب است. همچنین pH در افق‌های سطحی به دلیل زیاد بودن ماده آلی نسبت به افق‌های زیرسطحی اسیدی‌تر است. ویژگی‌های توپوگرافی مانند طول، جهت، درجه و موقعیت شیب اثر قابل ملاحظه‌ای بر کربن آلی خاک دارد (تن و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به نتایج به دست آمده، مقدار کربن آلی خاک در موقعیت قله شیب بیشتر از دو موقعیت دیگر بوده و پس از آن در موقعیت پای شیب بیشتر از موقعیت شیب پشتی است. تسو و همکاران (۲۰۰۴) نیز در بررسی رابطه بین ویژگی‌های خاک (کربن آلی) و موقعیت شیب در جنگل‌های جنوب تایوان به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع، مقدار کربن آلی افزایش می‌یابد. همچنین نشان دادند که مقدار کربن آلی در موقعیت قله شیب بیشتر از پای شیب و آن هم بیشتر از شیب پشتی است. دلیل زیاد بودن مقدار کربن آلی در موقعیت قله شیب، مسطح بودن این موقعیت از شیب و دریافت میزان بالای بارندگی و افزایش تراکم گیاهی و به دنبال آن تولید ماده آلی بیشتر می‌باشد که این نتیجه‌گیری با نتایج جونز و همکاران (۱۹۸۹) مطابقت دارد. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه در موقعیت شیب پشتی سطح وسیعی از درختان جنگلی قطع شده‌اند و به همین علت شدت فرسایش خاک

^{۴۶} Leaching

^{۴۷} Enrichment



بالاست و همچنین با توجه به نتایج مطالعات هنتر و همکاران (۲۰۱۰) که بیان می‌دارند فرسایش باعث انتقال مواد آلی می‌گردد، بنابراین می‌توان پایین بودن مقدار کربن آلی در موقعیت شیب پستی را به دلیل فرسایش خاک در این موقعیت از شیب و انتقال مواد آلی دانست. همچنین بالاتر بودن مقدار کربن آلی خاک در موقعیت پای شیب نسبت به شیب پستی به دلیل دریافت مواد سطحی فرسایش یافته سطوح بالا می‌باشد.

بارندگی زیاد و زهکشی مناسب خاک‌ها در منطقه ارسباران، باعث کم بودن هدایت الکتریکی شده است. اما با توجه به جدول، می‌توان دریافت که هدایت الکتریکی در افق‌های سطحی پروفیل‌های خاک زیاد است. ملک‌پور و همکاران (۱۳۹۰) بیان می‌دارند که با افزایش لاشبرگ رهاسازی نمک بیشتر شده و در نتیجه باعث افزایش EC خاک می‌شود. نظر به اینکه در افق‌های سطحی میزان ماده آلی زیاد است، بنابراین رهاسازی نمک نیز زیاد بوده و منجر به افزایش EC در این افق‌ها شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که توپوگرافی (موقعیت شیب) تأثیر قابل توجهی بر ویژگی‌های خاک‌های جنگل‌های ارسباران دارد. در بین این خصوصیات فیزیکی شیمیایی، درصد کربن آلی خاک اهمیت ویژه‌ای دارد. زی و همکاران (۲۰۱۱) بیان می‌دارند که کربن آلی نقش کلیدی در تعیین رفتار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. با توجه به اینکه در موقعیت شیب پستی تغییر کاربری صورت گرفته و پوشش گیاهی، به خصوص در مناطق تغییر کاربری شده به مناطق مسکونی، از بین رفته است، خصوصیات خاک در این موقعیت از شیب به‌طور چشم‌گیری تحت تأثیر قرار گرفته است. چرا که فرصتی برای نفوذ رواناب حاصل از بارندگی به داخل خاک وجود نداشته و اثرات آن در شیب پستی و همچنین در موقعیت‌های پایین شیب مشهود می‌باشد. بنابراین در این زمینه به مدیریت‌های دقیق نیاز است و باید تغییرات خصوصیات خاک در شرایط کنونی منطقه و مدیریت‌های مناسب جهت کاهش هدررفت سرمایه‌های عظیم مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- پورتال سازمان هواشناسی کشور، دسترسی به داده‌های اقلیمی و تاریخچه‌ای (۲۰۱۳-۲۰۰۴). آدرس صفحه: <http://www.irimo.ir/wd/2703>، مشاهده شده در تاریخ ۲۸/۰۵/۱۳۹۳.
- ملک‌پور، ب.، احمدی، ت. و کاظمی‌مازندرانی، س. ۱۳۹۰. تأثیر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کهنه لاشک کجور شهرستان نوشهر. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال ششم، شماره ۳، ص. ۱۲۶-۱۱۵.
- ملکی، ص.، خرمالی، ف.، کیانی، ف. و کریمی، ع. ۱۳۹۲. اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی لسی شیب‌دار، منطقه توشن استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیستم، شماره ۳، ص. ۹۳-۱۱۲.
- میرحسینی، م.، شهاب‌پور، ج. و فرپور، م. ۱۳۸۸. رفتار ژئوشیمیایی روی، پتاسیم و سدیم موجود در خاک، در برابر باران‌های اسیدی مرتبط با کارخانه ذوب مس سرچشمه، رفسنجان. علوم زمین، سال هجدهم، شماره ۷۱، ص. ۱۶۶-۱۶۱.
- Blair, G.J., Lefroy, R.D.B. and Lisle, L. ۱۹۹۵. Soil carbon fraction based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. Department of Agronomy and Soil Science, University of New England, Armidale ۴۶: ۱۴۵۹-۱۴۶۶.
- Florinsky, I.V., McMahon, S. and Burton, D.L. ۲۰۰۴. Topographic control of soil microbial activity: a case study of denitrifiers. Geoderma, ۱۱۹: ۳۳-۵۳.
- Hattar, B.I., Taimeh, A.Y. and Ziadat, F.M. ۲۰۱۰. Variation in soil chemical properties along toposequences in an arid region of the Levant. Catena, ۸۳: ۳۴-۴۵.
- Jones, A.J., Mielk, L.N., Bartles, C.A. and Miller, C.A. ۱۹۸۹. Relationship of landscape position and properties to crop production. Soil water conservation jobs, ۴۴: ۳۲۸-۳۳۲.
- Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch. and Wani, S.P. ۲۰۰۹. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture. ecosystems and environment, ۱۳۴: ۱۷۸-۱۸۹.
- Kirschbaum, M.U.F., Saggar, S., Tate, K.R., Giltrap, D.L., Ausseil, A.G.E., Greenhalgh, S. and Whitehead, D. ۲۰۱۲. Comprehensive evaluation of the climate-change implications of shifting land use between forest and grassland: New Zealand as a case study. Agriculture. ecosystems and environment, ۱۵۰: ۱۲۳-۱۳۸.
- Mokhtari Karchegani, P., Ayoubi, S., Mosaddeghi, M.R. and Malekian, M. ۲۰۱۱. Effects of land use and slope gradient on soil organic carbon pools in particle-size fractions and some soil physico-chemical properties in hilly regions, western Iran. Journal of soil management and sustainable production, ۱: ۲۳-۴۱.
- Moorman, T.B., Cambardella, C.A., James, D.E., Karlen, D.L. and Kramer, L.A. ۲۰۰۴. Quantification of tillage and landscape effects on soil carbon in small Iowa watersheds. Soil and tillage research, ۷۸: ۲۲۵-۲۳۶.
- Rasuly, A., Naghdifar, R. and Rasoli, M. ۲۰۱۰. Detecting of Arasbaran forest changes applying image processing procedures and GIS techniques. Procedia environmental sciences, ۲: ۴۵۴-۴۶۴.



- Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M. and Bloodworth, H. ۲۰۰۳. Effects of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma*, ۱۱۶: ۶۱-۷۶.
- Seibert, J., Stendahl, J. and Sorensen, R. ۲۰۰۷. Topographical influences on soil properties in boreal forests. *Geoderma*, ۱۴۱: ۱۳۹-۱۴۸.
- Sidari, M., Ronzello, G., Vecchio, G. and Muscolo, A. ۲۰۰۸. Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a pinus laricio forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). *European journal of soil biology*, ۴۴: ۳۶۴-۳۷۲.
- Soil survey staff. ۲۰۱۴. Kellogg soil survey laboratory methods manual. Soil survey investigations report No. ۴۲, Version ۵.۰. R. Burt and soil survey staff. U.S. Department of Agriculture, Natural resources conservation service.
- Tan, Z.X., Lal, R., Smeck, N.E. and Calhoun, F.G. ۲۰۰۴. Relationships between surface soil organic carbon pool and site variables. *Geoderma*, ۱۲۱: ۱۸۷-۱۹۵.
- Tsui, Ch., Chen, Z. and Hsieh, Ch. ۲۰۰۴. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, ۱۲۳: ۱۳۱-۱۴۲.
- Xi, X., Yang, Z., Cui, Y., Sun, Sh., Yu, Ch. and Li, M. ۲۰۱۱. A study of organic carbon distribution and storage in the Northeast Plain of China. *Geoscience frontiers*, ۲: ۱۱۵-۱۲۳.
- Yoo, K., Amundson, R., Heimsath, A.M. and Dietrich, W.E. ۲۰۰۶. Spatial patterns of soil organic carbon on hillslopes: Integrating geomorphic processes and biological C cycle. *Geoderma*, ۱۳۰: ۴۷-۶۵.

Abstract

In recent years, because of world population growth, soil as a bed for supplying food is very important. In order to applying careful management to prevent soil degradation, it is important to study different aspects of soil quality. In this case, the intact forest soils, due to carbon storage in their biomass, prevention of soil erosion and climate change, have special significance. On the other hand, topography (slope position) has an important impact on soil characteristics. Therefore, in this study, in order to evaluate the effect of slope position and deforestation on Arasbaran forest soil physicochemical properties, a soil profile was dug in summit, back slope and foot slope position. After sampling, physicochemical analysis was performed on soil samples. The results showed the slope position had the greatest impact on soil organic carbon and deforestation that has taken place in the back slope position, has negative effects on soil properties.



پیامد آبیاری با پساب تصفیه شده بر آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه اصفهان

روزیتا سلطانی^۱، محمدرضا مصدقی^۲، مجید افیونی^۳، شمس‌الله ایوبی^۳، مهران شیروانی^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان،
۳- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

صنایع برای تامین نیاز آبی فضای سبز از پساب تصفیه شده استفاده می‌کنند. آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک در ارتباط با استقرار و رشد فضای سبز مهم است ولی چگونگی و میزان این اثر کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش به منظور بررسی اثر آبیاری با پساب بر آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک در فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه اصفهان در قالب بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. نقاط نمونه‌برداری بر اساس نوع آبیاری (آبیاری با آب چاه یا پساب تصفیه شده) و مجتمع (سه زمان، ۳، ۷ و ۱۹ سال) انتخاب شدند. آب‌گریزی خاک توسط روش جذب‌پذیری ذاتی در ۳۵ نمونه اندازه‌گیری شد. آبیاری با پساب سبب افزایش شاخص آب‌گریزی خاک در درازمدت (۱۹ سال) شده است ولی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت (۳ و ۷ سال) تأثیری بر آب‌گریزی خاک نداشته است. هم‌چنین به دنبال افزایش ماده آلی خاک در تیمار آبیاری شده با آب چاه، افزایش شاخص آب‌گریزی خاک دیده شد. از آنجایی که مواد آب‌گریز در ایجاد سله سطحی نقش نداشتند، حضور سله سطحی تفاوت معنی‌داری در شاخص آب‌گریزی خاک ایجاد نکرده است.

واژه‌های کلیدی: پساب، آب‌گریزی خاک، جذب‌پذیری ذاتی، جذب‌پذیری اتانول

مقدمه

منابع آب در میان سایر منابع طبیعی جایگاه ویژه‌ای داشته، در همه‌ی نقاط کره زمین بیش از هر ماده‌ی دیگری با مقادیر مختلف موجود بوده و نقش مهمی در زندگی و محیط زیست انسان ایفا می‌کند. در دهه‌های اخیر وضعیت محیط زیست به طور اسفباری تغییر کرده و در بسیاری از کشورهای جهان، نتایج نامطلوب فعالیت‌های درازمدت و نامعقول انسان‌ها مشاهده می‌شود (آل یاسین، ۱۳۸۴). مهم‌ترین راه حل منطقی توسعه منابع آب آینده استفاده مجدد از پساب فاضلاب تصفیه شده است. این آب‌ها ۶۵ تا ۸۰ درصد آب مصرف شده جوامع را تشکیل می‌دهند و با توجه به افزایش سرانه مصارف آب، روز به روز بر میزان تولید آن افزوده می‌شود (حسینیان، ۱۳۸۱). استفاده از پساب‌ها موجب می‌شود از هزینه‌های سنگین تامین آب و انتقال آن جلوگیری شود (هیات تحریریه، ۱۳۷۰). فضای سبز نقش مهمی در پایداری محیط زندگی و کار بشر ایفا می‌کند. در شرکت‌ها و کارخانجات صنعتی، برای تامین نیاز آبی فضای سبز از پساب تصفیه شده استفاده می‌شود. آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک در ارتباط با استقرار و رشد فضای سبز مهم است ولی چگونگی و میزان این اثر کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بررسی اثر پساب تصفیه شده‌ی مجتمع فولاد مبارکه بر آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک انجام شد.

آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک از ویژگی‌های فیزیکی مهم خاک و موثر بر نگهداشت آب و هدایت هیدرولیکی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند (Aelamaneh et al., ۲۰۱۴). خاک‌های آب‌دوست خاک‌هایی هستند که به سرعت و به آسانی توسط آب خیس می‌شوند. خاک‌های آب‌گریز^۴ خاک‌هایی هستند که در برابر نفوذ آب به خاک مقاومت نشان می‌دهند (Dekker et al., ۲۰۰۱). این مشخصه می‌تواند بر چرخه هیدرولوژی خاک سطحی و زیرسطحی، روابط آب و خاک و گیاه و تولید محصول اثر بگذارد (Doerr and Thomas, ۲۰۰۰). هنگامی که نفوذ آب به خاک به آهستگی صورت گیرد (زاویه تماس آب-خاک^۴ کم‌تر از ۹۰ درجه) آب‌گریزی خاک اصطلاحاً آب‌گریزی زیر-بحرانی^۵ نامیده می‌شود (Tillman et al., ۱۹۸۹). خاک‌های آب‌گریز گنجایش ذخیره‌ی آب کم‌تری نسبت به خاک‌های آب‌پذیر دارند و در تماس با آب برای مدت زمان چند دقیقه، چند ساعت تا هفته‌ها خشک باقی می‌مانند (Doerr and Thomas, ۲۰۰۰). آب‌گریزی در درجه‌های کم سبب کاهش جذب آب توسط خاک شده و تأثیر مثبتی بر پایداری ساختمان خاک دارد، زیرا با کاهش فشار هوای محبوس درون منافذ و تعدیل تورم خاک باعث حفظ ساختمان خاک می‌شود (Aelamaneh et al., ۲۰۱۴). مقادیر زیاد کربن آلی می‌تواند آب‌گریزی خاک را تشدید کند. مواد آلی می‌تواند ناشی از برگ درختان، تولیدات آلی آب‌گریز میکروب‌ها، ترشحات هیدروفوبیک ریشه، موم و اپیدرم برگ‌ها، رزین‌ها و موم‌های درختان باشد (Hallet and Young ۱۹۹۹ and Tillman et al., ۱۹۸۹). به طور کلی اسیدهای چرب زنجیره‌بلند و موم‌ها (مانند استرها) باعث ایجاد آب‌گریزی می‌شوند (Roy and McGill, ۲۰۰۰).

^۴۱. Water-repellent soils

^۴۱. Soil-water contact angle

^۵۲. Sub-critical water repellency



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

خاک‌های درشت‌بافت نسبت به خاک‌های ریزبافت حساسیت بیشتری به آب‌گریزی دارند، زیرا خاک‌های درشت‌بافت دارای سطح ویژه‌ی کم‌تری بوده و مقدار کمی از ترکیبات آلی هیدروفوبیک برای پوشاندن سطوح ذرات خاک کافی است (Aelamaneh et al., 2014). هالت و همکاران (۱۹۹۹) دریافتند که خاک‌های ریزبافت زاویه تماس آب-خاک (آب‌گریزی) کم‌تر و جذب‌پذیری بیشتری نسبت به خاک‌های درشت‌بافت دارند (Hallet and Young, ۱۹۹۹).

پساب‌ها از نظر شیمیایی ترکیب متفاوتی با آب تازه دارند و این تفاوت منجر به حل مقداری مواد آلی می‌شود. مواد آلی محلول پس از انتقال به خاک قادرند ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر دهند که یکی از ویژگی‌های فیزیکی تحت تأثیر آن، آب‌گریزی خاک می‌باشد (Navada et al., 2013). ناودا و همکاران (۲۰۱۳) آزمایشی طراحی کردند که در آن تأثیر آبیاری با پساب مخلوط صنعتی و خانگی بر آب‌گریزی خاک سطحی بررسی شد. آن‌ها دریافتند که آب‌پذیری خاک به شدت تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری می‌باشد و استفاده از پساب تصفیه‌شده تأثیر چشم‌گیری بر آب‌گریزی خاک می‌گذارد. در این آزمایش زمان نفوذ قطره آب^{۵۱} (DPT) در تیمارهای آبیاری شده با پساب بین ۶۱ تا ۷۲ ثانیه بود در صورتی که WDPT در تیمارهای آبیاری شده با آب غیرشور برابر صفر بود. بنابراین آبیاری با پساب منجر به آب‌گریزی سطح خاک می‌شود و منطقه‌ی خیس شده در خاک‌های آبیاری شده با پساب کم‌تر از خاک‌های آبیاری شده با آب غیرشور می‌باشد (Navada et al., 2013).

جبهه‌ی رطوبتی در خاک‌های آب‌پذیر به صورت افقی و پایدار است در صورتی که در خاک‌های آب‌گریز جبهه‌ی رطوبتی به صورت نامنظم همراه با جریان‌های ترجیحی (انگشت‌مانند) است (Ritsema et al., ۱۹۹۳). آب‌گریزی خاک می‌تواند باعث هدرفت آب، ایجاد ذرات معلق و جریان‌های ترجیحی (که باعث انتقال آلودگی‌ها به اعماق خاک می‌شود) شود (Travis et al., 2008). اوربانک و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تنوع در آب‌گریزی خاکدانه‌ها به مقدار ماده‌ی آلی و بیش‌تر به گروه‌های آبدوست یا آب‌گریز که آب را جذب یا دفع می‌کنند بستگی دارد. آن‌ها هم‌چنین بیان کردند که ارتباط مستقیمی بین مقدار کربن آلی و گروه‌های آب‌گریز وجود دارد ولی ارتباطی بین این گروه‌ها و سطح آب‌گریزی وجود ندارد (Urbanek et al., 2007). جاسینکا و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که جنس ترکیبات آلی در آب‌گریزی مهم‌تر می‌باشد زیرا همه‌ی ترکیبات آلی دارای گروه‌های هیدروفوبیک نیستند (Jasinka et al., 2006).

اعلامنش و همکاران (۲۰۱۴) آب‌گریزی را در خاک‌های آهکی غرب ایران تحت کاربری‌های مختلف بررسی کرده و بیان کردند که رابطه‌ی مثبت و خطی بین شاخص آب‌گریزی و ماده آلی خاک وجود دارد (Aelamaneh et al., 2014). وانگ و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی ارتباط بین آب‌گریزی و نوع گیاه، بافت خاک، pH و سیستم‌های مدیریتی مختلف گزارش کردند که آب‌پذیری و آب‌گریزی بیش‌تر تحت تأثیر کربن آلی خاک بوده و کم‌تر تحت تأثیر بافت خاک و pH می‌باشد (Wang et al., 2010). افزایش pH خاک باعث افزایش حلالیت مواد آب‌گریز شده و از این طریق مواد آب‌گریز از سطح ذرات جدا شده و آب‌گریزی خاک کاهش می‌یابد (Muneer and Oades, ۱۹۸۹). آریه و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تأثیر آبیاری با پساب را بر آب‌گریزی و ویژگی‌های هیدرولیکی خاک بررسی کردند. پساب مورد استفاده دارای مواد آلی بوده و سبب ایجاد آب‌گریزی گشته بود. آن‌ها مهم‌ترین تفاوت بین خاک‌های آبدوست و آب‌گریز را در شکل جبهه‌ی رطوبتی بیان کردند که در خاک‌های آب‌گریز جبهه‌ی رطوبتی به صورت غیرپایدار با جریان‌های انگشت‌مانند می‌باشد (Arye et al., 2011).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر پساب بر آب‌گریزی و جذب‌پذیری خاک فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه انجام گرفت. شهرستان مبارکه در جنوب غرب استان اصفهان با مساحت ۱۰۱۸ کیلومتر مربع که معادل ۹۵/۰ درصد مساحت کل استان می‌باشد واقع شده است. مجتمع فولاد مبارکه در قسمت جنوب غربی این شهرستان قرار گرفته و دارای فضای سبزی به وسعت بیش از ۱۵۰۰ هکتار است. بخش عمده این مساحت تحت پوشش جنگل (کاج، سرو، افاقیا، زبان گنجشک، توت و زیتون) است. مدیریت آبیاری در قطعات بسته به منابع آبی موجود، تحت آبیاری با پساب و یا آب چاه می‌باشد.

به منظور بررسی اثر پساب و آب چاه، نمونه‌های دست‌نخورده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی توسط سیلندرهایی به حجم ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب از مناطق ۳، ۷ و ۱۹ سال آبیاری شده با پساب، ۱۹ سال آبیاری شده با آب چاه و خاک آبیاری نشده به عنوان تیمار شاهد تهیه شدند. هم‌چنین نمونه‌هایی از خاک دارای سله سطحی به منظور بررسی اثر سله بر آب‌گریزی خاک تهیه شد. آب‌گریزی خاک به روش جذب‌پذیری ذاتی اندازه‌گیری شد؛ اساس این روش تفاوت بین جذب‌پذیری خاک برای آب و اتانول در ابتدای فرآیند نفوذ می‌باشد. در این روش از ریز-نفوذسنج دارای نوک با قطر ۴ میلی‌متر استفاده شد. در ابتدا جذب‌پذیری آبی خاک در سه دقیقه اول روی نمونه‌های آون خشک‌شده (در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد؛ سپس نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون-خشک شده و جذب اتانول اندازه‌گیری شد (Hallet and Young ۱۹۹۹).

با ترسیم منحنی‌های نفوذ (حجم) تجمعی آب و اتانول در برابر زمان، شیب منحنی در بازه زمانی ۳۰ تا ۱۳۰ ثانیه با برآزش قوی یک خط رگرسیونی به عنوان دبی جریان ماندگار یا $Q(L^3/T)$ به دست آمد. سپس جذب‌پذیری آب یا اتانول با معادله‌ی زیر محاسبه شد (Hallet and young ۱۹۹۹):

$$\sqrt{\frac{Q \times f}{4 \times 0.55 \times r_t}} = S$$

(۲-۲۵)

^{۵۱} . Water drop penetration time

که در این رابطه، f تخلخل پر از هوای خاک (که برای نمونه‌های خاک آون-خشک برابر تخلخل کل بود) و rt شعاع نوک ریز-نفوذسنج (L) است. در نهایت شاخص آب‌گریزی خاک به کمک معادله‌ی زیر محاسبه شد:

$$\frac{S_g}{S_g}$$

$$S_gWR = 1.95$$

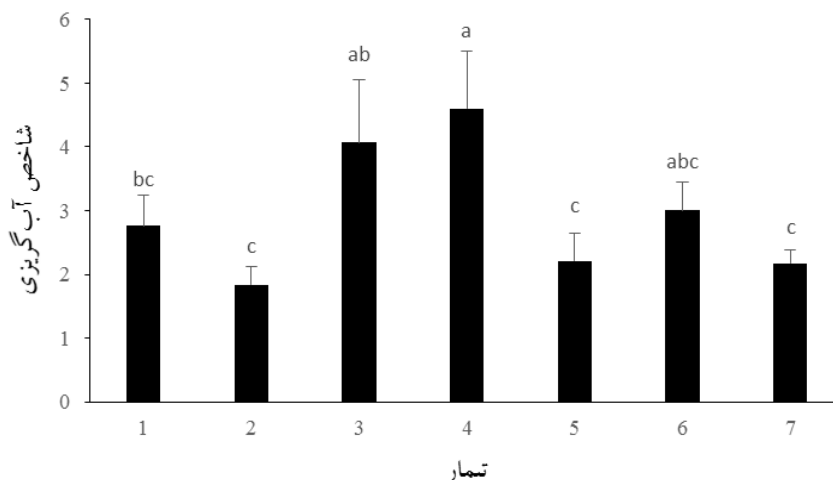
(۲-۲۶)

که SE و SW به ترتیب جذب‌پذیری آب و جذب‌پذیری اتانول ($L/T \cdot 0.5$) و R شاخص آب‌گریزی خاک است.

نتایج و بحث

شکل ۱ مقایسه میانگین شاخص آب‌گریزی خاک در تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. تیمار ۱۹ سال آبیاری شده با آب چاه دارای بیش‌ترین شاخص آب‌گریزی خاک است. اعلامنش و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که آب‌گریزی می‌تواند تحت تأثیر عوامل زیادی مانند مقدار و کیفیت مواد آلی خاک، بافت و ساختمان خاک، مقدار کربنات، مقدار آب، چرخه‌های خشک و مرطوب شدن، گرم و سرد شدن و ترشحات ریزجانداران قرار بگیرد (Aelamaneh et al., ۲۰۱۴). در منطقه‌ی ۱۹ سال آبیاری شده با پساب به دلیل ایجاد پوشش جنگلی مقداری از بقایای برگ درختان وارد خاک شده و طبق نظر لتی و همکاران (۱۹۷۵) مواد آلی ناشی از برگ درختان، موم و اپیدرم برگ، رزین و موم درختان و ترشحات هیدروفوبیک ریشه می‌توانند اثر زیادی بر آب‌گریزی خاک بگذارند (Lety et al., ۱۹۷۵). همچنین به دلیل حضور ماده‌ی آلی اندک و مواد آب‌گریز از جمله روغن در پساب، در بازه زمانی ۱۹ سال پوشش‌های هیدروفوبیک در سطح ذرات خاک ایجاد شده و همین امر موجب افزایش آب‌گریزی خاک گشته است. تراویس و همکاران (۲۰۰۸) افزایش آب‌گریزی در شن‌های آبیاری شده با پساب دارای روغن را گزارش کردند (Travis et al., ۲۰۰۸). حضور سله سطحی تفاوت معنی‌داری در شاخص آب‌گریزی خاک ایجاد نکرده است (شکل ۱)؛ که نشان‌دهنده‌ی این است که ترکیبات آب‌گریز در ایجاد سله سطحی نقشی نداشته‌اند.

تیمار ۷ سال آبیاری شده با پساب کم‌ترین مقدار شاخص آب‌گریزی خاک را داراست (شکل ۱). قدمت حضور پوشش جنگلی در تیمار ۷ سال از کلیه‌ی تیمارها کم‌تر می‌باشد، بنابراین نرخ ورود ترکیبات آلی آب‌گریز به خاک نیز کم‌تر بوده و به همین دلیل شاخص آب‌گریزی این تیمار از کلیه‌ی تیمارها کم‌تر و خاک آب‌گریز نمی‌باشد.

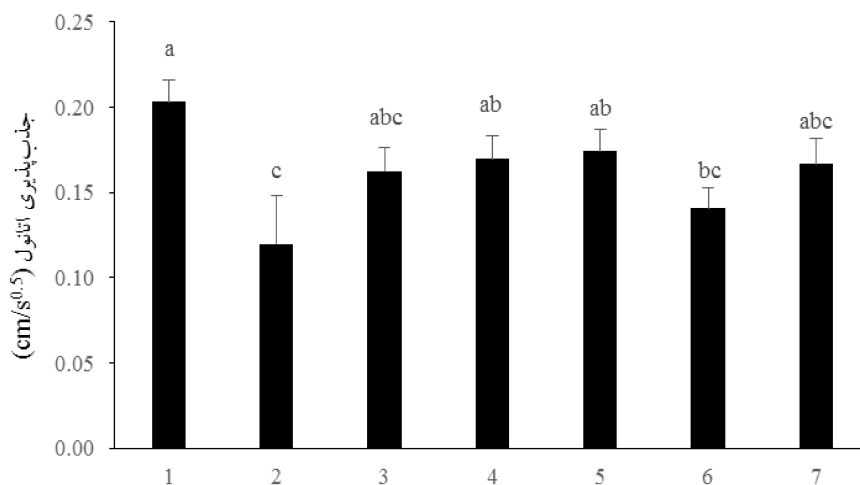


شکل ۱- اثر آبیاری با پساب تصفیه‌شده و آب چاه بر شاخص آب‌گریزی خاک (میانگین‌های دارای حروف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵% هستند)، زمین‌های آبیاری شده با: ۱- پساب (۳ سال)، ۲- پساب (۷ سال)، ۳- پساب (۱۹ سال)، ۴- آب چاه (۱۹ سال)، ۵- پساب (۷ سال) و خاک سله‌دار، ۶- خاک بکر سله‌دار و ۷- خاک بکر

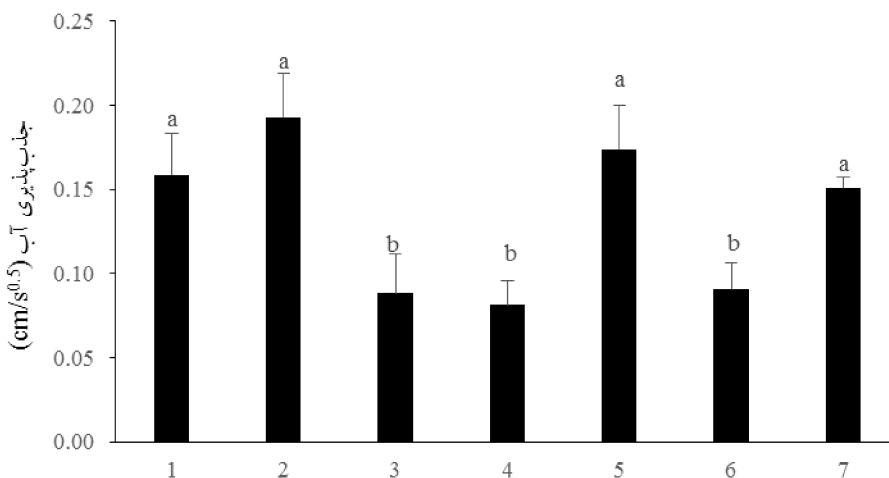
شکل ۲ روند تغییرات جذب‌پذیری اتانول (SE) و جذب‌پذیری آب (SW) را در بین تیمارهای آبیاری نشان می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین SE ، به غیر از تیمار ۷ سال، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری و تیمار شاهد نشان نمی‌دهند. در بین تیمارها، تیمار ۷ سال دارای کم‌ترین مقدار SE و بیش‌ترین مقدار SW می‌باشد که این نشان‌دهنده‌ی تأثیر بیش‌تر شکل هندسی منافذ خاک (تفاوت ذاتی این خاک با دیگر خاک‌ها) در مقایسه با حضور مواد آب‌گریز در ایجاد آب‌گریزی در خاک تحت این تیمار می‌باشد. تیمارهای ۱۹ سال آبیاری شده با آب چاه و پساب دارای کم‌ترین مقادیر SW نسبت به SE هستند که این کاهش نسبت به تیمار شاهد در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (شکل ۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آب‌گریزی ایجادشده در تیمارهای ۱۹ سال بیش‌تر تحت تأثیر مواد آب‌گریز است.

مقدار SE در تیمار ۳ سال نسبت به تیمار شاهد افزایش داشته در صورتی که SW در این تیمار نسبت به تیمار شاهد روند کاهشی را دنبال کرده است؛ بنابراین آب‌گیری خاک در این تیمار تحت تأثیر مواد آب‌گریز بوده است. تیمار ۷ سال سله‌دار از نظر دو پارامتر SW و SE تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد ندارد (شکل ۲) ولی جذب‌پذیری بیش‌تر این تیمار احتمالاً به دلیل توان جذب منافذ ریز سله روی سطح خاک می‌باشد.

(الف)



(ب)



شکل ۲- اثر آبیاری با پساب تصفیه‌شده و آب چاه بر جذب‌پذیری خاک برای (الف) اتانول و (ب) آب (میانگین‌های دارای حروف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵% هستند)، زمین‌های آبیاری شده با: ۱- پساب (۳ سال)، ۲- پساب (۷ سال)، ۳- پساب (۱۹ سال)، ۴- آب چاه (۱۹ سال)، ۵- پساب (۷ سال و سله‌دار)، ۶- خاک بکر سله‌دار و ۷- خاک بکر

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری با پساب سبب افزایش شاخص آب‌گیری خاک در درازمدت (۱۹ سال) شده است ولی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت (۳ سال و ۷ سال) تأثیری بر آب‌گیری خاک نداشته است. به دنبال افزایش ماده آلی در تیمار آبیاری شده با آب چاه افزایش شاخص آب‌گیری خاک نیز دیده شد. چون مواد آب‌گریز در ایجاد سله سطحی نقش نداشتند، حضور سله سطحی تفاوت معنی‌داری در شاخص آب‌گیری خاک ایجاد نکرد. چون تیمارهای آبیاری شده با پساب شاخص آب‌گیری کم‌تری نسبت به تیمار آبیاری شده با آب چاه داشتند، می‌توان پساب را منبع بهتری نسبت به آب چاه برای آبیاری فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه دانست و از این طریق باعث حفظ منابع آب زیرزمینی شد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود برای کاهش پیامدهای منفی پساب و آب چاه، با به کار بردن فیلتراسیون‌های چندگانه، جامدهای معلق آنها جداسازی شود.



منابع

- آل یاسین، ا.، ۱۳۸۴. بحران آب. انتشارات جامعه مهندسیین مشاور. ۵۱۸ صفحه.
- حسینیان، م.، ۱۳۸۱. مصارف مجدد فاضلاب‌های تصفیه شده. انتشارات علوم روز. ۲۳۸ ص.
- هیأت تحریریه، ۱۳۷۰. ضرورت جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در ایران، فصلنامه آب و فاضلاب کشور.
- Aelamanesh, P., M. R. Mosaddeghi, A. A. Mahboubi, B. Ahrens and A. A. Safari Sinegani. ۲۰۱۴. Water repellency in calcareous soils under different land uses, western Iran. *Pedosphere*. ۲۴: ۱-۱۳.
- Arye, G. J. Tarchitzky and Y. Chen. ۲۰۱۱. Treated wastewater effects on water repellency and soil hydraulic properties of soil aquifer treatment infiltration basins. *J. Hydrol.* ۳۷۹: ۱۳۶-۱۴۵.
- Dekker, L. W., K. Oostindie, A. K. Ziogas and C. J. Ritsema, ۲۰۰۱. The impact of water repellency on soil moisture variability and preferential flow. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* ۹: ۴۹۸-۵۰۵.
- Doerr, S. H. and A. D. Thomas. ۲۰۰۰. The role of soil moisture in controlling water repellency: new evidence from forest soils in Portugal. *J. Hydrol.* ۲۳۱: ۱۳۴-۱۴۷.
- Hallett, P. D and I. M. Young. ۱۹۹۹. Changes to water repellence of soil aggregates caused by substrate induced microbial activity. *Eur. J. Soil Sci.* ۵۰: ۳۵-۴۰.
- Jasinska, E., H. Wetzel, T. Baumgartl and R Horn. ۲۰۰۶. Heterogeneity of physico-chemical properties in structured soils and its consequences. *Pedosphere*. ۱۶: ۲۸۴-۲۹۶.
- Letey, J., J. F. Osborn and N. Valoras. ۱۹۷۵. Soil Water Repellency and the Use of Nonionic Surfactants. California Water Resources Center, Technical Completion. Report ۱۵۴. University of California, Davis.
- Muneer, M and J. M. Oades ۱۹۸۹. The role of Ca-organic interactions in soil aggregate stability. ۱. Laboratory studies with ^{14}C -glucose, $CaCO_3$ and $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. *Aust. J. Soil Res.* ۲۷: ۳۸۹-۳۹۹.
- Navada, I, J. Tarchitzky, A. Lowengart-Aycicegi and Y. Chen. ۲۰۱۳. Soil surface water repellency induced by treated wastewater irrigation: physico-chemical characterization and quantification. *Irrig. Sci.* ۳۱: ۴۹-۵۸.
- Ritsema C. J., L. W. Dekker, J. M. H. Henrickx and W. Hamminga. ۱۹۹۳. Preferential flow mechanism in a water repellent sandy soil. *Water Resour. Res.* ۲۹: ۲۱۸۳-۲۱۹۳.
- Roy, J. L and W. B. McGill. ۲۰۰۰. Flexible conformation inorganic matter coatings: An hypothesis about soil water repellency. *Can. J. Soil Sci.* ۸۰: ۱۴۳-۱۵۲.
- Tillman, R. W., D. R. Scotter, M. G. Wallis and Clothier, B. E. ۱۹۸۹. Water repellency and its measurement by using intrinsic sorptivity. *Aust. J. Soil Res.* ۲۷: ۶۳۷-۶۴۴.
- Travis, M. J., N. Weisbrod and A. Gross. ۲۰۰۸. Accumulation of oil and grease in soils irrigated with greywater and their potential role in soil water repellency. *Sci. Total Environ.* ۳۴۹: ۶۸-۷۴.
- Urbanek, E., P. Hallett, D. Feeney and R. Horn. ۲۰۰۷. Water repellency and distribution of hydraulic and hydrophobic compounds in soil aggregates from different tillage systems. *Geoderma*. ۱۴۰: ۱۴۷-۱۵۵.
- Wang, X. Y., Y. Zhao and R. Horn. ۲۰۱۰. Soil wettability as affected by soil characteristics and land use. *Pedosphere*. ۲۰: ۴۳-۵۴.

Abstract

Industries usually use treated wastewaters for their green space landscaping. Soil water repellency and sorptivity are important with respect to green space establishment and plant growth but evidences are limited in this regard. This study was conducted to investigate the effect of treated wastewater of Foolade-Mobarake Steel Company on soil water repellency and sorptivity in the company green space. Experimental design was a complete randomized blocks. Thirty five sampling points were selected based on the irrigation water (well water and treated wastewater) and commencement of irrigation (۳, ۷ and ۱۹ years ago). Soil water repellency was characterized using the intrinsic sorptivity method. Long-term (۱۹ years) application of wastewater resulted in greater soil water repellency index. But in the short and medium term (۳ years and ۷ years), irrigation with wastewater did not significantly affect the soil water repellency index. Greater organic matter content of the soils irrigated with the well water, also increased the water repellency index. Crust formation did not have significant effect on the soil water repellency because the hydrophobic materials did not contribute to the surface sealing.



تأثیر نوع کاربری زمین بر برخی از ویژگی‌های کیفی خاک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز لردگان)

الهام علی دوست^۱، مجید افیونی^۲، محمدعلی حاج‌عباسی^۲، محمدرضا مصدقی^۳
۱- دانشجوی دکترای فیزیک و حفاظت خاک گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

نوع کاربری زمین تأثیر چشم‌گیری بر ویژگی‌های خاک دارد. مطالعه تأثیر کاربری زمین بر شاخص‌های کیفیت خاک، امکان شناسایی روش‌های مدیریتی پایدار و به تبع آن پیش‌گیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌کند. هدف این پژوهش بررسی تأثیر نوع کاربری زمین بر برخی از شاخص‌های کیفی خاک می‌باشد. بدین منظور ۴۸ نمونه خاک از چهار کاربری جنگل، مرتع، کشت آبی و کشت دیم از حوضه آبخیز لردگان جمع‌آوری و تجزیه شد. نتایج نشان داد که مقدار ماده آلی، نیتروژن کل، تنفس میکروبی، گنجایش تبادل کاتیونی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و نسبت C/N در کاربری جنگل به طور معنی‌داری بیشتر از سایر کاربری‌ها بود. اما ویژگی‌های چگالی ظاهری، آهک و اجزای بافت خاک قادر به تمایز انواع کاربری‌ها نبودند. بطور کلی این شاخص‌ها نشان دادند که خاک جنگلی در مقایسه با سایر کاربری‌ها از کیفیت بهتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های کیفیت خاک، ماده آلی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها.

مقدمه

کیفیت خاک به مفهوم توان خاک برای انجام وظایف آن درون اکوسیستم به منظور تولید پایدار بیولوژیک، حفظ کیفیت محیط زیست و ارتقای سلامت گیاهان و جانوران است (Doran and Parkin, ۱۹۹۴). کیفیت خاک از طریق اندازه‌گیری تغییرات شاخص‌هایی مانند ویژگی‌های خاک یا اکوسیستم، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. از شاخص‌های کیفیت خاک می‌توان برای ارزیابی پایداری نوع کاربری زمین و روش‌های مدیریتی ناکارآمدی که موجب تخریب شدید خاک می‌شود (Smith and Conen, ۲۰۰۴). تخریب جنگل،

تغییر کاربری زمین و روش‌های مدیریتی ناکارآمدی که موجب تخریب شدید خاک می‌شود (Smith and Conen, ۲۰۰۴). تخریب جنگل، پاک‌تراشی بقایای محصولات، چرای بی‌رویه، خاک‌ورزی مکرر و استفاده نامتعادل از کودهای شیمیایی منجر به کاهش شدید کیفیت خاک می‌گردد (Eleftheriadis, ۲۰۱۴). هدررفت ماده آلی خاک در اثر خاک‌ورزی سنتی باعث کاهش حاصل‌خیزی شده و پیامدهای منفی بر توده زیستی میکروبی خاک دارد. از سوی دیگر، این پدیده با تأثیر بر ساختمان خاک، مانع نفوذ آب به خاک شده و روند تخریب خاک را تشدید می‌نماید (Vasquez-Murrieta, ۲۰۰۷).

نوع کاربری زمین، نقش مهمی در تغییرات زمانی و مکانی ویژگی‌ها و کیفیت خاک دارد (Zhao et al., ۲۰۱۳). فرسایش خاک در اثر تغییرات ناپایدار کاربری زمین، عامل اصلی تخریب اراضی در جهان و به‌ویژه در نواحی نیمه‌خشک به شمار می‌رود (Jones et al., ۲۰۱۴). حاج‌عباسی و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که قطع درختان جنگلی و تبدیل جنگل به زمین زراعی باعث تخریب اکوسیستم‌های طبیعی شده و منجر به کاهش کیفیت خاک و نهایتاً نابودی دائمی باروری زمین می‌شود.

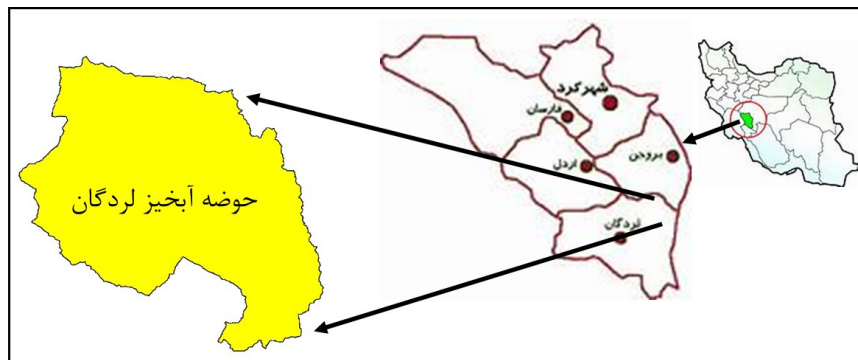
پژوهش‌گران، شاخص‌های کیفیت خاک را در چهار گروه شامل ویژگی‌های چشمی (مانند باتلاقی شدن و ایجاد روان‌آب)، شیمیایی (مانند نیتروژن، ماده آلی، pH، شوری، گنجایش تبادل کاتیونی)، فیزیکی (مانند چگالی ظاهری، پایداری خاکدانه‌ها و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها) و بیولوژیک (مانند تنفس خاک و فعالیت آنزیم‌ها) تقسیم‌بندی کرده‌اند (Dalal and Moloney, ۲۰۰۰). پار و همکاران (۱۹۹۲) گزارش نمودند که افزایش نفوذ آب و هوا، وجود منافذ درشت، توزیع خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها، ماده آلی، چگالی ظاهری، مقاومت مکانیکی خاک، فرسایش و میزان مواد مغذی در روان‌آب، شاخص‌های مهمی برای بیان کیفیت خاک می‌باشند. آن‌ها هم‌چنین بیان کردند که نیتروژن کل، فسفر قابل استفاده، فعالیت آنزیم دهیدروژناز و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها شاخص‌های کلیدی کیفیت خاک در زمین‌های ابرفتی هستند.

در انتخاب شاخص‌های کیفیت خاک باید به هم‌خوانی آن‌ها با فرآیندهای طبیعی اکوسیستم توجه نمود. این شاخص‌ها باید شامل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک پایه خاک باشند و بتوان با توجه به آن‌ها سایر ویژگی‌های دیریافت خاک را تخمین زد. هم‌چنین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک باید نسبت به تغییرات مدیریت و اقلیم دارای حساسیت باشند (Sharma et al., ۲۰۱۴).

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر برخی از انواع کاربری زمین بر تعدادی از شاخص‌های کیفیت خاک در حوضه آبخیز لردگان که شامل کاربری‌های جنگل، مرتع، کشت دیم و آبی بود، انجام شد.

مواد و روش‌ها

حوضه آبخیز لردگان با مساحت تقریبی ۳۸۰ کیلومترمربع در محدوده عرض‌های جغرافیایی ۳۱ تا ۳۲ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ تا ۵۲ درجه شرقی واقع شده است. این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌مرطوب با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه‌سرد است (شکل ۱). میانگین دمای سالانه منطقه ۹/۱۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه آن ۶۴۷ میلی‌متر است. کلاس‌های بافتی خاک‌های منطقه عمدتاً شامل لوم، لوم رسی، لوم سیلتی و لوم رسی سیلتی می‌باشد و پوشش گیاهی آن شامل مرتع (۳۳ درصد) با گونه گیاهی غالب گون، زراعت دیم و آبی (۴۱ درصد) و جنگل بلوط (۲۶ درصد) است.



شکل ۱- موقعیت زیرحوضه لردگان در کشور

پیش از انجام نمونه‌برداری، بر اساس نقشه‌های توپوگرافی، خاک و کاربری زمین و با استفاده از نرم‌افزار SWAT، سطح حوضه به ۴۸ واحد کاری تقریباً یکنواخت تقسیم شده و یک نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر، از هر واحد کاری برداشت شد. نمونه‌برداری در خرداد سال ۱۳۹۳ انجام شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، تجزیه‌های آزمایشگاهی شامل بافت، چگالی ظاهری (BD)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به روش الک تر، کربن آلی (OM)، pH، رسانایی الکتریکی (EC)، آهک (CaCO_3)، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC)، تنفس میکروبی خاک (Res) و نیتروژن کل (TN) به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی انجام شد. ابتدا داده‌ها از نظر نوع توزیع آماری با آزمون‌های Shapiro-Wilk و چولگی و کشیدگی مورد بررسی قرار گرفتند. سپس به منظور بررسی تأثیر نوع کاربری زمین بر چگونگی تغییرات هر یک از شاخص‌های کیفیت خاک، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. همبستگی بین پارامترها نیز مورد بررسی قرار گرفت. کلیه تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS۲۰ انجام شد.

نتایج و بحث

خلاصه‌ای از توصیف آماری متغیرهای مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که توزیع همه متغیرها غیر از ماده آلی، رسانایی الکتریکی و نسبت C/N از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. لذا این سه متغیر نیز با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند.

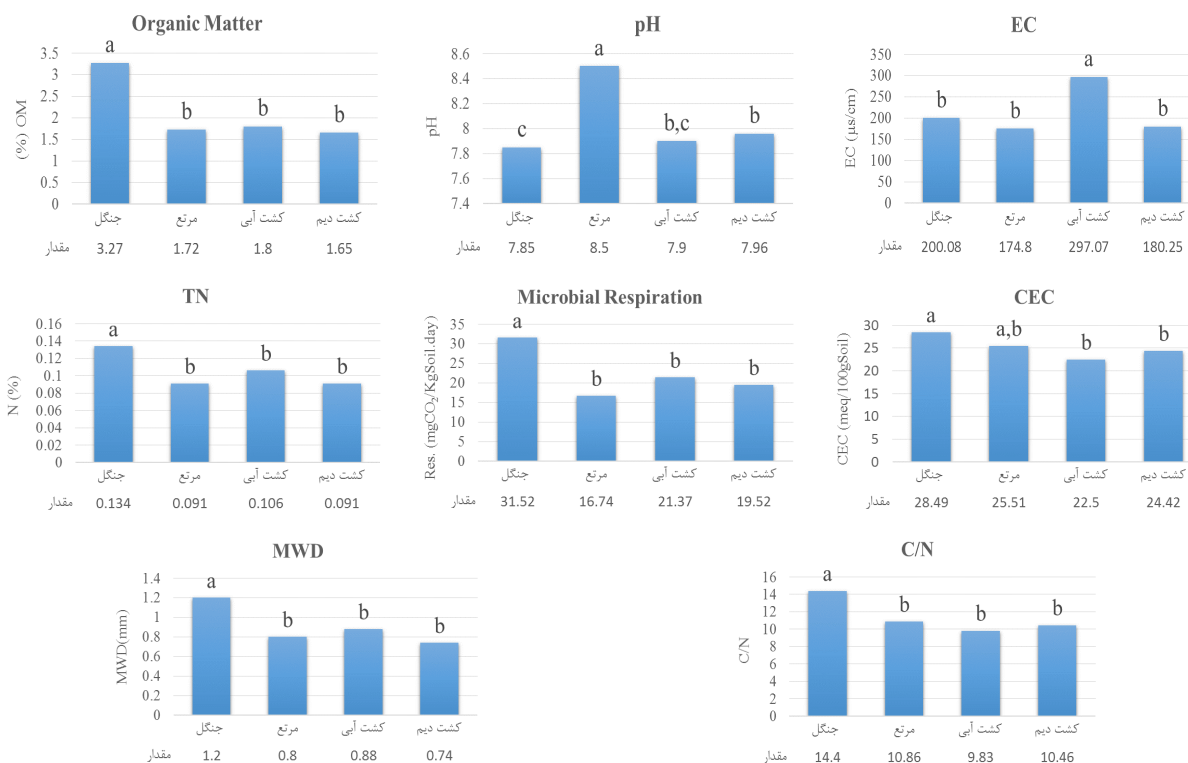
جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای مورد بررسی

متغیر	واحد	میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
ماده آلی	(%)	۹۲/۱	۷۶۶/۰	۰/۱	۸۴/۴
چگالی ظاهری	g/cm^3	۲۶/۱	۱۲۲/۰	۰/۶	۵۶/۱
آهک	(%)	۷۵/۳۰	۴۵/۱۱	۵/۱۲	۷۱/۵۸
pH		۹۵/۷	۱۰۶/۰	۷۲/۷	۱۵/۸
هدایت الکتریکی	(ds/m)	۲۲۲/۰	۱۶/۱۰۰	۱۳/۰	۵۹/۰
نیتروژن کل	(%)	۱۰۲/۰	۰۲۶/۰	۰/۶	۱۶/۰
تنفس میکروبی	$\text{mgCO}_2/\text{kg soil day}$	۰۴/۲۱	۱۸۴/۸	۷۹/۶	۷۱/۵۶
رس	(%)	۲/۳۱	۹۷۵/۶	۳۳/۱۹	۵۰/۵۳
سیلت	(%)	۶۷/۴۴	۲۷۹/۶	۱۷/۳۰	۵۰/۵۵

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شن	(%)	۱۳/۲۴	۹۹/۱۰	۸۳/۲	۱۷/۴۹
گنجایش تبادل کاتیونی	cmol/kg soil	۵/۲۴	۵۲۳/۴	۰۶/۱۴	۲۶/۳۷
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها	mm	۸۶۴/۰	۲۵۵/۰	۳۴/۰	۵/۱
نسبت C/N		۸۲۲/۱۰	۴۴۱/۲	۸۹/۷	۸۸/۱۹

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که متغیرهای ماده آلی، pH، رسانایی الکتریکی، نیتروژن کل، تنفس میکروبی، گنجایش تبادل کاتیونی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و نسبت C/N دارای اختلاف معنی‌دار بین انواع کاربری‌ها در سطح آماری ۰/۰۵ بودند. بنابراین مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در مورد متغیرهای ذکرشده انجام شد (شکل ۲). نتایج نشان داد که مقدار ماده آلی در خاک جنگلی به طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر کاربری‌ها بوده و در زمین تحت کشت دیم حداقل مقدار را داراست. این نتیجه با یافته‌های رضایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) و خادمی و همکاران (۱۳۸۵) هم‌خوانی دارد. به طور کلی کشت و کار در زمین‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک به علت افزایش تولید بیولوژیک، باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک نسبت به زمین‌های بایر می‌شود. اما در عین حال، خاکدانه‌های درشت در زمین‌های زراعی در اثر عملیات خاک‌ورزی شکسته شده و حفاظت فیزیکی ماده آلی کاهش می‌یابد (Nardi et al., ۱۹۹۶). بنابراین ماده آلی بیش‌تر در خاک‌های جنگلی منطقه امری طبیعی محسوب می‌شود.



شکل ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در انواع کاربری‌ها بر اساس آزمون دانکن (حروف مشابه، بیان‌گر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۰/۰۵ است).

مقدار pH در خاک‌های مرتعی بیش‌تر بوده و در زمین‌های تحت کشت و جنگل کاهش یافته است. از جمله دلایل کاهش pH در خاک‌های جنگلی می‌توان به تجزیه آهسته لاشبرگ‌ها، تولید اسیدهای آلی و تاخیر در بازگشت کاتیون‌های بازی به محلول خاک اشاره کرد (Hagen-Thorn et al., ۲۰۰۴). فرایندهای طبیعی مانند آزاد شدن دی‌اکسید کربن بر اثر تنفس ریشه گیاهان و تنفس میکروبی



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نیز از عوامل کنترل کننده pH هستند. هم چنین زیر و رو شدن خاک در اثر عملیات خاک ورزی، باعث بالا آمدن مواد آهکی به لایه های سطحی شده و می تواند یکی از دلایل pH بیش تر در خاک های زراعی نسبت به خاک جنگلی باشد (عجمی و همکاران، ۱۳۸۷). بیش ترین مقدار رسانایی الکتریکی در خاک های تحت کشت آبی مشاهده شد و سایر کاربری ها، تفاوت معنی داری از این لحاظ نداشتند. به نظر می رسد مصرف کودهای شیمیایی در زمین های تحت کشت آبی منطقه یکی از علل افزایش شوری خاک به شمار می آید.

روند تغییرات نیتروژن کل، مشابه ماده آلی خاک بوده (ضریب همبستگی ۷۸/۰) و در خاک جنگلی بیش ترین مقدار را داراست. زیرا بخش عمده نیتروژن خاک به شکل نیتروژن آلی است. مقدار بیش تر (غیر معنی دار) درصد نیتروژن در زمین های تحت کشت آبی نسبت به کشت دیم و مرتع، می تواند به دلیل این باشد که بخش قابل توجهی از این اراضی تحت کشت یونجه هستند. می توان گفت بخشی از نیتروژن موجود در این خاک ها، مربوط به تثبیت زیستی نیتروژن هوا توسط ریشه های یونجه است. تنفس میکروبی خاک نیز در خاک جنگلی بیشینه بوده و از الگوی تغییرات ماده آلی پیروی می کند که این یافته با نتایج Islam و Weil (۲۰۰۰) هماهنگی دارد. همبستگی مثبت و معنی داری (۷۲/۰) بین مقدار ماده آلی و تنفس میکروبی مشاهده شد. تنفس میکروبی خاک از پارامترهای وابسته به اقلیم بوده و ماده آلی زیاد، افزوده شدن مواد آلی جدید، تنوع و فراوانی ریز جانداران موجب افزایش آن می شود. جمعیت و فعالیت میکروبی در خاک های شخم نخورده نسبت به خاک های تحت کشت، بیش تر است (Cruz Ruiz et al., ۲۰۱۵).

میانگین گنجایش تبادل کاتیونی در خاک های جنگلی و مرتعی اختلاف معنی داری نداشتند. اما مقدار این شاخص در خاک جنگلی به طور معنی داری بیش تر از زمین های تحت کشت بود. گنجایش تبادل کاتیونی بیش تر در خاک های جنگلی را می توان به ماده آلی زیاد این خاک ها نسبت داد.

میانگین وزنی قطر خاکدانه ها نیز همانند ماده آلی، در خاک جنگلی بیشینه بوده ولی در سایر کاربری ها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همبستگی مثبت و معنی داری (۵۴۹/۰) بین مقدار ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها مشاهده شد. شکسته شدن خاکدانه ها در اثر عملیات زراعی و نیز هدررفت ماده آلی از جمله دلایل کاهش شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه ها در زمین های تحت کشت است. در پژوهش های متعددی اثر ماده آلی بر افزایش مقاومت خاکدانه ها در برابر تنش های محیطی و در نتیجه افزایش پایداری ساختمان خاک، مورد تاکید قرار گرفته است (نیکپور و همکاران، ۱۳۹۰). تغییرات نسبت C/N نیز مشابه تغییرات ماده آلی بوده و این پارامتر نیز می تواند یکی از شاخص های کیفیت خاک برای تفکیک اثر کاربری های مختلف جنگلی و غیر جنگلی قلمداد شود.

نتایج فوق نشان داد که شاخص های کیفیت خاک تحت تاثیر نوع کاربری و مدیریت زمین قرار دارد. در این پژوهش، شاخص های ماده آلی، pH، رسانایی الکتریکی، نیتروژن کل، تنفس میکروبی خاک، گنجایش تبادل کاتیونی، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها و نسبت C/N، شاخص های مناسبی برای بررسی اثر نوع کاربری زمین بر کیفیت خاک تشخیص داده شدند. بالا بودن مقادیر شاخص های ذکر شده در خاک جنگلی دلالت بر کیفیت خوب آن دارد و در نتیجه جنگل تراشی و تبدیل زمین های جنگلی به مرتع و زمین های تحت کشت، باعث کاهش کیفیت خاک، خواهد شد. از سوی دیگر خاک های جنگلی با توجه به توان زیاد نگهداری کربن آلی و شرایط مساعد حفاظت فیزیکی از آن در درون خاکدانه های پایدار، پتانسیل مناسبی برای ترسیب کربن دارند.

منابع

خادمی، ح.، ج. محمدی و م. نائل. ۱۳۸۵. مقایسه برخی از شاخص های کیفیت خاک در انواع مدیریت های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه های ۱۱۱ تا ۱۲۴.
رضایی نژاد، ر.، ع. ابطحی، ع. زین الدینی، س. زارع و س. شاهنظری کرباسرای. ۱۳۹۰. تاثیر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.
عجمی، م.، ف. خرمالی و ش. ایوبی. ۱۳۸۷. تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری اراضی در موقعیت های مختلف شیب اراضی لسی در شرق استان گلستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۳۹، شماره ۱، صفحه های ۱۵-۳۰.

نیکپور، م.، ع. ا. محبوبی، م. ر. مصدقی و آ. صفادوست. ۱۳۹۰. بررسی اثر ویژگی های ذاتی خاک بر پایداری ساختمان برخی از خاک های استان همدان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۵، شماره ۵۸، صفحه های ۸۵-۹۶.

Cruz Ruiz E., Cruz Ruiz A., Vaca R., Aguila P. and Lugo J. ۲۰۱۵. Assessment of soil parameters related with soil quality in agricultural systems. Life Science Journal, ۱۲: ۱۵۴-۱۶۱.

Dalal R.C. and Moloney D. ۲۰۰۰. Sustainability indicators of soil health and biodiversity. In: Hale P, Petrie A, Moloney D, Sattler P, editors. Management for Sustainable Ecosystems. Brisbane (Australia): Centre for Conservation Biology, University of Queensland.



- Doran J.W. and Parkin T.B. ۱۹۹۴. Defining and assessing soil quality. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF, Stewart BA, editors. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Madison (WI): Soil Science Society of America; p. ۳-۲۱.
- Eleftheriadis A. and Turrion M.B. ۲۰۱۴. Soil microbiological properties affected by land use, management, and time since deforestations and crop establishment, *European Journal of Soil Biology*, ۶۲: ۱۳۸-۱۴۱.
- Hagen-Thorn A., Callesen I., Armolaitis K., and Nihlgard B. ۲۰۰۴. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, ۱۹۵: ۳۷۳-۳۸۴.
- Hajabbasi M.A., Jalalian A., and Karimzadeh H.K. ۱۹۹۷. Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. *Plant and Soil*, ۱۹۰: ۳۰۱-۳۰۸.
- Islam K.R. and Weil R.R. ۲۰۰۰. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, ۷۹: ۹-۱۶.
- Jones N., de Graaff J., Duarte F., Rodrigo I., and Poortinga A. ۲۰۱۴. Farming systems in two less favoured areas in Portugal: their development from ۱۹۸۹ to ۲۰۰۹ and the implication for sustainable land management. *Land Degradation and Development*, ۲۵: ۲۹-۴۴.
- Nardi S., Cocheri G. and Dell Agnola G. ۱۹۹۶. Biological activity of humus. In: Piccolo, A. (Ed.), *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp: ۳۶۱-۴۰۶.
- Parr J.F., Papendick R.I., Hornick S.B. and Meyer R.E. ۱۹۹۲. Soil quality: attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, ۷: ۵-۱۱.
- Sharma K.L., Sharma S.C., Bawa S.S., Singh S., Chandrika D.S., Sharma V., Khokhar A., Grace J.K., Rao Ch.S., Maruthi Sankar G.R., Ravindrachary G., Reddy K.S., Srinivas K., Lal M., Kumar T.S. and Rani K.U. ۲۰۱۴. Combined effect of tillage and organic fertilization on soil quality key indicators and indices in alluvial soils of Indo-Gangetic Plains under rainfed maize-wheat system. *Agronomy and Soil Science*, ۶۱: ۳۱۳-۳۲۷.
- Shukla M.K., Lal R. and Ebinger M. ۲۰۰۶. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil & Tillage Research*. ۸۷: ۱۹۴-۲۰۴.
- Smith K.A. and Conen F. ۲۰۰۴. Impacts of land management on fluxes of trace greenhouse gases. *Soil Use and Management*, ۲۰: ۲۵۵-۲۶۳.
- Vasquez -Murrieta M.S., Govaerts B. and Dendooven L. ۲۰۰۷. Microbial biomass C measurements in soil of the central highlands of Mexico. *Applied Soil Ecology*, ۳۵: ۴۳۲-۴۴۰.
- Zhao G., Mu X., Wen Z., Wang F., and Gao P. ۲۰۱۳. Soil erosion, conservation, and Ecoenvironment changes in the Loess Plateau of China. *Land Degradation and Development*, ۲۴: ۴۹۹-۵۱۰.

Abstract

The type of landuse greatly affects soil properties. Assessing the effects of landuse on soil quality indicators, helps to identify sustainable management practices and prevention of soil degradation. The aim of this study was to investigate the influence of landuse on some soil quality indicators. Forty eight soil samples were collected from four landuses including forest, pasture, irrigated and rain fed farm lands in Lordegan watershed. The results showed that organic matter, total nitrogen, microbial respiration, cation exchange capacity, aggregates' mean weight diameter and C/N ratio were significantly greater in forest soil than the other landuses. However, bulk density, lime content and textural fractions components were not significantly different in the landuses. Generally, our results show that forest soil had a better quality when compared to other landuses.



ضعف مدل آریا-پاریس در تخمین منحنی رطوبتی در خاک‌هایی با توزیع دو نمایی اندازه ذرات

علی عطایی^۱، محمود سیفی^۱، محمدرضا نیشابوری^۳، معصومه نیکپور^۴
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۳- عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور کرمان

چکیده

توزیع جرم ذرات در اندازه‌های مختلف تاثیر اساسی در آرایش منافذ دارد به طوری که پایه شکل‌گیری بسیاری از مدل‌های منحنی رطوبتی می‌باشد. گاهی به دلایلی همانند فرسایش خاک یا هوازدگی بخشی از ذرات خاک حذف می‌شوند که در این حالت، توزیع اندازه ذرات حالت دونمایی پیدا می‌کند. در این شرایط مدل‌های توسعه یافته برای شرایط تک نمایی، کارایی خود را از دست می‌دهند. برای بررسی جزئی‌تر، ۴۰ نمونه خاک از داده‌های پایگاه داده‌ای UNSODA که دارای اطلاعات مربوط به منحنی رطوبتی و توزیع اندازه ذرات بودند، انتخاب و منحنی رطوبتی با استفاده از مدل آریا و همکاران برآورد گردید. دقت برآورد با استفاده از آماره‌های صحت سنجی ارزیابی شد. نتایج نشان داد در نواحی دونمایی مثلث بافت خاک، منحنی رطوبتی برآورد شده از صحت کمی برخوردار است و حالت دونمای توزیع اندازه ذرات می‌تواند یکی از علت‌های اصلی کاهش دقت مدل مذکور باشد.

واژگان کلیدی: آماره‌های صحت سنجی، توزیع دو نمایی، کلاس بافتی، مدل آریا پاریس، منحنی رطوبتی

مقدمه

توزیع اندازه ذرات^{۵۲} (PSD) یک ویژگی مهم و پایدار از خاک است که بسیاری از رفتارهای و پاسخ‌های خاک چه از جنبه زراعی و چه از جنبه مکانیکی با آن ارزیابی و توصیف می‌شود. این صفت برای رده‌بندی و تخمین ویژگی‌های خاک همانند منحنی رطوبتی و هدایت حرارتی (ونگنوختن و همکاران، ۱۹۹۹؛ ووستن و همکاران، ۲۰۰۱) مورد استفاده قرار گرفته است. اگر خاکی دارای ذرات در تمام بخش‌های اندازه‌ای باشد، از نظر دانه‌بندی غنی می‌باشد. در مقابل در خاک‌های با دانه‌بندی گسسته^{۵۳} یک بخش اندازه‌ای از ذرات در آن وجود ندارند. خاک با دانه‌بندی کامل و خاک با دانه‌بندی گسسته می‌توانند توزیع اندازه منافذ و ساختمان متفاوتی داشته باشند. در خاک با دانه‌بندی غنی منحنی توزیع تجمعی اندازه منافذ و منحنی توزیع اندازه منافذ هر دو تک نمایی^{۵۴} بوده و تنها یک سری از منافذ (منافذ درشت یا ریز) در خاک حضور دارند. در مورد خاک با دانه‌بندی گسسته منحنی توزیع تجمعی اندازه منافذ و منحنی توزیع اندازه منافذ هر دو دونمایی^{۵۵} هستند (زانگ و چن، ۲۰۰۵). زانگ و چن (۲۰۰۵) مشاهده کردند که در خاک‌های با تخلخل دوگانه^{۵۶} منافذ به وسیله دو سری ذرات درشت و ذرات کوچک کنترل می‌شود. ذرات ریز نمی‌توانند به طور کامل منافذ ایجاد شده توسط ذرات درشت را پر کنند به همین خاطر تخلخل دوگانه در خاک ایجاد می‌شود (شکل ۱). تعداد زیادی از خاک‌های رسوبی^{۵۷} و رسوبات واریزه‌ای^{۵۸}، توزیع اندازه ذرات دو نمایی از خود نشان می‌دهند (زانگ و چن، ۲۰۰۵).

^{۵۲} Particle Size Distribution

^{۵۳} Gap-graded soil

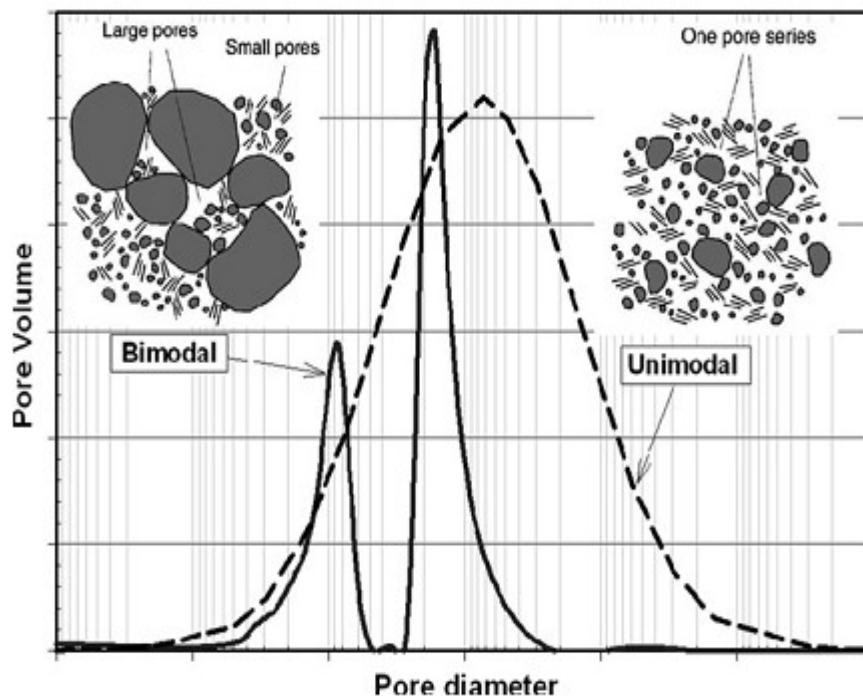
^{۵۴} Unimodal

^{۵۵} Bimodal

^{۵۶} Dual-prosity

^{۵۷} Residual

^{۵۸} Colluvial

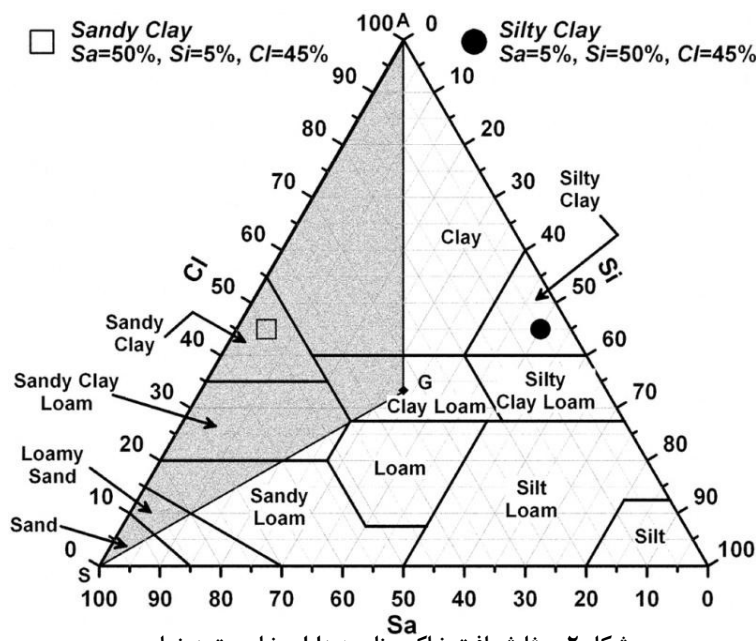


شکل ۱- ساختمان و توزیع اندازه منافذ خاک‌های با ویژگی‌های تک‌نمایی و دونمایی

طبق نظر دکانداپا و همکاران (۲۰۰۸) اگر خاکی دارای شرایط زیر باشد جزو خاک‌های دونمایی قرار می‌گیرد:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sand} \geq \text{Silt} \\ \text{and} \\ \text{Clay} \geq \text{Silt} \end{array} \right.$$

ناحیه‌ای از مثلث بافتی که دارای این شرایط است، در شکل ۲ به صورت هاشور خورده نشان داده شده است. اگر خاک دونمایی را خاکی تعریف کنیم که در آن درصد سیلت به طور سیستماتیک کمتر از درصد شن و رس باشد، مثلث بافت خاک به دو ناحیه مجزا از هم تفکیک می‌گردد؛ ناحیه با شرایط دونمایی و ناحیه با شرایط تک‌نمایی (دکانداپا و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۲- مثلث بافت خاک و ناحیه دارای خاصیت دونمایی

نتایج تحقیقات مختلف ثابت کرده است که برخی از خاک‌ها با ویژگی دو نمایی منجر به منحنی رطوبتی تک نمایی و برخی دیگر منجر به منحنی رطوبتی دو نمایی می‌شوند (فرلاند و همکاران، ۲۰۰۲؛ هاونگ و پاور، ۲۰۰۳؛ ستیانگا و همکاران، ۲۰۱۳). در مقابل منحنی رطوبتی دونمایی معمولاً مرتبط با توزیع اندازه ذرات دو نمایی است. مدل‌های منحنی رطوبتی توسعه یافته برای خاک‌های با شرایط تک نمایی در خاک‌های با شرایط دو نمایی کارایی خود را از دست می‌دهند (فرلاند و همکاران، ۱۹۹۸؛ ژانگ و چن، ۲۰۰۵).

با توجه اهمیت منحنی مشخصه رطوبتی خاک و پرهزینه و زمان‌بر بودن اندازه‌گیری مستقیم آن در آزمایشگاه تا کنون روش‌های مختلفی برای برآورد آن ابداع شده است. یکی از پرطرفدارترین مدل‌های توسعه یافته در این زمینه، مدل آریا-پاریس (۱۹۸۱) و نسخه اصلاح شده آن آریا و همکاران (۱۹۹۹) می‌باشد. اساس مدل مذکور شباهت شکلی نزدیک بین منحنی توزیع اندازه ذرات و منحنی رطوبتی خاک می‌باشد. در این مدل اندازه منافذ که مرتبط با حجم منافذ است از مقیاس گذاری طول منافذ تعیین می‌گردد. طول مجاری به دست آمده بر مبنای ذرات کروی به طول منافذ واقعی با استفاده از پارامتر مقیاسی تبدیل می‌شود (محمدی و مسکینی ۲۰۱۳). با توجه به موارد ذکر شده، این پژوهش با هدف بررسی کارایی مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) در کلاس‌های بافتی مختلف و مخصوصاً در نواحی دونمایی مثلث بافت خاک انجام گردید.

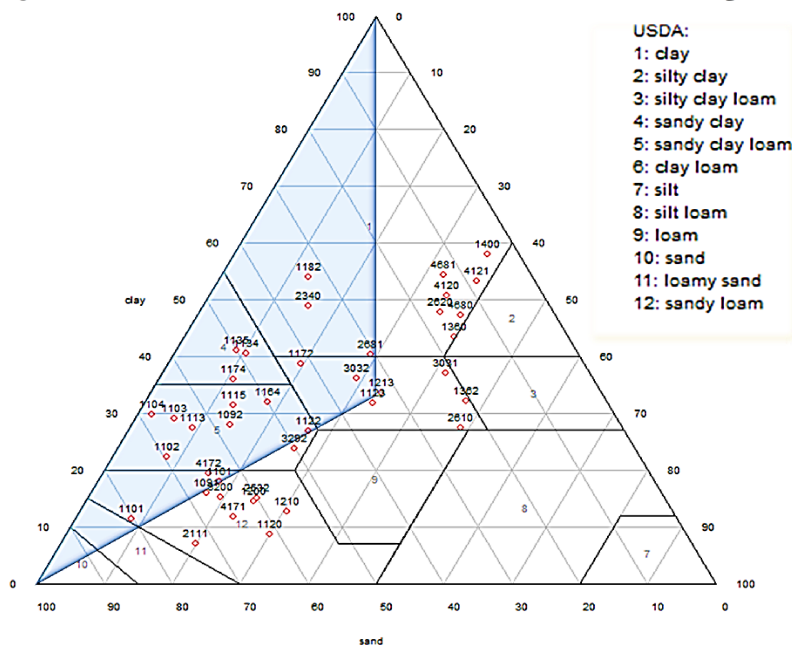
مواد و روش‌ها

به منظور بررسی میزان صحت مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) در کلاس‌های بافتی با شرایط دونمایی، از پایگاه داده‌ای UNSODA تعداد ۴۰ نمونه خاک که دارای اطلاعات مربوط به توزیع اندازه ذرات و همچنین منحنی رطوبتی، در کلاس‌های بافتی با خاصیت دونمایی بودند، انتخاب گردید. برای فاکتور مقیاس بندی (ضریب) در هر کلاس بافتی از یک مقدار ثابت استفاده شد. مقدار در کلاس‌های بافتی شنی، لوم شنی، لوم، لوم سیلتی و رس به ترتیب برابر ۱/۲۸۵، ۱/۴۵۹، ۱/۳۷۵، ۱/۱۵ و ۱/۱۶ در سایر کلاس‌های بافتی برابر ۱/۳۸ در نظر گرفته شد (آریا و همکاران، ۱۹۹۹). پس از برآورد منحنی رطوبتی، برای ارزیابی دقت مدل‌ها ۴ آماره صحت سنجی ضریب تبیین (R^2)، $NSE^{۵۹}$ ، جذر میانگین مربع خطا (RMSE) و میانگین خطای مطلق (ME) محاسبه گردید. آماره‌های گوناگون بر خطاهای رفتاری متفاوت تأکید دارند که کارایی مدل را از جوانب مختلفی بررسی می‌کنند. مقادیر NSE در دامنه ۱ تا منفی بی‌نهایت تغییر می‌کند و مقادیر کمتر از یک نشان می‌دهد که مقادیر متوسط داده‌های مشاهداتی می‌تواند پیش‌بینی کننده بهتری نسبت به مدل باشد. در مقابل RMSE جذر میانگین مربع تفاوت مقدار برآورد شده با مقدار اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد (کراوتس و همکاران؛ ۲۰۰۵).

^{۵۹} Nash-Sutcliffe efficiency

نتایج و بحث

از آنجایی که خاک‌ها با توزیع اندازه ذرات متفاوت می‌توانند در یک کلاس بافتی قرار گیرند، پس خاک‌های موجود در یک کلاس بافتی هم می‌تواند شرایط دونمایی بودن را نشان بدهند و هم می‌توانند توزیع تک نمایی داشته باشند. از این رو تنها قسمتی از برخی از کلاس‌های بافتی در محدوده دو نمایی قرار گرفته‌اند. شکل ۲ توزیع نمونه‌های انتخاب شده را در کلاس‌های بافتی مختلف و در محدوده دونمایی نشان می‌دهد. از بین ۴۰ نمونه مورد آزمون، حدود ۲۰ نمونه در محدوده دارای توزیع دونمایی قرار گرفته‌اند.



شکل ۲- توزیع نمونه‌ها در کلاس‌های بافتی و ناحیه دونمایی مثلث بافت خاک

در جدول ۱ میانگین آماره‌های صحت سنجی منحنی‌های رطوبتی برآورد شده از طریق مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) در کلاس‌های بافتی مذکور و در دو قسمت دارای خاصیت دونمایی و تک نمایی آمده است. در کلاس بافتی شنی و شن لومی تقریباً ۵۰٪ داده‌ها در محدوده دو نمایی قرار دارند، اما در این دو کلاس بافتی تنها کمتر از ۱۵٪ ذرات در محدوده سیلت و رس قرار دارند و تغییر درصد رس نسبت به سیلت تفاوت چندانی ایجاد نمی‌کند که باعث نمایش واضح حالت دونمایی شود. به عبارت بهتر در این کلاس‌های بافتی چون فراوانی ذرات ریز بسیار کم می‌باشد، لذا تعداد منافذ مرتبط با ذرات ریز هم کم بوده و حالت گسستگی رخ نمی‌دهد. به همین دلیل نتایج مربوط به این دو کلاس بافتی گزارش نشده‌اند.

جدول ۱- میانگین آماره‌های صحت سنجی برآورد منحنی رطوبتی در کلاس‌های مختلف بافت خاک مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹)

با توزیع تک نمایی				با توزیع دونمایی				تعداد	کلاس بافتی	
RMS E	RMS E	NSE	R ²	ME	RMS E	NSE	R ²			
۰.۲۹/	۰.۳۵/	۶۳۷	۹۶۸	۰.۸۵	۰.۸۹/	۱۵۴/۵	۸۶۸/	۲	رس	
.	.	/۰	/۰	/۰	.	-	.			
۰.۴۷/	۰.۵۵/	۷۴۶	۹۴۱	۰.۳۹	۰.۴۷/	۵۱/۱-	۸۷۴/	۴	لوم رسی	
.	.	/۰	/۰	/۰	.		.			
۰.۳۴/	۰.۴۶/	۲۶۴	۸۹۱	۰.۷۱	۰.۸۴/	۹۴۷/۵	۸۵۸/	۸	لوم رس شنی	
.	.	/۰	/۰	/۰	.	-	.			
۰.۳۳/	۰.۳۹/	۶۹۸	۹۱۵	۰.۳۱	۰.۳۶/	۴۸۷/۰	۹۰۷/	۳	لوم شنی	
.	.	/۰	/۰	/۰	.	-	.			
.	۱۲۸	۱۳۶/	۸۳۵/۱	۴۹/۰	۳	رس شنی
					/۰	.	۴-			



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۰۳۶/۰	۰۴۴/۰	۵۸۶/۰	۹۲۹/۰	۲۰	۰۷۱/۰	۰۷۸/۰	۳۹۲/۵	۷۹۹/۰	۲۰	میانگین کل
-------	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------	----	------------

مشاهده می شود که در تمام کلاس های بافتی که دارای هر دو نوع توزیع (تک و دونمایی) هستند، کارایی مدل در قسمت های تک نمایی، بسیار بیشتر از قسمت های دو نمایی می باشد. با توجه به اینکه تعداد نمونه در هر دو قسمت برابر است و در کلاس های بافتی یکسانی قرار دارند، مدل مذکور در ناحیه دونمایی مثلث بافت خاک توانایی کمی در برآورد منحنی رطوبتی نشان داده است. نتایج نشان داد که حالت دونمایی توزیع اندازه ذرات علت اصلی کاهش صحت برآورد مدل مذکور به غیر از اثر ساختمان یا نحوه تعیین پارامتر مقیاس در برخی کلاس های بافتی است. البته برای محقق شدن بیشتر این نکته لازم است که تحقیقات بیشتری صورت گیرد. انتظار می رود در چنین صورتی می توان با دو نمایی اصلاح یا تعدیل مدل آریا-پاریس برای حالت دو نمایی میزان دقت مدل را تا حد قابل توجهی افزایش داد.

منابع

- Arya L.M., Leij F.J., Van Genuchten M.T. and Shouse P.J. ۱۹۹۹. Scaling parameter to predict the soil water characteristic from particle-size distribution data. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۶۳: ۵۱۰-۵۱۹.
- De Condappa D., Galle S., Dewandel B. and Haverkamp R. ۲۰۰۸. Bimodal zone of the soil textural triangle: common in tropical and subtropical regions. *Soil Science Society of America Journal*, ۷۲: ۳۳-۴۰.
- Fredlund MD., Wilson GW. and Fredlund DG.. ۲۰۰۲. Use of the grain-size distribution for estimation of the soil-water characteristic curve. *Can Geotech J.*, ۳۹: ۱۱۰۳-۱۷.
- Hwang S. and Powers SE. ۲۰۰۳. Using particle-size distribution models to estimate soil hydraulic properties. *Soil Sci Soc Am J.*, ۶۷: ۱۱۰۳-۱۲.
- Krause P., Boyle D. and B se F. ۲۰۰۵. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. *Advances in Geosciences*, ۵: ۸۹-۹۷.
- Mohammadi, M.H. and Meskini-Vishkaee F. ۲۰۱۳. Predicting Soil Moisture Characteristic Curves from Continuous Particle-Size Distribution Data. *Pedosphere*, ۲۳: ۷۰-۸۰.
- Satyanaga A., Rahardjo H., Leong E.C. and Wang J.Y. ۲۰۱۳. Water characteristic curve of soil with bimodal grain-size distribution. *Computers and Geotechnics*, ۴۸: ۵۱-۶۱.
- vanGenuchten M.T., Leij F.J. and Wu L. ۱۹۹۹. Characterization and Measurement of the Hydraulic Properties of Unsaturated Porous Media. University of California, Riverside, CA.
- Zhang L. and Chen Q. ۲۰۰۵. Predicting bimodal soil-water characteristic curves. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, ۱۳۱: ۶۶۶-۶۷۰.



بررسی تغییر پذیری مکانی و توزیع آماری خصوصیات هیدرولیکی خاک

علی اصغر ذوالفقاری^۱، محمدرضا یزدانی^۱ و نصرالله پهلوان^۲
۱- استادیارهای گروه مدیریت مناطق خشک دانشکده کویر شناسی سمنان،^۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته هواشناسی کشاورزی دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان

چکیده

هدف از این مطالعه برآورد خصوصیات هیدرولیکی خاک با استفاده از داده های نفوذ آب در خاک می باشد همچنین بررسی نرمال و یا لاگ نرمال بودن داده ها از دیگر اهداف این مطالعه می باشد. در این پژوهش به منظور اندازه گیری پارامترهای هیدرولیکی خاک در یک ترانسکت بطول ۶۰۰۰ متر ۳۳ آزمایش نفوذ در سه مکش متوالی ۱۵- و ۱۰- و ۵- سانتیمتر با استفاده از نفوذ سنج مکشی انجام شد. سپس خصوصیات هیدرولیکی خاک با استفاده از مدل DISC برآورد شد. نتایج نشان داد مدل مذکور به خوبی قادر به برآورد خصوصیات هیدرولیکی خاک می باشد. نتایج نشان داد که توزیع لاگ نرمال بهترین توزیع آماری برای شن، EC، KS، BD، و می باشد. اگرچه بررسی توزیع نرمال نیز نشان داد که خصوصیات مذکور همچنین می تواند دارای توزیع نرمال نیز باشند. نتایج نشان داد که بهترین توزیع فراوانی برای توصیف سیلت، رس، pH، n و s، توزیع نرمال است. اگرچه توزیع لاگ نرمال هم به خوبی قادر به توصیف تغییر پذیری مکانی این خصوصیات می باشد. واژه های کلیدی: نفوذ آب، خصوصیات هیدرولیکی خاک،

مقدمه

ویژه گیهای هیدرولیکی خاک که جزء خواص فیزیکی آن می باشند به دلیل اهمیت فراوان در درک بسیاری از فرایندها از جمله نفوذ، برآورد رواناب، انتقال املاح، و مواد مغذی در خاک، جذب آب توسط ریشه گیاه و همچنین مدل سازی روابط آب و خاک و طراحی سیستمهای آبیاری (سنتی و مدرن) و زهکشی بسیار مورد توجه می باشند. خصوصیات هیدرولیکی خاک که روابط بین آب و خاک را توصیف می نمایند. روشهای اندازه گیری صحرائی خصوصیات هیدرولیکی خاک در مقایسه با روشهای آزمایشگاهی واقعی تر می باشند زیرا این روشها حجم بزرگتری از خاک را شامل می شوند. ضرورت توسعه روشهای در جا جهت تعیین خصوصیات هیدرولیکی خاک، به ویژه برای بررسی جریانهای ترجیحی تحت روشهای مدیریت متفاوت، در سالهای اخیر دو چندان شده است. نفوذسنج دیسک یا تنشی، یکی از ابزارهایی است که برای اندازه گیری و یا نگهداشت جریان غیر اشباع آب در خاک، به طور سریع، دقیق و آسان طراحی شده است. هم چنین به عنوان ابزاری استاندارد برای اندازه گیری خصوصیات هیدرولیکی خاک نزدیک به اشباع به خوبی شناخته شده است. از مزایای اصلی این روش در مقایسه با دیگر روشها، اندازه گیری در جای خصوصیات هیدرولیکی خاک می باشد.

اطلاع از نحوه توزیع فراوانی خصوصیات هیدرولیکی خاک در مدل سازی تصادفی^{۶۰} اهمیت زیادی دارد. زیرا دانستن نحوه توزیع این متغیرها می تواند در پیش بینی آنها در مورد استفاده قرار گیرد. همچنین اطلاع از نحوه توزیع آماری خصوصیات هیدرولیکی خاک برای واسنجی بسیاری از مدل های هیدرولوژیکی اهمیت دارد زیرا خصوصیات هیدرولیکی خاک معمولاً پارامترهای این مدل ها می باشند که مقدار صحیح آنها در یک حوضه باید از طریق واسنجی و شبیه سازی در این مدل ها تعیین شود. مطالعات متعددی توزیع آماری خصوصیات هیدرولیکی خاک مورد بررسی قرار داده اند. و بیشتر این محققین نیز بیان داشته اند که توزیع آماری پارامترهای هیدرولیکی خاک از قبیل r، n، s و Ks به صورت لاگ نرمال می باشد. (زهو و ماهانتی ۲۰۰۶). لذا هدف از این مطالعه برآورد خصوصیات هیدرولیکی خاک با استفاده از داده های نفوذ آب در خاک می باشد همچنین بررسی نرمال و یا لاگ نرمال بودن داده ها از دیگر اهداف این مطالعه می باشد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهرستان سرخه واقع در استان سمنان قرار دارد که دارای مختصات جغرافیایی به طول شرقی "۳۶" ۵۳ تا "۳۶" ۴۵۳ و عرض شمالی "۳۰" ۱۹ تا "۱" ۲۵ عرض شمالی می باشد. در این پژوهش به منظور اندازه گیری پارامترهای هیدرولیکی خاک در یک ترانسکت بطول ۶۰۰۰ متر ۳۳ آزمایش نفوذ انجام شد به طوری فاصله بین هر آزمایش نفوذ ۱۸۰ متر بود. آزمایش نفوذ آب در خاک با استفاده از نفوذسنج مکشی (با قطر دیسک ۲۰۰ میلیمتر) که معمولاً برای اندازه گیری سرعت نفوذ در شرایط غیر اشباع بکار برده می شود، استفاده گردید. آزمایش نفوذ با استفاده از نفوذ سنج مکشی در سه مکش متوالی ۱۵- و ۱۰- و ۵- سانتیمتر انجام گرفت. سیمونک و ون گنوختن (۱۹۹۷) نشان داده اند که تنها با اندازه گیری نفوذ آب در خاک نمی توان خصوصیات هیدرولیکی خاک را برآورد کرد و برای برآورد خصوصیات هیدرولیکی لازم است که رطوبت خاک در ابتدا

^{۶۰} - Stochastic modeling



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در انتهای آزمایش را نیز تعیین کرد. بنابراین در این مطالعه ابتدا (پیش از شروع آزمایش) از خاک نمونه برداری شد و رطوبت اولیه خاک با استفاده از روش وزنی تعیین گردید و سپس نفوذ آب در خاک، در بازه های زمانی ۲۵ دقیقه ای برای هر مکش قرائت گردید. برداشت داده ها تا زمانی که نفوذ آب در خاک در هر مکش ماتریک ثابت گردد، ادامه یافت و بلافاصله پس از پایان آزمایش، نمونه خاک زیر دیسک برای تعیین مقدار رطوبت نهایی خاک نیز تعیین شد.

به منظور برآورد خصوصیات هیدرولیکی خاک با استفاده از داده های نفوذ آب در خاک از نرم افزار DISC استفاده شد. در این برنامه به کمک داده های اندازه گیری شده از نفوذسنج مکش، رطوبت خاک در شروع و پایان آزمایش پارامترهای هیدرولیکی خاک را می توان برآورد کرد. مبنای نرم افزار DISC جهت برآورد خصوصیات هیدرولیکی خاک، حل عددی معادله ریچاردز در مقتصات شعاعی می باشد که در آن شرایط همسان گردی برای خاک در نظر گرفته میشود، اما همگن بودن خاک، ضرورتاً جزء شرایط اولیه نیست در برنامه مذکور از مدل منحنی رطوبت و هدایت هیدرولیکی ون گنوختن و ونگنوختن-معلم (۱۹۸۰) استفاده شده است. معادله منحنی رطوبت ون گنوختن در زیر ارائه شده است.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (ah)^n]^m} \quad (1)$$

که h مکش خاک بر حسب (cm) ، a عکس مکش ماتریک ورود هوا به خاک n و m پارامترهای شکل منحنی که $s = 1 - 1/n$ ، θ_r اشباع (cm^3/cm^3) ، θ_s رطوبت باقیمانده (cm^3/cm^3) ، می باشند. برای تعیین مقادیر اولیه خصوصیات هیدرولیکی خاک در برنامه ابتدا خصوصیات هیدرولیکی خاک با استفاده از روش وودینگ برآورد شدن و سپس این مقادیر به عنوان مقادیر اولیه در برنامه مورد استفاده قرار گرفتند. بنابراین با توجه به مقادیر اولیه بنامه در ۳۳ نقطه مورد مطالعه اجرا و پارامترهای هیدرولیکی خاک تعیین شد. شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S) یکی از شاخص هایی است که با کیفیت خاک ارتباط زیادی دارد امامی و همکاران (۱۳۸۷). بنابراین در این مطالعه پس از تعیین پارامترهای هیدرولیکی خاک S با استفاده از رابطه زیر تعیین شد.

$$S = -n(\theta_s - \theta_r) \left[\frac{\frac{h}{n} - 2}{n-1} \right] \quad (2)$$

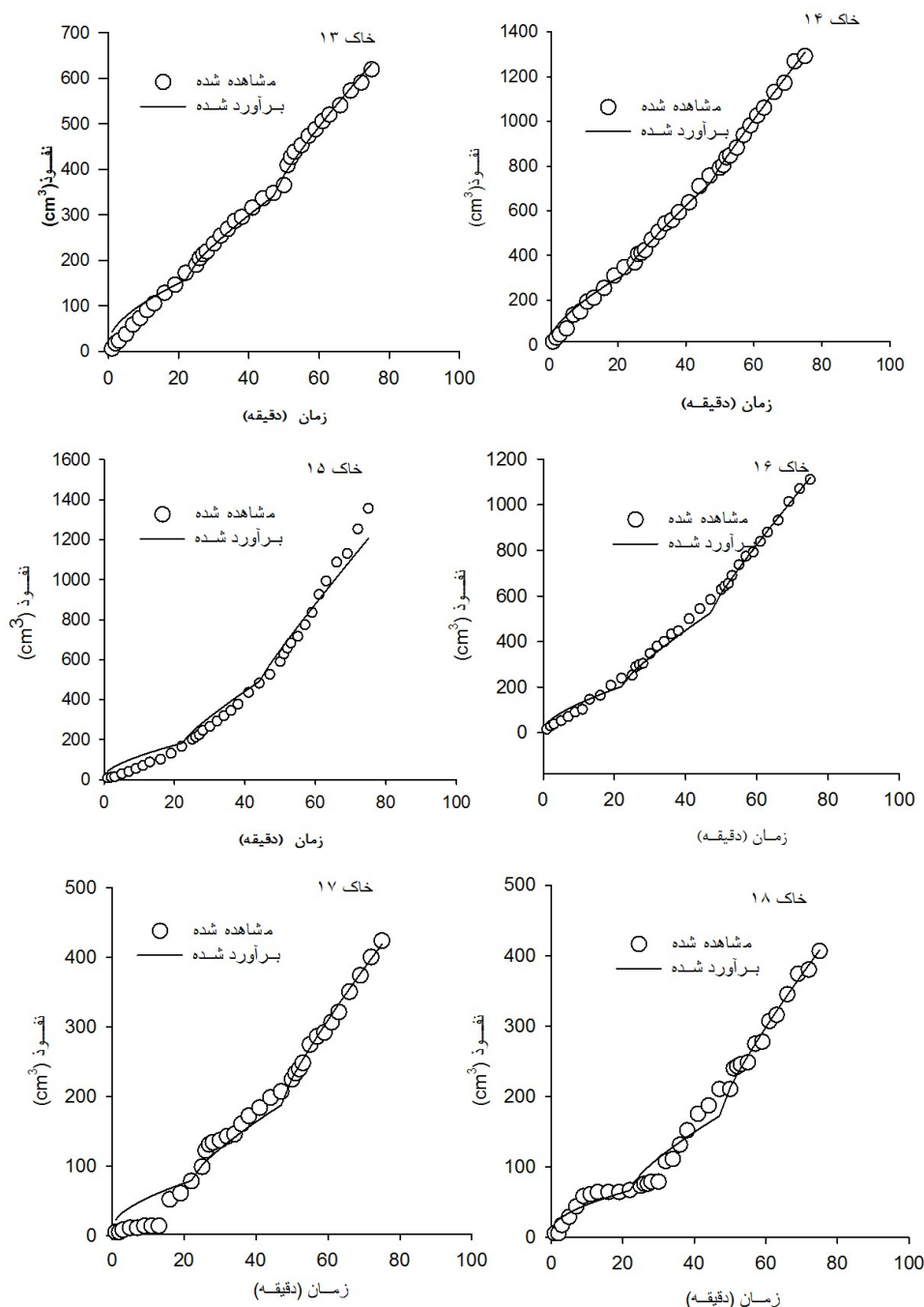
در این مطالعه بافت خاک به روش هیدرومتر، EC و pH خاک در عصاره گل اشباع و جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از روش استوانه تعیین شدند.

به منظور بررسی توزیع آماری خصوصیات خاک از آزمون کای اسکور استفاده شد. در این پژوهش در ابتدا دو توزیع آماری نرمال و لاگ نرمال بر داده ها برآزش داده شد و اختلاف این توزیع ها تجربی با توزیع های تئوری با میانگین و واریانس مشخص مورد بررسی قرار گرفت، اگر از نظر آماری توزیع تجربی اختلاف معنی داری با توزیع تئوری نداشته باشد، نشان می دهد که داده مورد بررسی از توزیع مورد بررسی تبعیت می کند. در غیر این صورت توزیع مورد نظر قادر به توصیف آماری پارامتر مورد مطالعه نمی باشد.

نتایج و بحث

شکل (۱) مقادیر شبیه سازی شده و اندازه گیری شده نفوذ را با توجه پارامترهای برآورد شده را نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که مدل به خوبی قادر به برآورد نفوذ آب در خاک می شود. مقدار ضریب تبیین نفوذ برآورد شده و شبیه سازی شده در تمامی نقاط مورد مطالعه بیش از ۹۹/۰ بود. لذا این نتایج نیز نشان دهنده دقت بالای مدل می باشد. نزدیک بودن مقادیر برآورد شده و اندازه گیری شده نفوذ نیز بیان می کند که پارامترهای هیدرولیکی خاک که نفوذ شبیه سازی بر اساس مقادیر آنها بدست آمده نیز با دقت مناسبی برآورد شده اند.

خلاصه آماری برخی از خصوصیات خاک های مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آورده شده است. بیشتر نمونه های خاک دارای بافت سنگین می باشند، اما نتایج نشان داد که خاک های مورد بررسی طیف وسیعی از کلاس لوم رسی شنی در سراسر محل نمونه برداری مشاهده می شود. اکثر ویژگی های خاک توزیع فراوانی با چولگی مثبت داشتند، اما خاک رس و pH دارای چولگی منفی بودند. بالاترین و پایین ترین تنوع فضایی به ترتیب در توزیع EC و pH بدست آمد. مقادیر pH در نقاط نمونه برداری نمونه برداری از ۲۲/۶ تا ۷۷/۷ متغیر بوده در حالی که مقادیر EC در طول خط نمونه برداری از ۵/۲ تا ۱۲۵ دسی زیمنس بر متر متفاوت شد. مقادیر S در خاک های مورد مطالعه بین ۳۲/۰ تا ۰۲/۰ و با میانگین ۱۴/۰ متغیر بود. این نتایج مشابه نتایج امامی و همکاران () می باشد آنها نشان دادند که در خاکهای شور میانگین مقدار S در برابر ۱۳۷/۰ و دامنه آن در محدوده ۰۲۶/۰-۰۸۱/۰ متغیر است.



شکل ۱: مقادیر برآورد شده و پیش بینی شده نفوذ با توجه به پارامترهای هیدرولیکی برآورد شده

نتایج حاصل از آزمون ۲ (کای اسکوار) در جدول ۲ ارائه شده است. اگر مقادیر ۲ محاسبه شده از مقدار بحرانی (۵۲/۴) در سطح معنی داری ۵ درصد کمتر باشد، توزیع احتمال برای توصیف خصوصیت مورد مطالعه پذیرفته می شود، در غیر این صورت خصوصیت مورد بررسی از توزیع مورد آزمون پیروی نمی کند. با این حال، بهترین توزیع آماری، برای توصیف خصوصیت مورد مطالعه زمانی انتخاب می شود که با مقدار ۲ در آن کوچکتر باشد. به عنوان مثال یک خصوصیت ممکن است که هم دارای توزیع نرمال و هم



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

توزیع لاگ نرمال باشد، اما آن توزیعی که دارای ۲ کوچکتی است به عنوان بهترین توزیع آماری برای خصوصیت مورد بررسی می باشد. نتایج نشان داد که توزیع لاگ نرمال بهترین توزیع آماری برای شن، EC، BD، و KS می باشد. اگرچه بررسی توزیع نرمال نیز نشان داد که خصوصیات مذکور همچنین می تواند دارای توزیع نرمال نیز باشند. این نتایج مشابه نتایج زهو و ماهانتي (۲۰۰۶) می باشد. آنها بیان داشتند که توزیع فراوانی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک از توزیع لاگ نرمال پیروی می کند. ماچیوال و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که توزیع مکانی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در شرایط مزرعه از توزیع لاگ نرمال پیروی می کند. نتایج نشان داد که بهترین توزیع فراوانی برای توصیف سیلت، رس، n، pH، s، توزیع نرمال است. اگرچه توزیع لاگ نرمال هم به خوبی قادر به توصیف تغییر پذیری مکانی این خصوصیات می باشد. برخی محققان نشان داد که توزیع لگ نرمال به خوبی می تواند تغییر پذیری مکانی خصوصیات هیدرولیکی خاک از KS، n را توصیف نماید. ذوالفقاری (۱۳۹۲) نیز نشان داد که فراوانی مکانی جذب پذیری و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در شرایط مزرعه از توزیع لاگ نرمال پیروی می کنند. این توزیع های احتمال را می توان برای پیش بینی پارامترهای هیدرولیکی خاک استفاده کرد. این پارامترها پیش بینی در سطح احتمال مشخص برای برنامه ریزی و مدیریت سیستم های آبیاری تحت یک رویکرد مناسب رویدادی است که برای کشاورزی دقیق حیاتی و مفید هستند.

جدول ۱: خلاصه ای از آمار خواص خاک مورد مطالعه در ترانسکت اندازه گیری شده

	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	ضریب % تغییرات	کشیدگی	چولگی
Sand(%)	۲۴/۴۷	۷۵	۲۲	۵۴/۱۵	۹۰/۳۲	۹۵/۱	۰۸/۰
Silt (%)	۲۱/۳۲	۵۱	۲۰	۰۳/۸	۹۵/۲۴	۸۴/۲	۵۳/۰
Clay (%)	۵۴/۲۰	۳۵	۵	۰۳/۹	۲۶/۴۴	۸۳/۱	۱/۰-
pH	۲۸/۷	۷۷/۷	۲/۶	۴۶/۰	۳۲/۶	۸۵/۲	۹۷/۰-
EC (dSm ⁻¹)	۸۹	۲۰۰	۵/۲	۹۵	۹/۱۳۰	۴۹/۳	۳۵/۱
BD (gcm ^{-۳})	۲۵/۱	۵۲/۱	۰۵/۱	۱۲/۰	۸۷/۹	۵۸/۲	۴۶/۰
n	۴۵/۲	۰۳/۴	۳۱/۱	۷۸/۰	۰۴/۳۲	۰۹/۲	۲۳/۰
(cm ⁻¹)	۰۵/۰	۰۸/۰	۰۳/۰	۰۱۴/۰	۶۷/۲۸	۲۴/۲	۶۷/۰
s (cm ^۳ cm ^{-۳})	۲۷/۰	۴۳/۰	۱۴/۰	۰۸/۰	۸۳/۲۸	۱۲/۲	۱۶/۰
Ks (cmh ⁻¹)	۹۴/۰	۱۱/۶	۱۶/۰	۱۴/۱	۵/۱۲۱	۱۳/۱۵	۴۱/۳
S	۱۴/۰	۳۲/۰	۰۲/۰	۰۸/۰	۵۵/۵۸	۱۸/۲	۳۸/۰

جدول ۲. نتایج آزمون ۲ برای انتخاب دو توزیع احتمال

ویژگی	مقدار ۲ محاسبه شده	
	مقدار بحرانی ۲ در سطح احتمال ۵ درصد	توزیع لاگ نرمال
Sand	۵۲/۴	۳۷/۳
Silt	۵۲/۴	۰۹۵/۰
Clay	۵۲/۴	۰۱۴/۲
pH	۵۲/۴	۰۲۷/۵
EC	۵۲/۴	۳۹/۱۰
BD	۵۲/۴	۳۹/۱
N	۵۲/۴	۰۴۱/۱
	۵۲/۴	۲۵/۳
s (cm ^۳ cm ^{-۳})	۵۲/۴	۰۱۹/۱
Ks (cmh ⁻¹)	۵۲/۴	۲۷۵
S	۵۲/۴	۰۶۹/۱

بهترین توزیع - *

منابع

امامی، ح. شرفا، م.، نیشابوری، م.، ر.، لیاقت، ع. م. ۱۳۸۷. برآورد شاخص کیفیت فیزیکی خاک با استفاده از ویژگی های زودیافت خاک در تعدادی از خاک های شور و آهکی. مجله تحقیقات خاک و آب ایران، جلد ۳۹ شماره ۱، ۳۹-۴۶.
ذوالفقاری، ع.ا. ۱۳۹۲. تعیین منحنی رطوبتی و پخشیدگی آب در خاک با استفاده از منحنی نفوذ یک بعدی آب در ستون خاک. رساله دکتری. دانشگاه تهران.



- Machiwal D., Jha M.K. and Mal B.C. ۲۰۰۶. Modelling infiltration and quantifying spatial soil variability in a wasteland of Kharagpur, India. Biosystems engineering, ۹۵:۵۶۹-۵۸۲.
- Simunek J., van Genuchten M.T. ۱۹۹۷. Estimating unsaturated soil hydraulic properties from multiple tension disc infiltrometer data. Soil Science, ۱۶۲ (۶): ۳۸۳-۳۹۸.
- Zhu J., and Mohanty B.P. ۲۰۰۶. Effective scaling factor for transient infiltration in heterogeneous soils. Journal of Hydrology ۳۱۹, ۹۶-۱۰۸.

Abstract

Knowledge from soil hydraulic distribution is important for stochastic modeling. This knowledge could be used in prediction of soil hydraulic properties. The subjects of this study were (i) to obtain soil hydraulic properties from soil infiltration data and (ii) to investigate statistical distribution of soil hydraulic properties. In this study soil hydraulic properties were measured in a transect with length of ۶۰۰ m. water infiltration was measured in tree soil suction using tension disc infiltrometer. Soil hydraulic properties were estimated using Disc model. Results showed that sand, EC, BD, and KS obey from log normal distribution. Results showed that pH, n, s obey from normal distribution



اثر منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم در سطوح مختلف فشردگی خاک

نصرت اله نجفی^۱، فاطمه جلیلیان^۲ و عادل ریحانی تبار^۱
۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ر گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز

چکیده

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل منبع و مقدار کود آلی در هفت سطح (شاهد، اوره، نیترات آمونیم و سولفات آمونیم هر یک در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) و فشردگی خاک در دو سطح (چگالی ظاهری ۲/۱ و ۷/۱ گرم بر سانتی متر مکعب) و در سه تکرار انجام شد. برای انجام آزمایش، ۱۰ کیلوگرم خاک داخل گلدان‌های مخصوصی از جنس پی‌وی‌سی ریخته و سپس بذره‌های گندم رقم الوند کاشته شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^3 شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن خشک شاخساره، ارتفاع گیاه، قطر ساقه در محل طوقه، وزن خوشه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و تعداد پنجه در بوته گندم به طور معناداری کاهش یافت. اثر کود نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم به منبع و مقدار کود و سطح فشردگی خاک بستگی داشت. با این حال، با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم در هر دو سطح فشردگی خاک، شاخص کلروفیل برگ‌ها، وزن خشک شاخساره، طول خوشه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و تعداد پنجه در بوته گندم به طور معناداری نسبت به شاهد افزایش یافت. برای بهبود رشد و عملکرد گیاه گندم، مصرف ۱۵۰ میلی گرم نیتروژن از منبع اوره یا سولفات آمونیم در کیلوگرم خاک در شرایط فشرده و غیرفشرده مشابه این پژوهش می‌تواند توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: تغذیه گیاه، خاک متراکم، کود نیتروژن، گندم

مقدمه

گندم یکی از قدیمی‌ترین و پرارزش‌ترین گیاهان روی زمین است که بیش از هر محصول دیگری در دنیا کشت می‌شود. این گیاه در تهیه انواع نان و شیرینی‌ها، خوراک انسان، تغذیه حیوانات و مصارف صنعتی کاربرد دارد. یکی از مشکلات تولید گندم در ایران و جهان فشردگی خاک‌ها می‌باشد که بر اثر عبور و مرور مکرر ماشین‌های کشاورزی، انسان و حیوانات در زمین‌های زراعی، ایجاد شده و باعث کاهش رشد و عملکرد گندم می‌شود. بر اثر تراکم (فشردگی) خاک ساختمان خاک تخریب شده، چگالی ظاهری افزایش یافته، تخلخل و هدایت آب در خاک کاهش یافته، مقاومت مکانیکی خاک در برابر رشد ریشه‌ها افزایش یافته و در نتیجه جذب عناصر غذایی و تغذیه گیاه مختل شده و رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. یکی از روش‌های کاهش اثر فشردگی خاک بر رشد گیاه مصرف کود نیتروژن در خاک می‌باشد. در این مورد منبع و مقدار کود نیتروژن اهمیت ویژه‌ای داشته و می‌تواند رشد و عملکرد گیاه را در شرایط خاک فشرده و غیرفشرده بهبود بخشد (مارشور، ۱۹۹۵؛ آکانی و اوچینی، ۲۰۰۷). لذا، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های رشد گندم در سطوح مختلف فشردگی خاک بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۱ انجام شد. ابتدا قطعه زمینی انتخاب و از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری آن نمونه مرکب تهیه شد و بعد از هواخشک کردن و عبور از الک دو میلی متری، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن تعیین شد. خاک قطعه زمین انتخابی از الک ۷۵/۴ میلی متر عبور داده شده و خوب مخلوط شد و درصد رطوبت هواخشک آن تعیین شد. سپس آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل منبع و مقدار نیتروژن در ۷ سطح (شاهد، کودهای اوره، نیترات آمونیم و سولفات آمونیم هر یک در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ $mg N/kg$) و فشردگی خاک در دو سطح (چگالی ظاهری ۲/۱ و ۷/۱ g/cm^3) بود. ابتدا ۱۰ کیلوگرم خاک خشک عبور یافته از الک ۷/۴ میلی متری توزین و در یک تشتک ریخته شد. سپس یک سوم کودهای نیتروژن به صورت محلول به آن افزوده شده و با افزودن آب مقطر رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه‌ای رسانده شد و خوب مخلوط گردید. سپس گلدان‌های مخصوصی از جنس لوله‌های پی‌وی‌سی به قطر داخلی ۴/۱۵ سانتی متر تهیه شد. برای فشرده کردن دقیق و یکنواخت خاک، لوله‌های پی‌وی‌سی به سه قسمت مساوی تقسیم و علامت گذاری شد. آنگاه نمونه خاک آماده شده به سه قسمت مساوی تقسیم و هر بار یک قسمت آن به داخل گلدان مخصوص ریخته شد و با استفاده از یک پتک فلزی استوانه‌ای شکل، عمل فشرده کردن خاک تا خط نشانه مورد نظر انجام شد. پس از ایجاد سطوح فشردگی مورد نظر در خاک داخل گلدانها، برای اینکه بذرها به راحتی بتوانند جوانه زده و رشد کنند، خاک نرمی به ارتفاع ۵ سانتی متر روی خاک متراکم شده هر گلدان ریخته شد سپس در هر گلدان تعداد هشت بذر گندم رقم الوند کاشته شد. پس از استقرار گیاهان، تعداد آنها به سه عدد در هر گلدان تنک شد. گلدان‌ها با استفاده از استوانه مدرج با آب یکسانی آبیاری شدند. برای تعیین آبیاری مورد نیاز از تشت تخیر استفاده شد. کودهای نیتروژن دو بار دیگر (یک سوم یک ماه بعد از کشت و یک سوم دو ماه بعد از کشت) به صورت محلول به خاک هر تیمار اضافه شدند. در طول دوره رشد



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شاخص کلروفیل برگ‌ها با دستگاه کلروفیل سنج CL-01 Hansatech ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد. پس از برداشت گندم، وزن خشک شاخساره، ارتفاع گیاه، قطر ساقه در محل طوقه، طول خوشه، وزن خوشه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و تعداد پنجه در بوته تعیین شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام رسم شد.

نتایج و بحث

وزن خشک شاخساره: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک شاخساره گندم معنادار و اثر متقابل آنها غیرمعنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن از نظر وزن خشک شاخساره تفاوت معنادار وجود داشت؛ بیشترین وزن خشک شاخساره با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) و ۳۰۰ mg N/kg اوره مشاهده شد. احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز در یک مطالعه مزرعه‌ای افزایش وزن خشک شاخساره و عملکرد گندم بر اثر مصرف اوره را گزارش دادند. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm³ وزن خشک شاخساره گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱). مولارت (۱۹۹۸) گزارش کرد که فشردگی خاک رشد و توسعه ریشه را مختل می‌کند و بیشترین تأثیر را بر وزن خشک بخش هوایی گیاه می‌گذارد. کاهش وزن خشک شاخساره گندم در تیمار ۳۰۰ mg N/kg اوره و چگالی ظاهری ۲/۱ g/cm³ را می‌توان به آسیب دیدن دانه‌ها بر اثر آمونیاک و افزایش pH خاک بر اثر هیدرولیز اوره نسبت داد. هیدرولیز اوره در مقادیر زیاد سبب افزایش pH خاک، مختل شدن جذب عناصر غذایی و کاهش رشد گیاه می‌شود (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹).

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های وزن خشک شاخساره، ارتفاع گیاه و شاخص کلروفیل گندم برای اثر اصلی فشردگی خاک و کود نیتروژن

عامل	سطوح	وزن خشک شاخساره (g/pot)	ارتفاع گیاه (cm)	شاخص کلروفیل
منبع و مقدار کود نیتروژن	شاهد	de۶۹/۲۰	b۹۵/۵۵	e۹۸/۱۰
	اوره ۱۵۰ (mg N/kg)	a۸۶/۲۵	e۳۵/۵۱	a۸۵/۱۴
	اوره ۳۰۰ (mg N/kg)	e۴۶/۱۹	c۶۵/۵۴	d۶۶/۱۱
	نیترات آمونیم ۱۵۰ (mg N/kg)	cd۱۹/۲۲	f۹۳/۴۹	b۷۶/۱۳
	نیترات آمونیم ۳۰۰ (mg N/kg)	bc۶۴/۲۲	c۱۴/۵۵	c۷۳/۱۲
	سولفات آمونیم ۱۵۰ (mg N/kg)	a۸/۲۵	d۳/۵۳	de۳۸/۱
سولفات آمونیم ۳۰۰ (mg N/kg)		b۱۱/۲۴	a۵۸/۵۶	a۴۹/۱۴
	۲/۱	a۱/۲۴	a۷۹/۵۵	a۱۳/۱۴
چگالی ظاهری (g/cm ³)	۷/۱	b۸۲/۲۱	b۸۹/۵۱	b۵۵/۱۱

ارتفاع گیاه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر میانگین ارتفاع گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع اوره ارتفاع گندم افزایش یافت که با نتایج احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت. بیشترین ارتفاع گیاه با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع سولفات آمونیم و کمترین آن با مصرف ۱۵۰ mg N/kg از منبع نیترات آمونیم به‌دست آمد. افزایش ارتفاع گیاه با مصرف سولفات آمونیم در سطح ۳۰۰ mg N/kg را می‌توان به افزایش فراهمی عناصر غذایی بر اثر اسیدی شدن خاک نسبت داد. فرآیند جذب آمونیم با آزادسازی یک پروتون توسط ریشه همراه است. همچنین بر اثر فرآیند نیترات‌سازی و تبدیل آمونیم به نیترات در خاک اسید تولید می‌شود. با توجه به pH قلیایی خاک این اسیدی شدن قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف از جمله روی را افزایش داده و در نتیجه ارتفاع گیاه نیز نیاز می‌شود. نیتروژن با اثر بر واکنش‌های بیوشیمیایی، شدت فتوسنتز، سبب افزایش دوره رویش گیاه و تجمع ماده خشک بیشتر در شاخساره گیاه می‌شود (مارشتر، ۱۹۹۵). با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm³ ارتفاع گندم به‌طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱).

شاخص کلروفیل برگ: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر شاخص کلروفیل برگ گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم شاخص کلروفیل برگ را به‌طور معناداری افزایش داد. بیشترین شاخص کلروفیل برگ گندم با مصرف ۳۰۰ mg N/kg از منبع سولفات آمونیم و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به‌دست آمد. افزایش شاخص کلروفیل برگ گندم با مصرف کود اوره توسط احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است. با توجه نقش نیتروژن در ساختمان



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

کلروفیل این نتیجه دور از انتظار نیست. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به ۷/۱ g/cm^2 شاخص کلروفیل برگ گندم به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۱).

تعداد پنجه در بوته: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها بر تعداد پنجه در بوته گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم تعداد پنجه در بوته گندم به طور معناداری افزایش یافت. بیشترین تعداد پنجه در بوته گندم با مصرف $150 mg N/kg$ از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به دست آمد. افزایش تعداد پنجه در بوته گندم با مصرف کود اوره در شرایط مزرعه‌ای به وسیله احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است. همچنین با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به $7/1 g/cm^2$ تعداد پنجه در بوته گندم به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲).

تعداد سنبلچه در هر خوشه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر تعداد سنبلچه در هر خوشه گندم معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم تعداد پنجه در بوته گندم به طور معناداری افزایش یافت. بیشترین تعداد سنبلچه در هر خوشه گندم با مصرف $300 mg N/kg$ از منبع نیترات آمونیم و $300 mg N/kg$ از منبع اوره و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به دست آمد. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به $7/1 g/cm^2$ تعداد سنبلچه در هر خوشه گندم به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲).

وزن خوشه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن و فشردگی خاک و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر وزن خوشه گندم معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن خوشه گندم با مصرف $150 mg N/kg$ از منبع اوره و سولفات آمونیم نسبت به شاهد به طور معناداری افزایش و با مصرف $300 mg N/kg$ از منبع اوره کاهش یافت. سایر سطوح نیتروژن بر وزن خوشه اثر معنی داری نداشتند. افزایش عملکرد دانه گندم با مصرف کود اوره در شرایط مزرعه‌ای به وسیله احمدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است. بیشترین وزن خوشه گندم با مصرف $150 mg N/kg$ از دو کود سولفات آمونیم و اوره و کمترین آن با مصرف $300 mg N/kg$ اوره به دست آمد. با افزایش سطح فشردگی خاک وزن خوشه گندم به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲).

طول خوشه: تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی منبع و مقدار نیتروژن و اثر متقابل بین نیتروژن و فشردگی خاک بر طول خوشه گندم در سطح احتمال یک درصد معنادار و اثر اصلی فشردگی خاک غیر معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف هر سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم طول خوشه گندم به طور معناداری افزایش یافت. بیشترین طول خوشه گندم با مصرف $300 mg N/kg$ از منبع دو کود اوره و سولفات آمونیم و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) به دست آمد. بین دو سطح فشردگی خاک از نظر طول خوشه گندم تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۲).

قطر ساقه در محل طوقه: تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد و اثر اصلی فشردگی خاک و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر قطر ساقه گندم معنادار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف $300 mg N/kg$ از منبع سه کود اوره، سولفات آمونیم و نیترات آمونیم قطر ساقه گندم به طور معناداری افزایش یافت. بیشترین قطر ساقه گندم با مصرف $300 mg N/kg$ از منبع سولفات آمونیم و کمترین آن در شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) مشاهده شد. با افزایش سطح فشردگی خاک از ۲/۱ به $7/1 g/cm^2$ قطر ساقه گندم به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۲). بایهان و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که قطر ساقه آفتابگردان در تیمارهایی که خاک آن به وسیله عبور و مرور چرخ‌های تراکتور فشرده شده بود، نسبت به تیمار شاهد (غیرفشرده) کاهش یافت.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبلچه در هر خوشه، وزن خوشه، طول خوشه و قطر ساقه گندم برای اثر اصلی فشردگی خاک و کود نیتروژن

عامل	سطوح	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبلچه در هر خوشه	وزن خوشه ((g/pot	طول خوشه (cm)	قطر ساقه
	شاهد	c۹/۲	e۹۵/۱۵	cd۵۳/۱۵	c۰۶/۸	e۴۵/۲
	اوره ۱۵۰ (mg N/kg)	a۵۵/۳	b۸۸/۱۷	ab۴۸/۱۷	b۷۹/۸	abc ۵۸/۲
	اوره ۳۰۰ (mg N/kg)	b۲۵/۳	a۱/۱۹	e۶۷/۱۲	a۵۸/۹	ab۶۲/۲
	نیترات آمونیم (mg N/kg) ۱۵۰	b۳/۳	b۸۸/۱۷	d۹۹/۱۴	b۷۴/۸	abc۵۶/۲
منبع و مقدار کود نیتروژن	نیترات آمونیم (mg N/kg) ۳۰۰	ab۴/۳	a۵/۱۹	cd۸۸/۱۵	b۷۲/۸	a۶۴/۲
	سولفات آمونیم (mg N/kg) ۱۵۰	ab۳۵/۳	ab۶۳/۱۸	a۵۹/۱۸	c۷۳/۷	bc۵/۲
	سولفات آمونیم (mg N/kg) ۳۰۰	b۱۹/۳	ab۵۷/۱۸	bc۵۸/۱۶	a۴/۹	a۶۷/۲
چگالی ظاهری)	۲/۱	a۶۲/۳	a۹۱/۱۸	a۰/۱۷	a۸۴/۸	a۷/۲



b۲۲/۲	a۶/۸	b۹۲/۱۴	b۵۲/۱۷	b۹۳/۲	۷/۱	(g/cm ^۳)
-------	------	--------	--------	-------	-----	----------------------

چن و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که غلظت نیتروژن گیاه در تولید هورمون سیتوکنین مؤثر است. با توجه به نقش این هورمون در رشد و توسعه سلولی، به نظر می‌رسد بخشی از افزایش شاخص‌های رشد گیاه گندم می‌تواند مربوط به این نقش نیتروژن باشد. خلیلیان (۱۹۹۱) گزارش کرد که تهویه ضعیف خاک‌های فشرده، معدنی شدن ماده آلی را کاهش داده و باعث کاهش معدنی شدن نیتروژن، فسفر و عناصر دیگر و در نتیجه جذب آن‌ها به وسیله گیاه می‌شود؛ در نتیجه رشد گیاه کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، کاهش رشد ریشه و سطح آن در خاک فشرده، حجم خاک اشغال شده به وسیله ریشه را کاهش داده و باعث کاهش جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه باعث کاهش رشد گیاه می‌شود (آکانی و اوچنی، ۲۰۰۷). فشردگی خاک ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تغییر داده و باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز، اوره‌از، آمیداز و دهیدروژناز می‌شود (تان و همکاران، ۲۰۰۸) که ممکن است بر فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان اثر داشته باشد. به نظر می‌رسد فشردگی خاک باعث کاهش پراکنش ریشه، کاهش آب قابل دسترس و کمبود تهویه خاک شده و در نتیجه، باعث کاهش جذب آب به وسیله گیاه شده و از این طریق نیز بر رشد گیاه اثر می‌گذارد. به نظر می‌رسد که تغییر در پتانسیل آب برگ گیاهانی که به مدت طولانی در یک خاک با فشردگی متوسط تا شدید رشد کرده‌اند، شبیه گیاهانی است که در معرض تنش خشکی خاک قرار گرفته‌اند (گرزیاک، ۲۰۰۹).

با توجه به اینکه بافت خاک مورد مطالعه درشت (شن لومی) بود، پیشنهاد می‌شود این پژوهش در یک خاک سنگین بافت مانند رسی نیز اجرا شود چون تهویه و نفوذپذیری خاک رسی بیشتر از خاک شنی تحت تاثیر فشردگی قرار می‌گیرد و ممکن است نتایج جدیدی متفاوت از خاک شنی به دست آید. به طور کلی، برای بهبود رشد و عملکرد گیاه گندم، مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن از منبع اوره یا سولفات آمونیم در کیلوگرم خاک در شرایط فشرده و غیرفشرده مشابه این پژوهش می‌تواند توصیه شود.

منابع

- احمدی نژاد ر.، نجفی ن.، علی اصغر زاد ن. و اوستان ش. ۱۳۹۲. اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). نشریه دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۱۷۷ تا ۱۹۷.
- Akanni D.I. and Ojeniyi S.O. ۲۰۰۷. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, nutrients status, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Research Journal of Agronomy*, ۱(۱): ۱-۴.
- Bayhan Y., Kayisoglu B. and Gonulol E. ۲۰۰۲. Effect of soil compaction on sunflower growth. *Soil and Tillage Research*, ۶۸: ۳۱-۳۸.
- Chen J.G., Cheng S.H., Cao W.X. and Zhou X. ۱۹۹۸. Involvement of endogenous plant hormones in the effect of mixed nitrogen source on growth and tillering of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, ۲۱: ۸۷-۹۷.
- Grzesiak M.T. ۲۰۰۹. Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings. *Plant Root*, ۳: ۱۰-۱۶.
- Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L. and Nelson W.L. ۱۹۹۹. *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management*. ۶th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Khalilian A., Hood C.E., Palmer J.H., Garner T.H. and Bathke G.R. ۱۹۹۱. Soil compaction and crop response to wheat/soybean inter seeding. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, ۳۴: ۲۲۹۹-۲۳۰۳.
- Marschner, H. ۱۹۹۵. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, New York. ۸۹۰ Pages.
- Moullart, J. ۱۹۹۸. Factors influencing soil and subsoil compaction and impact of compaction on yield of different plants. Pp. ۱۴۵-۱۵۴. In: *Proceedings of the First Workshop of the Concerted Action on Subsoil Compaction*. , May ۲۸-۳۰, DLO-Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Tan X., Chang S. and Kabzems R. ۲۰۰۸. Soil compaction and forest floor removal reduced microbial biomass and enzyme activities in a boreal aspen forest soil. *Biology and Fertility of Soils*, ۴۴: ۴۷۱-۴۷۹.

Abstract

This study was carried out as a factorial experiment in a randomized complete blocks design with three replications and factors of the source and amount of nitrogen fertilizer at seven levels (urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate and each of fertilizer at three levels of ۰, ۱۵۰ and ۳۰۰ mg/kg soil) and the soil compaction at two levels (bulk density of ۱.۲ and ۱.۷ g/cm^۳). To perform this experiment, ۱۰ kg of dry soil was poured into special PVC pots and then wheat seeds cv. Alvand were cultivated. The results showed that the leaf chlorophyll index, shoot dry weight, plant height, stem diameter, spike weight, number of spikelet in spike and number of tillers



per plant were significantly decreased by increasing level from 1.2 to 1.7 g/cm³. The effect of nitrogen fertilizer on growth characteristics was dependent on the source and amount of nitrogen fertilizer and soil compaction level. However, at two levels of soil compaction, the leaf chlorophyll index, shoot dry weight, stem diameter, spike length, number of spikelet in spike and number of tillers per plant were significantly increased by application of urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate as compared with control. In general, in order to improving wheat growth and yield, application of 150 mg N/kg soil from urea or ammonium sulfate fertilizers can be recommended at similar compacted and non-compacted conditions.



راهکارهای کنترل گردوغبار دریاچه ارومیه با استفاده از مطالعات تطبیقی دریاچه آونز در آمریکا

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه مراغه، ۲- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشگاه تربیت مدرس
نیکو حمزه پور^۱ و مصطفی کریمیان اقبال^۲

چکیده

احیای دریاچه ارومیه، فرایندی پیچیده است که نیازمند در نظر گرفتن تمامی ابعاد، از مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی تا تجربیات بین‌المللی به دست آمده از دریاچه‌های مشابه باشد. هدف از این مقاله، ایجاد زمینه‌ای برای استفاده از تجربیات حاصل از مطالعات مربوط به دریاچه آونز در آمریکا، در کنترل غبارات نمکی دریاچه ارومیه است. دریاچه آونز بستر اصلی گردوغبارات نمکی در ایالات متحده می‌باشد و از میان میلیون‌ها دلار هزینه‌ای که صرف دست یافتن به روش‌های موثر کنترل گردوغبار دریاچه آونز گردیده است، روش‌های غرقاب کم‌عمق، پوشش گیاهی مدیریت شده و پوشش گراول به عنوان بهترین روش‌ها شناخته شده‌اند. در این میان روش گراول گرانترین روش و در عین حال بدون نیاز آبی می‌باشد. درس آموخته‌های حاصل از این اقدامات با در نظر گرفتن شباهت‌ها و تفاوت‌های بین دریاچه آونز و دریاچه ارومیه، می‌توانند به دست‌اندرکاران امر احیای دریاچه ارومیه در جهت اتخاذ تصمیم‌گیری‌های سریع و در عین حال دقیق و موثر، یاری رسانند.

واژه‌های کلیدی: دریاچه آونز، گردوغبار، غرقاب کم‌عمق، پوشش گراولی.

مقدمه

در اواخر ۱۸۰۰ میلادی، دریاچه آونز، در ایالات متحده آمریکا، مساحتی در حدود ۲۸۴ کیلومتر مربع داشت و یکی از بزرگترین دریاچه‌های طبیعی در کالیفرنیا بود. این دریاچه، دریاچه‌ای نمکی با شوری در حدود یک و نیم برابر آب دریا بود. در ۱۹۱۳، سازمان آب و نیروی لس آنجلس، ساخت کانال آبی لس آنجلس را به اتمام رساند. این کانال، وظیفه حمل آب رودخانه آونز را ۳۵۸ کیلومتر دورتر از محل اصلی خود و به شهر لس آنجلس برعهده داشت. با انتقال منبع اصلی آب دریاچه آونز، در اواسط ۱۹۲۰، این دریاچه تبدیل به دریاچه فوق شور با مساحت ۱۰۴ کیلومتر مربع و تنها چندین سانتی‌متر عمق گردید. بستر خشک شده دریاچه آونز از آن زمان مقادیر انبوهی گردوغبار ایجاد کرده است. بستر دریاچه احتمالاً بزرگترین و تنها منبع گردوغبار PM_{۱۰} (ذرات معلق در هوا کوچکتر از ۱۰ میکرون) در ایالات متحده آمریکا می‌باشد. این سطح سالیانه بین ۹۰۰۰۰۰ الی ۸۰۰۰۰۰۰ تن گردوغبار تولید می‌نماید که بر اساس مطالعات صورت گرفته تا مسافتی حدود ۲۵۰ کیلومتر دورتر و تا نزدیکی شهر لس آنجلس نیز منتقل شده‌اند (GBUAPCD, ۲۰۰۳).

کنترل نواحی از اطراف دریاچه آونز که تولید گردوغبار می‌کنند، میلیاردها دلار از زمان شروع پروژه‌های کنترل غبارات هزینه داشته است و زندگی ۵۰۰۰۰ هزار نفر را به طور مستقیم با مشکل مواجه کرده است. مشکل دیگر وجود چنین گردوغباراتی، وجود ذرات فلزات سنگین در آن است (Nickling et al., ۲۰۰۱).

در بین دریاچه‌های متعددی که در آمریکا خشک شده‌اند، دریاچه آونز جزو معدود دریاچه‌های خشک شده‌ای است که بستر آن مقادیر بسیار زیادی ذرات گردوغبار تولید می‌کند، به این دلیل که بستر خشک دریاچه اغلب در ماههای خنک، مرطوب است و در زیر توده بزرگی از استخر نمکی قرار دارد. این پدیده، رسوبات را در عمق کم اشباع می‌کند، در نتیجه سطح دریاچه اغلب پوسته پوسته است، بخصوص در اواخر زمستان و اوایل بهار؛ با نمکی که به شدت مستعد فرسایش در طول دوره‌های با وزش بادهای شدید می‌باشد (ترکیب نمک عمدتاً سولفات سدیم و کربنات سدیم می‌باشد) (Groeneveld et al., ۲۰۱۰).

بر اساس مطالعات انجام شده، نمک محلول گردوغبار، در جهت باد به سمت خاکها منتقل می‌شود. افزایش نمک در خاکهای اطراف دریاچه آونز منجر به افزایش pH خاک و در نتیجه کاهش جمعیت گیاهی آن‌ها می‌شود (Gillette, ۱۹۹۶). گردوغبار منجر به تاخیر انداختن سرعت کلونی شدن مجدد^{۶۱} حاشیه بیرونی پلایا توسط گیاهان شده است. در منطقه نوادا، رسوبگذاری طولانی مدت گردوغبارات پلایا منجر به توسعه گیاهان مقاوم به شوری در مناطقی شده است که می‌بایست پوشش گیاهی غالب آنها درمنه^{۶۲} باشد.

مطالعه بستر خشک دریاچه آونز و طوفانهای گردوغبار مربوط به آن از اوایل ۱۹۸۰ شروع شده است. در ۱۹۹۸، بخش حوضه کبیر SIP^{۶۳} را اتخاذ کرد که به موجب آن، LADWP ملزم به کنترل گردوغبار حاصل از دریاچه آونز تا آخر ۲۰۰۶ گردید. SIP ۱۹۹۸ ملزم کرد که

^{۶۱} - Recolonization

^{۶۲} - Sagebrush

^{۶۳} - State Implementation Plan

در محدوده ۹۱ کیلومترمربع از سطح فرسایشی، ۴۳ کیلومترمربع از بستر دریاچه تا آخر ۲۰۰۳ باید کنترل شود. همچنین بخش حوضه کبیر می بایست به طور پیوسته از مناطقی از دریاچه آونز که نیازمند کنترل هستند، داده‌های آلودگی هوا را جمع‌آوری کند و در ۲۰۰۳ مجدداً SIP بازنگری شده‌ای را با آخرین اطلاعات ارایه دهد (Owens Lake Planning Committee, ۲۰۱۳).

رهاسازی آب از کانال آبی لس آنجلس به دریاچه آونز از نوامبر ۲۰۰۱ آغاز شد. در سال آبی ۲۰۰۱-۲۰۰۲ مجموع ۹۴۹۴۱۰۰ مترمکعب آب از کانال آبی برای پروژه‌های حفاظتی دریاچه آونز استفاده گردید. بعد از آن زمان انتقال آب از کانال آبی به دریاچه آونز به طور مستمر افزایش داشته است. مقداری معادل ۹۲۸۰۴۲۱۱ مترمکعب آب در سال آبی ۲۰۱۰-۱۱ از کانال آبی رهاسازی شد. مصرف آب برای پروژه دریاچه آونز به میزانی برابر ۱۱۷۱۳۵۰۰۰ مترمکعب در سال آبی ۲۰۱۱-۱۲ افزایش یافت. همچنین از آن پس برداشت آب از چاه‌های حوضه آونز با نظارت و کنترل انجام می شود (LADWP, ۲۰۰۹).

روش‌های کنترل گردوغبار

از ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ حوضه کبیر و سایر مراکز تحقیقاتی برنامه‌های مطالعاتی متعددی را به منظور شناسایی و توسعه بهترین و موثرترین برنامه کنترل گردوغبار در دریاچه آونز انجام دادند. حوضه کبیر با همکاری LADWP یک روش کنترل گردوغبار را که با عنوان $BACM^{2*}$ شناخته شده اند را ارائه کردند. این روش‌ها روش‌های متکی بر تکنولوژی هستند و بهترین کمک در کنترل گردوغبار ناشی از بستر دریاچه آونز بوده‌اند.

بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط حوضه کبیر، سه روش پذیرفته شده کنترل فرسایش بادی که در مقیاس بزرگ اثرات مشخصی داشته‌اند عبارتند از پوشش گیاهی بومی، غرقاب کم عمق و پوشش گراولی (LADWP, ۲۰۰۹).

غرقاب کم عمق

روش غرقاب کم عمق که یک روش کنترل گردوغبار است شامل اضافه کردن آب به سطوحی است که مستعد فرسایش بادی می باشند. در این روش، زمین به کرت‌های مختلف تقسیم می‌شود. آب از طریق لوله‌ها و خروجی‌های تعبیه شده در هر کدام از این کرت‌ها از منبع اصلی به این مناطق منتقل می‌شود (شکل ۱، ب) و در زمان‌های مورد نیاز به صورت لایه سطحی بسیار نازکی (اغلب با ضخامت ۵/۲ الی ۱۵ سانتی‌متر) سطح خاک را می‌پوشاند (شکل ۱، الف). آبی که به این مناطق منتقل می‌شود از کانالی است که از کانال آبی لس آنجلس منشعب شده است. بر اساس مطالعات انجام شده، زمانی که ۷۵٪ از ناحیه تولید گردوغبار دارای آب ایستاده بر سطح خود و خاک اشباع داشته باشند، انتشار گردوغبار تا ۹۹٪ کاهش می‌یابد.



شکل ۱- الف: ناحیه غرقاب کم عمق، ب: لوله‌های آبپاش

پوشش گیاهی مدیریت شده

پوشش گیاهی مدیریت شده شامل کاشت گونه‌های گیاهی بومی اطراف دریاچه آونز می‌باشد که دامنه وسیعی از مقاومت به شوری را دارند. مقاومت بالا به شوری منجر به کاهش نیاز آبی آنها برای استقرار گردیده است. مطالعات حوضه کبیر نشان داده است اگر ۵۰٪ ناحیه تولید کننده گردوغبار دارای پوشش گیاهی زنده یا مرده باشد، تولید گردوغبار تا ۹۹ درصد کاهش خواهد داشت (شکل ۲).

* - Best available control measure



شکل ۲- منطقه استقرار پوشش گیاهی در اطراف دریاچه اونز

مطالعات همچنین نشان داده است که در هر متر مربع، حدود $13/2$ مترمکعب در هر مترمربع آب برای استقرار پوشش گیاهی در سال اول در خاکهای شور مورد نیاز است. در سالهای بعدی این مقدار به $8/0$ مترمکعب در هر مترمربع برای نگهداری 50 درصد پوشش گیاهی مورد نیاز برای کنترل $PM-10$ ، کاهش می یابد. این مقدار آب مورد نیاز برای این روش، در حدود یک سوم آب مورد نیاز برای غرقاب کم عمق می باشد.

شایان ذکر است بذور کشت شده در بستر دریاچه، ابتدا در گلخانه رشد داده می شوند و سپس به زمین منتقل می گردند. در حدود 27 میلیون گیاه برای کاشت در بستر دریاچه اونز برای کنترل فرسایش بادی استفاده شده است.

پوشش گراولی

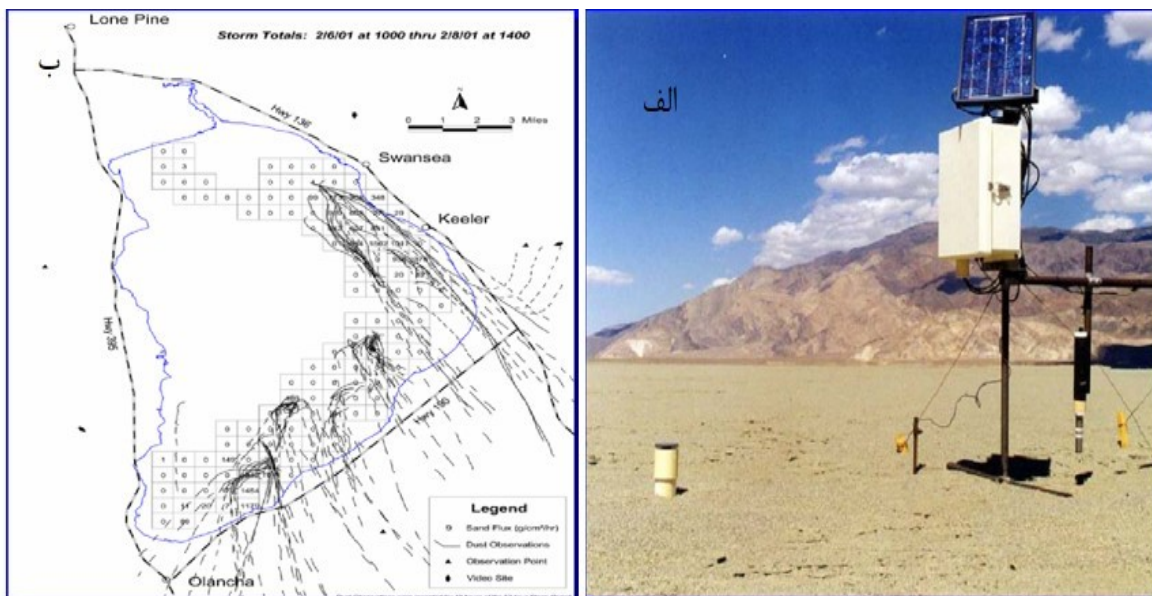
روش پوشش گراولی شامل استقرار لایه ای به ضخامت 10 سانتی متر از گراول درشت بر روی بستر دریاچه می باشد. در مناطقی که احتمال فرورفتن پوشش گراولی در خاک باشد، در زیر آن، لایه ای از ژئوتکستایل استفاده می شود. این لایه، لایه ای نفوذپذیر است که باعث حفظ پوشش گراولی در سطح زمین می شود. پوشش ژئوتکستال از نظر شیمیایی تحت تاثیر مواد اسیدی و قلیایی موجود در خاک نمی باشد. روش پوشش گراولی گرچه روشی گران قیمت است، اما مصرف آب در این روش صفر می باشد.

نتایج و بحث

براساس آمار موجود، از مجموع 4825 میلیون مترمکعب مصارف حوزه آبریز، 4291 میلیون متر مکعب آن در بخش کشاورزی ($9/88$ درصد)، $6/468$ میلیون مترمکعب در بخش شرب و بهداشت ($7/9$ درصد) و $2/68$ میلیون مترمکعب در بخش صنعت ($4/1$ درصد) می باشد. در حال حاضر در حوزه دریاچه ارومیه، مصرف آب برای تمام مصارف حوزه در حدود 70 درصد منابع آب تجدید پذیر می باشد. در هر کشوری زمانی که این میزان بالاتر از 40 درصد منابع تجدیدپذیر باشد، در مرز پرخطر قرار دارد. با صرفه جویی 40 درصد در مصرف آب کشاورزی، حدود 1700 میلیون مترمکعب آب در مصرف این بخش کاهش می یابد. در این حالت میزان آب قابل دسترس برای بخش کشاورزی 2590 میلیون مترمکعب خواهد بود و آب قابل دسترس برای همه مصارف حوزه 3124 میلیون مترمکعب خواهد بود که معادل 45 درصد منابع آب تجدیدپذیر خواهد بود. براساس آمار موجود، با وجود اینکه بخش کشاورزی حدود 90 درصد آب موجود در حوزه را مصرف می کند، سهم آن در تولید ناخالص داخلی حوزه آبریز در حدود 15 درصد می باشد که بسیار ناچیز است.

تجربه دشت اونز نشان داده است زمانی که سازمان آب و نیروی لس آنجلس اقدام به انتقال آب به شهر لس آنجلس کرد، برای تامین آب مورد نیاز خود، شروع به اجاره زمین های کشاورزی و خرید مراتع نمود. چنین اقداماتی منجر به آغاز جنگ های آب در دشت اونز در دهه های $1920-30$ گردید. بنابراین به نظر می رسد فشار وارد آوردن بر تعطیلی بخش کشاورزی در حوزه دریاچه ارومیه نه تنها مشکلی را حل نخواهد کرد بلکه مشکلات اجتماعی و اقتصادی بسیاری را موجب خواهد شد که ممکن است به مشکلی بزرگتر از خشک شدن دریاچه ارومیه تبدیل شوند. یکی از اقدامات ضروری برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی

حرکت به سوی کشاورزی دقیق^{۶۵} و کم نهاده^{۶۶} است. به عبارت دیگر شناسایی دقیق توان تولیدی اراضی برای محصولات با نیاز آبی کم و استفاده از سیستم های آبیاری قطره ای و تحت فشار از راهکارهای موثر در کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی و حتی افزایش تولید در واحد سطح می باشند.



شکل ۳- الف- دستگاه ژئومت برای اندازه گیری سرعت و جهت باد و ب- نقشه توزیع مکانی گردوغبارات در جهت باد

احیای دریاچه ارومیه کاری چندجانبه است که نیازمند مدیریت صحیح منابع آب و خاک از یک سو، و کنترل سطوح مستعد تولید گردوغبار از سوی دیگر است. اقدامات متعددی در خصوص کنترل اراضی مستعد فرسایش و تولید گردوغبار در دریاچه آونز صورت گرفته است. با توجه به نتایج اولیه ارائه شده توسط ستاد احیای دریاچه ارومیه، مساحتی در حدود ۲۸۰ کیلومتر مربع از اراضی اطراف دریاچه ارومیه مستعد تولید گردوغبار می باشند که مطمئناً این رقم در صورت انجام مطالعات دقیق تر به مقداری بسیار بیشتر خواهد رسید. این سطوح به دلیل اینکه مدت زمان زیادی از خشک شدن دریاچه ارومیه نمی گذرد شاید در حال حاضر تولید گردوغبار زیادی نمی نمایند، ولی با گذشت زمان، اثر باد و از بین رفتن پوشش گیاهی می توانند خطر بسیار جدی برای منطقه و کشور به حساب بیایند. تجربه کنترل گردوغبارات دریاچه آونز به عنوان یکی از بزرگترین پروژه های کنترل گردوغبار در دنیا می تواند به دست اندرکاران احیای دریاچه ارومیه در اتخاذ روش های صحیح کنترل گردوغبار کمک شایانی نماید.

در دریاچه آونز در طول غریب به دو دهه سه روش کنترلی بیش از بقیه پذیرفته شد و به مرحله اجرا در آمد، روش های غرقاب کم عمق، پوشش گراولی و کاشت گیاه. اینکه کدام یک از این روش ها در اراضی مستعد فرسایش بادی اطراف دریاچه ارومیه موثر واقع خواهد شد، جواب آسانی ندارد و نیازمند اجرای محلی و آزمون اثر بخشی روش ها میباشد. اما پیش از همه اینها، لازم است اطلاعات مربوط به مقدار رسوبات، جهت حرکت و شدت آنها با توجه به جهت و سرعت باد تعیین شود. در حوضه آونز از دستگاه های ژئومت به منظور ثبت داده های مربوط به گردوغبارات استفاده شده است و نقشه های مربوط به مقدار، سرعت و جهت حرکت رسوبات هر ساله تهیه می شوند (شکل ۳). براین اساس، مناطق در معرض خطر شناسایی شده و احیای مرحله ای اراضی اطراف دریاچه آونز براساس اولویت صورت می پذیرد. بنابراین در دریاچه ارومیه ابتدا لازم است اراضی مستعد فرسایش بادی و اراضی که با آوردن آب به بستر دریاچه همچنان خشک باقی خواهند ماند شناسایی شوند. سپس پایش ۲۴ ساعته تولید گردوغبار در این نواحی صورت بگیرد و در نهایت براساس درجه حساسیت به فرسایش اقدامات حفاظتی لازم صورت گیرد.

بنابراین درس آموخته هایی از دریاچه آونز که در احیای دریاچه ارومیه قابل استفاده اند به طور خلاصه عبارتند از: ۱- مدیریت مصرف آب در حوضه دریاچه ارومیه از طریق استفاده از روش های نوین کشاورزی دقیق؛ آبیاری تحت فشار و قطره ای؛ ارزیابی

^{۶۵} - Precision agriculture

^{۶۶} - Low input



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

اراضی و انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار با منطقه، با حداکثر عملکرد و حداقل مصرف آب؛ کنترل برداشت از چاه‌ها و نیز جلوگیری از توسعه بیشتر بخش کشاورزی؛ ۲- توسعه توریسم و گردشگری در منطقه؛ ۳- شناسایی مناطقی که بعد از اجرای برنامه ده ساله احیای دریاچه ارومیه همچنان بدون آب باقی خواهند ماند؛ ۴- شناسایی دقیق مناطق مستعد فرسایش بادی و تولید گردوغبار و نمک از طریق تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی منطقه؛ ۵- در اولویت قرار دادن سطوح پف کرده نمکی شناسایی شده در نقشه‌های ژئومورفولوژی و پایش ۲۴ ساعته تولید گردوغبار از این سطوح توسط دستگاه‌های ژئومت؛ ۶- تهیه نقشه مناطق مستعد تولید گردوغبار، شدت و جهت پراکنش آنها؛ ۷- اولویت‌بندی اراضی تولیدکننده گردوغبار و انجام اقدامات حفاظتی در این مناطق براساس میزان خطرآفرینی؛ ۸- انتخاب یکی از روش‌های حفاظتی پوشش گیاهی، غرقاب کم عمق یا پوشش گراولی مورد تایید و پذیرش در دریاچه آونز به عنوان روش کنترلی دریاچه ارومیه؛ ۹- شناسایی روش‌های جدید کنترل گردوغبارها هماهنگ با حوضه دریاچه ارومیه؛ ۱۰- شناسایی گونه‌های گیاهی بومی و شورپسند منطقه و کاشت آنها در مناطق حساس به فرسایش.

منابع

- GBUAPCD, ۲۰۰۳. Owens Valley PM₁₀ Planning Area Demonstration of Attainment State Implementation Plan- ۲۰۰۳ Revision. Great Basin Unifield Air Pollution Control District, Bishop, CA, November ۱۳, ۲۰۰۳.
- Gillette D.A., ۱۹۹۶. Saltating particles, playa, crust and dust aerosols at Owens (dry) Lake, California. Earth Surf. Proc. Land. ۲۱:۶۲۱-۶۳۹.
- Groeneveld D.P., Huntington J.I., and Barz D.D. ۲۰۱۰. Floating brine crusts, reduction of evaporation and possible replacment fresh water to control dust from Owens Lake bed, California.
- LADWP. ۲۰۰۹. Los Angeles Department of Water and Power. Annual Owens Valley Report, May ۲۰۰۹. <http://www.inyowater.org/> (accessed.۱۰.۰۹.۰۹).
- Nickling W.G., Luttmner C., Crawley D.M., Gillies J.A., and Lancaster N. ۲۰۰۱. Comparison of on- and off- lake PM₁₀ Dust Emissions at Owens Lake, CA, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Owens Lake Planning Committee. ۲۰۱۳. Owens Lake Master Plan, Planning Committee Review Draft. December ۲۰۱۳.

Abstract

Uromia Lake restoration is a complex process which needs to take into account all aspects, from environmental and social issues to international experiences of similar lakes around the world. The aim of this paper is to use experiences from the studies on Owens Lake in USA in controlling salty dust, originated from dried beds of Urmia Lake. Owens Lake is the main source of dust in USA and among billions of dollars spent on developing a best dust control method, three approved methods are shallow flooding, managed vegetation and gravel. Gravel blanket is the most expensive but with no water usage. Lessons from restoration plans-successes and failures- considering similarities and dissimilarities between Owens Lake and Urmia Lake can help decision makers to take fast, precise and effective actions.



هدایت هیدرولیکی اشباع خاکهای با درجات متفاوت آبگریزی

نسرین کریمیان شمس آبادی^۱، شجاع قربانی دشتکی^۲، سید حسن طباطبایی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاک دانشگاه شهرکرد
۳- دانشیار گروه آب دانشگاه شهرکرد و محقق گروه انتقال املاح و آلاینده ها دپارتمان خاک آب و علوم محیط زیست دانشگاه آریزونا آمریکا

چکیده

آبگریزی خاک باعث افزایش مقاومت خاک به تر شدن میگردد. این پژوهش به منظور بررسی هدایت هیدرولیکی اشباع خاکهای تحت آبگریزی متفاوت انجام شد. بدین منظور از نمونه خاکهایی که به واسطه‌ی اضافه شدن لجن فاضلاب آبگریز شدند به صورت ۳ تیمار بدون آبگریزی (بدون لجن فاضلاب)، آبگریزی جزئی (۵۰ درصد لجن فاضلاب) و آبگریزی قوی (۸۰ درصد لجن فاضلاب) استفاده گردید. آبگریزی خاک به روش مدت زمان نفوذ قطره آب به خاک (WDPT) و هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار افتان تعیین گردید. مطابق نتایج حاصله لجن فاضلاب تاثیر معنی داری بر WDPT و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک داشت. به صورتی که با افزایش درصد لجن فاضلاب، آبگریزی خاک افزایش یافت. همچنین هدایت هیدرولیکی اشباع تحت تاثیر تیمارهای لجن فاضلاب کاهش یافته و مقدار آن از ۱۹/۲ در تیمار شاهد به ۱۸/۱ در تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب رسید.

واژه های کلیدی: آبگریزی خاک، مدت زمان نفوذ قطره آب، هدایت هیدرولیکی اشباع

مقدمه

آبگریزی خاک یا قرار گرفتن آب روی سطح خاک بدون اینکه در آن نفوذ کند یک پدیده‌ی شناخته شده در خاکهای نقاط مختلف جهان میباشد (نوروزی و رمضان پور، ۱۳۹۰). پدیده‌ی آبگریزی باعث کاهش وابستگی خاک به آب میشود چرا که در یک دوره‌ی زمانی مشخص از چند ثانیه تا چند ساعت یا چندین روز در برابر مرطوب شدن مقاومت نشان میدهد (دبانو، ۱۹۸۱). دلیل اصلی آبگریزی خاک وجود مواد آبگریز آزاد شده توسط گیاهان مانند واکسها (ویلیس و هورن، ۱۹۹۲)، فعالیت قارچی (چائو و همکاران، ۲۰۱۲)، مواد آلی ناشی از میکروارگانیسمها (ریلینگ، ۲۰۰۵)، آتش سوزی (آری و همکاران، ۲۰۱۱) میباشد. آبگریزی خاک بر اثر پوشانده شدن سطح ذرات معدنی خاک بهوسیله‌ی ترکیبهای آبگریز ایجاد میشود. علاوه بر مواردی که خاک در آنها به طور طبیعی آبگریز است، حرارت بالا (ذوالفقاری و حاج عباسی، ۱۳۸۷)، آلاینده‌های نفتی (راسیا و همکاران، ۱۹۹۰)، آبیاری با پساب (آری و همکاران، ۲۰۱۱) و لجن فاضلاب (اجدا و همکاران، ۲۰۱۰) باعث ایجاد خاصیت دفع آب در خاک میگردد. لجن فاضلاب ماده آلی خاک را افزایش میدهد. اما به علت وجود ترکیبات آبگریز قابلیت مرطوب شدن را کاهش میدهد. کاربرد زیاد لجن فاضلاب به دلیل وجود مواد آبگریز از قبیل چربیها یا ترکیبات آمفیفیلک در آن قابلیت تر شدن خاک را کاهش میدهد (اوجدا و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج مطالعات رحیم خانی (۱۳۹۱) نیز نشان داد کاربرد مقادیر مختلف لجن فاضلاب شهری اثر معنی داری بر افزایش مدت زمان نفوذ قطره آب به داخل خاک دارد. خاکهای تیمار شده با لجن فاضلاب آبگریز شده و با افزایش میزان لجن فاضلاب، آبگریزی خاک نیز افزایش مییابد. نلسون و همکاران (۱۹۹۶) نیز بیان کردند افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش نگهداشت آب در رطوبت FC و PWP میشود. بیشترین درصد افزایش نگهداشت آب در تیمارهای با درصد لجن زیاد و بافت درشت مشاهده شد.

دفع آب خاک یا آبگریزی خاک، خیس خوردگی غیر یکنواخت خاک باعث کاهش نفوذ پذیری خاک میشود. بنابراین باعث افزایش سیلاب ناشی از باران های شدید و در نتیجه تشدید فرسایش می گردد. افزایش پراکنش ذرات خاک در اثر تشدید قطرات باران باعث افزایش رواناب سطحی و به موجب آن افزایش فرسایش خاک در مناطق شیب دار میشود. همچنین آبگریزی خاک باعث کاهش عناصر غذایی میشود. بنابراین مدیریت این خاکها و جلوگیری از توسعه آنها امری ضروری به شمار میآید (ایمنسون و همکاران، ۱۹۹۲). بازرکو و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند ویژگی های دافع آب خاک روز به روز در حال گسترش است و با گذشت زمان میتواند اکثر مناطق را فراگیرد. بنابراین این خاک باید به طور جدی مدیریت شوند. در غیر اینصورت خسارات زیان بار و جبران ناپذیری بر محصولات کشاورزی و محیط زیست به بار میآورد.

یکی دیگر از ویژگیهایی که آبگریزی بر آن تاثیرگذار است ویژگیهای هیدرولیکی خاک میباشد (دبانو، ۱۹۸۱). هدایت هدایت هیدرولیکی اشباع خاک از ویژگیهای مهم فیزیکی خاک میباشد که اطلاع از تغییرات مکانی و زمانی آن برای بهینه سازی مدیریت آب و خاک ضروری است (قانی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به اهمیت آبگریزی خاک و تاثیر آن که بر ویژگی های خاک از جمله هدایت هیدرولیکی اشباع خاک دارد، در این پژوهش به بررسی هدایت هیدرولیکی اشباع در خاکهای تحت آبگریزی متفاوت پرداخته شد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روشها

نمونه خاک از محوطه دانشگاه شهرکرد نمونه برداری و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلیمتری گذرانده شد و برخی از خصوصیات خاک از جمله جرم ویژه ظاهری به روش سیلندر (بلیک و هارتج، ۱۹۸۶)، pH خاک در سوسپانسیون ۱:۵ آب به خاک (توماس، ۱۹۹۶)، هدایت الکتریکی خاک با استفاده از دستگاه هدایت سنج، میزان مواد آلی بر اساس درصد کربن آلی خاک به روش والکی بلک (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶)، سدیم خاک با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بارافتان (باگرلو، ۲۰۰۷) اندازه گیری شد (جدول ۱). نمونه لجن فاضلاب نیز از تصفیه فاضلاب شهرکرد تهیه گردید (جدول ۲).

جدول ۱- برخی ویژگی های نمونه خاک مورد مطالعه

pH	EC (ds/m)	b (g/cm ³)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	OC (%)
۴۰/۷	۰/۳۰	۱۳/۱	۹/۳۲	۹۰/۵۳	۲۰/۱۳	۰/۹۰

جدول ۲- برخی ویژگیهای شیمیایی لجن فاضلاب شهری مورد استفاده

pH	Caco ₃ (%)	OC (%)	EC (ds/m)
۷/۶	۳۰/۳	۷۰/۲۶	۹۰/۳

در این پژوهش از لجن فاضلاب به منظور آبریز کردن خاک استفاده گردید. با استفاده از سطوح ۰، ۵۰ و ۸۰ درصد لجن فاضلاب، نمونه ها با ۳ درجه بدون آبریزی، آبریزی کم و آبریزی قوی تهیه شدند (باچرز و همکاران، ۲۰۰۰). برای اندازه گیری درجه آبریزی در خاک مورد مطالعه از روش زمان نفوذ قطره (WDPT) استفاده شد. بدین منظور ۳ قطره آب مقطر با استفاده از قطره چکان پزشکی بر روی سطح هر نمونه خاک قرار داده شد و مدت زمان نفوذ این قطرات با استفاده از کرنومتر اندازه گیری شد. در نهایت از الگوی دگر برای طبقه بندی آبریزی خاک استفاده شد. به این صورت که اگر WDPT کمتر از ۵ ثانیه باشد، خاک قابل مرطوب شدن، ۵ تا ۶۰ ثانیه خاک به طور جزئی آبریز، ۶۰ تا ۶۰۰ ثانیه خاک قویا آبریز، ۶۰۰ تا ۳۶۰۰ ثانیه خاک به شدت آبریز و بیشتر از ۳۶۰۰ ثانیه خاک بی نهایت آبریز می باشد (دبانو، ۱۹۸۱؛ دکر و ریتسما، ۱۹۹۴). نتایج این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول تجزیه واریانس (ANOVA) برای بررسی اثرات هر تیمار محاسبه و مقایسه میانگینها با استفاده از روش LSD فیشر در سطح احتمال ۰/۰۵. مورد و با استفاده از نرم افزار SAS (ورژن ۹) مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

در این پژوهش به منظور آبریز شدن خاک از لجن فاضلاب شهری با سطوح مختلف ۰، ۵۰ و ۸۰ استفاده شد. بر اساس الگوی طبقه بندی دکر و ریتسما (۱۹۹۴) تیمار بدون لجن فاضلاب (WDPT کمتر از ۲ ثانیه) آبدوست، تیمار با ۵۰ درصد لجن فاضلاب (WDPT کمتر از ۲۵ ثانیه) آبریز جزئی و تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب (WDPT ۶۰ ثانیه) آبریز قوی طبقه بندی شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار لجن فاضلاب بر WDPT (جدول ۳)، لجن فاضلاب شهری در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی دار و مثبتی بر آبریزی خاک داشت. به گونه ای که با افزایش لجن فاضلاب شهری، آبریزی خاک افزایش یافت. نتایج مطالعات رحیم خانی (۱۳۹۱) نیز نشان داد کاربرد مقادیر مختلف لجن فاضلاب شهری اثر معنی داری بر افزایش مدت زمان نفوذ قطره آب به داخل خاک دارد. با افزایش میزان لجن فاضلاب، آبریزی خاک نیز افزایش میابد. نلسون و همکاران (۱۹۷۹) نیز بیان کردند افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش نگهداشت آب در رطوبت fc و pwp میشود. بیشترین درصد افزایش نگهداشت آب به تیمارهای با درصد لجن زیاد و بافت درشت مربوط است. نور مهناد (۱۳۹۲) نیز در مطالعات به منظور آبریز کردن خاک از لجن استفاده کرد نتایج او نشان داد کاربرد زیاد لجن فاضلاب به دلیل وجود مواد آبریز از قبیل چربیها یا ترکیبات آمفیفیلک در آن باعث کاهش قابلیت مرطوب شدن خاک میگردد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب شهری بر مدت زمان نفوذ قطره آب به خاک (WDPT)

میانگین مربعات		درجه آزادی	
مقدار F	WDPT		لجن فاضلاب
۰/۳۶۳۳	۳۶۸۹	۲	خطا
	۰/۱/۱	۹	
	۴۴/۳	۱۱	ضریب تغییرات

نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵%



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک را نشان میدهد. این جدول بیانگر آن است که کاربرد لجن فاضلاب تاثیر معنیداری بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین هدایت هیدرولیکی اشباع (جدول ۵) بیشترین هدایت هیدرولیکی مربوط به تیمار بدون لجن فاضلاب و کمترین آن مربوط به تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب بود. به صورتی که در تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب هدایت هیدرولیکی اشباع ۱۰/۴۶ درصد و در تیمار با ۵۰ درصد لجن فاضلاب ۷۰/۳۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. مطابق نتایج بدست آمده یکی از مهمترین دلایل کاهش هدایت هیدرولیکی افزایش مقدار ماده آلی ناشی از لجن فاضلاب میباشد. میتوان بیان کرد افزایش شوری خاک باعث پراکنده شدن ذرات و کاهش هدایت هیدرولیکی خاک شد (اپستین، ۱۹۷۵).

هرچه غلظت املاح در آب خاک کمتر و مقدار سدیم قابل تبادل بیشتر باشد، کاهش هدایت هیدرولیکی افزایش مییابد. وجود ذرات معدنی و آلی در لجن فاضلاب ممکن است باعث انسداد خلل و فرج خاک به خصوص در لایه‌های سطحی خاک شود. این امر میتواند باعث کاهش میزان نفوذ آب به درون خاک و هدایت هیدرولیکی خاک شود (رحیم خانی، ۱۳۹۱). بررسی نیبر و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد خاکهای آبریز شده با محلول oc tadelcyltrichlorasilane هدایت هیدرولیکی بالاتری نسبت به خاکهای آبدوست داشتند.

اپستین (۱۹۷۵) تاثیر لجن فاضلاب بر برخی خواص فیزیکی خاک را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که کاربرد لجن، ابتدا هدایت هیدرولیکی خاک را افزایش میدهد ولی ۵۰ تا ۸۰ روز پس از استفاده از لجن فاضلاب هدایت هیدرولیکی کاهش یافته و با مقدار آن در خاک شاهد برابر میشود. اپستین (۱۹۷۵) بیان نمود افزایش هدایت هیدرولیکی در اثر افزودن لجن فاضلاب در خاکهای رسی چشمگیرتر است. آنچه تعیین کننده میزان تداوم اثر لجن فاضلاب بر هدایت هیدرولیکی است مقدار لجن فاضلاب اضافه شده به خاک است. لووی و همکاران (۱۹۹۹) طی مطالعات خود در بررسی اثر اندازه اجزای جامد در پسابهای آلی، بیان نمودند وجود مقادیر ماده آلی سبب کاهش هدایت هیدرولیکی گردید، نتایج آنها نشان داد که در مقادیر کم ماده آلی غلظت الکترولیت و ترکیبات آن باعث تغییر ویژگیهای هیدرولیکی خاک و کاهش هدایت هیدرولیکی میگردد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب شهری بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک میانگین مربعات

درجه آزادی	Ks	pr>f
۲	۰۸۵/۱	< .۰۰۰۱
۹		.۰۰۰۰۵
۱۱		

% نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵*

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر لجن فاضلاب شهری بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک سطح لجن فاضلاب

هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتیمتر بر ساعت)	سطح لجن فاضلاب
۱۹/۲	a
۴۵/۱	b
۱۸/۱	c

حروف متفاوت نشان دهنده معنی‌دار بودن به روش LSD در سطح احتمال ۵%

منابع

ذوالفقاری، ع.ا. و حاج عباسی، م. ۱۳۸۷. تاثیر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبریزی خاک در مراتع فریدون شهر و جنگلهای لردگان. مجله آب و خاک علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۲، صفحات ۲۶۲-۲۵۱.
 رحیم خانی، ی. ۱۳۹۱. کارایی منحنی رطوبتی اندازه گیری شده با دستگاه صفحات فشاری برای شبیه سازی حرکت آب در خاک آبریز. پایان نامه گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.
 قانی، ف. طباطبایی، س.ح. شاپان نژاد، م. و قربانی دشتکی، م. ۱۳۹۱. مقایسه ۴ روش اندازه‌گیری درجات هدایت آبی اشباع خاک. مجله مهندسی منابع آب، سال پنجم.



- نوروزی، م. و رمضان پور، ح. ۱۳۹۱. اثرات سیلاب و آتش سوزی بر برخی از ویژگیهای خاک جنگل لاکان در گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، شماره ۶۱.
- نورمهند، ن.، طباطبایی، س.ح.، نوری امامزاده ای، م.ح. و قربانی دشتکی، ش. ۱۳۹۲. تعیین منحنی رطوبتی و پارامترهای معادله ون گنوختن در خاک های آبدوست و آبگریز شده در اثر حرارت. مجله پژوهش های (علوم خاک و آب)، جلد ۲۷، شماره ۴.
- Arye G., Tarchitzky J. and Chen Y. ۲۰۱۱. Treated wastewater effects on water repellency and soil hydraulic properties of soil aquifer treatment infiltration basins. *Journal of Hydrology*, ۳۹۷: ۱۳۶-۱۴۵.
- Bagarello V. and Sgroi A. ۲۰۰۷. Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydraulic conductivity at the surface of a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*, ۹۴: ۲۸۳-۲۹۴
- Bauters T.W.J., Steenhuis T.S., Dicarolo D.A., Nieber J.L., Dekker L.W., Ritsema C.J. and Parlange, J.Y. ۲۰۰۰. Physics of water repellent soils. *Journal of Hydrology*, ۲۳۱-۲۴۳.
- Blake G.R. and Hartge K.H. ۱۹۸۶. Bulk Density. In: Klute, A (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part ۱. ۲nd ed. Agron. Monoger. ۹. ASA. Madison. WI: PP. ۳۶۳-۳۷۵.
- Buczko U., Bens O. and Durner W. ۲۰۰۶. Spatial and temporal variability of water repellency in a sandy soil contaminated with tar oil and heavy metal. *Journal of Contaminant Hydrology*, ۸۸: ۲۴۹-۲۶۸.
- Burch G.J., Moor J.D. and Burns J. ۱۹۸۷. Soil hydrophobic effects on infiltration and catchment runoff. *Hydrological Processes*, ۳: ۲۱۱-۲۲۲.
- Chau H.W., Goh YK., Vujanovic V. and Si B.C. ۲۰۱۲. Wetting properties of fungi mycelium alter soil infiltration and soil water repellency in a sterilized wettable and repellent soil. *Fungal Biology*, DOI: ۱۰.۱۰۱۶/ j.funbio. ۲۰۱۲.۰۰۴.
- DeBano L.F. ۱۹۸۱. Water repellent soils: a state-of-the-art. Gen. Technical Report PSW-۴۶. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. ۲۱ p.
- Dekker L.W. and Ritsema C.G. ۱۹۹۴. How water moves in a water repellent sandy soil. ۱. Potential and actual water repellency. *Water Resources Research*, ۳۰: ۲۵۰۷-۲۵۱۷.
- Epstein E. ۱۹۷۵. Effect of Sewage Sludge on some soil physics properties. *Journal of Environ. Qual*, ۴(۱), ۱۳۹-۱۴۲.
- Imenson A.C., Vertraten J.M., Van Mullingen E.J. and Sevink J. ۱۹۹۲. The effects of fire and water repellency on infiltration and runoff under Mediterranean type forests. *Catena*, ۱۹: ۳۴۵-۳۶۱.
- Morel J.L., Guckert A. and Sedogo, M. ۱۹۷۸. Effects of spreading urban residue sludges on the physical state the soil. *Bulletin de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique et des Industries Alimentaires*; ۲۰: ۱۳-۲۰.
- Nelson D.W. and Summers L.E. ۱۹۹۶. Total carbon organic carbon and organic matter. In: D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part ۳, chemical methods. Soil Science Society of America Madison Wisconsin, ۹۶۱-۱۰۱۰.
- Ojeda G.S., Mattana Alcaniz J.M., Marando G., Bonmati M., Woche S.K. and Bachmam J. ۲۰۱۰. Wetting Process and Soil Water retention of a minesoil amended with composted and thermally dried sludges. *Geoderma*, ۱۵۶: ۳۹۹-۴۰۹.
- Rasiah V., Voroney R.P., Groenvelet and Kachanoski P.H. ۱۹۹۰. Modifications in soil water retention and hydraulic conductivity by an oily waste. *Cremlingen*, Vol. ۳: ۳۶۷-۳۷۲.
- Rillig M.C. ۲۰۰۵. A connection between fungal hydrophobins and soil water repellency? *Pedobiologia*, ۴۹: ۳۹۵-۳۹۹.
- Thomas G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: *Method of Soil Analysis*. Part ۳, chemical methods. Soil Science Society of America Madison Wisconsin, ۴۷۵-۴۹۰.

Abstract

Water repellency reduces the hydrophobic of soil. The objective of this study was to investigate the hydraulic Conductivity of soils under different water repellency. Therefore, three levels of water repellency (zero, weak and strong) syntetically made in a silty clay loam soil by adding urban sewage sludge. water repellency were determined with water drop penetration time (WDPT) method. Then, Hydraulic Conductivity were measured. Results showed a positive relationship between urban sewage sludge and WDPT. A negative relationship between urban sewage sludge and hydraulic conductivity was observed.



تأثیر ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک در واحدهای ژئومرفولوژی بادی گوناگون در بخشی از دشت رفسنجان بر پایداری خاک‌دانه‌ها

ایرج کوچمی ساردو^۱، علی اصغر بسالت پور^۱، حسین بشری^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

اثر ذرات فرساینده همراه با باد بر شدت و میزان برداشت ذرات خاک و بنابراین فرسایش بادی مؤثر می‌باشد که این فرایند به صورت مستقیم به پایداری خاک‌دانه‌ها وابسته است. در این پژوهش اثر برخی از ویژگی‌های خاک (ماده‌ی آلی، آهک، شن، سیلت، رس، درصد اجزاء شن، نسبت جذب سدیم، چگالی ظاهری و ضریب چسبندگی) بر پایداری خاک‌دانه‌ها در حالت خشک در ۹۰ نمونه برداشت‌شده از ۱۰ واحدهای ژئومرفولوژی بادی موجود در بخشی از دشت رفسنجان بررسی شد. نتایج نشان داد که درصد رس بیش‌ترین اثر را بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها در واحدهای ژئومورفیک بادی مورد مطالعه دارد ($R^2=94/0$). پس از میزان رس، ضریب چسبندگی خاک با ضریب تبیین ۸۹/۰ دارای بیش‌ترین اثر بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها بود. ضریب تبیین برای دو پارامتر چگالی ظاهری و نسبت جذب سدیم، منفی بود که نمایان‌گر اثر منفی این دو پارامتر بر پایداری خاک‌دانه‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، MWD، الک خشک، ویژگی‌های خاک

مقدمه

فرسایش بادی یکی از مهم‌ترین عوامل بر هم خوردن تعادل اکوسیستم‌های بیابانی است که تخریب و نابودی آن‌ها را به دنبال دارد. باد به علت نیروی قوی و عملکرد در سطح وسیع و نیز نامساعد بودن شرایط مناطق خشک و بیابانی از نظر پوشش گیاهی سبب می‌شود که میزان فرسایش و رسوب‌گذاری در چنین مناطقی گاه تا چندین برابر فرسایش آبی باشد (رفاهی، ۱۳۸۷). از آنجا که فرسایش بادی مهم‌ترین عوامل در هدررفت خاک سطحی، ماده آلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است بنابراین فرسایش بادی نقش تخریب‌کننده قوی در تخریب ساختمان خاک و عدم پایداری آن دارد (مروتی شریف آباد، ۱۳۸۰). ذرات اولیه خاک در اثر عواملی از قبیل رس‌ها، کربنات‌ها، اکسیدهای آهن و آلومینیوم، مواد آلی، به ندرت به طور منفرد و جدا از هم یافت می‌شوند. در واقع عوامل گفته‌شده، ذرات اولیه را به هم پیوند داده و طی فرایندی پیچیده و تحت تأثیر عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی، ذرات ثانویه شکل می‌گیرند که ساختمان خاک نامیده می‌شود. به بیان دیگر خاک‌دانه‌ها، ذرات ثانویه‌ای هستند که در اثر هم‌آوری ذرات اولیه رس، سیلت و شن به همراه مواد آلی و عوامل سیمانی و اتصال دهنده تشکیل می‌شوند (برونیک و لال، ۲۰۰۵). مطالعه هاگن (۱۹۹۱) نشان داد که تلفات ناشی از سایش سطحی خاک با انرژی جنبشی برخورد ذرات ساینده در واحد سطح متناسب بوده و خاک‌دانه‌های بزرگ باعث ایجاد ناحیه محافظت‌شده می‌گردد. بنابراین شدت تلفات خاک در اثر سایش می‌تواند با نرخ فرسایش خاک‌دانه‌های بزرگ کنترل شود زیرا لایه محافظ زره مانند را فراهم می‌نماید. رایس و همکاران (۱۹۹۹) بیان نمودند که شدت فرسایش بادی به توزیع انرژی وارده بر سطح توسط ذرات خزشی وابسته است. نتایج ایشان نشان داد که پرش ذرات حتی در سرعت‌های متوسط باد هم می‌تواند خاک‌دانه‌های ضعیف را خرد نماید و بنابراین شدت فرسایش به شکل و توزیع ذرات بستگی دارد.

ویژگی‌های گوناگونی چه مربوط به خاک و چه مربوط به شرایط محیطی، بر ساختمان خاک و پایداری آن اثرگذارند. لی‌بی سونیاس (۱۹۹۶) و ترنان و همکاران (۱۹۹۶) از رس خاک به عنوان یک هم‌آورکننده ذرات در خاک نام بردند. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش مقدار رس خاک، پایداری ساختمان خاک افزایش می‌یابد. رازبا و کی (۱۹۹۴) دریافتند که پایداری خاک‌دانه‌ها در برابر تنش‌های ناشی از الک تر با افزایش مقدار رس خاک افزایش می‌یابد. ایشان گزارش کردند که رس به عنوان عامل مهمی در پیوند دادن ذرات اولیه خاک به همدیگر و تشکیل خاک‌دانه‌ها عمل می‌کند.

مواد آلی در خاک باعث چسبیدن ذرات به همدیگر شده و به پایداری بیشتر خاک‌دانه‌ها کمک می‌کند. یکی از مهم‌ترین عوامل خاک‌دانه‌سازی و پایداری خاک‌دانه، ماده آلی است (انگروز، ۱۹۹۸).

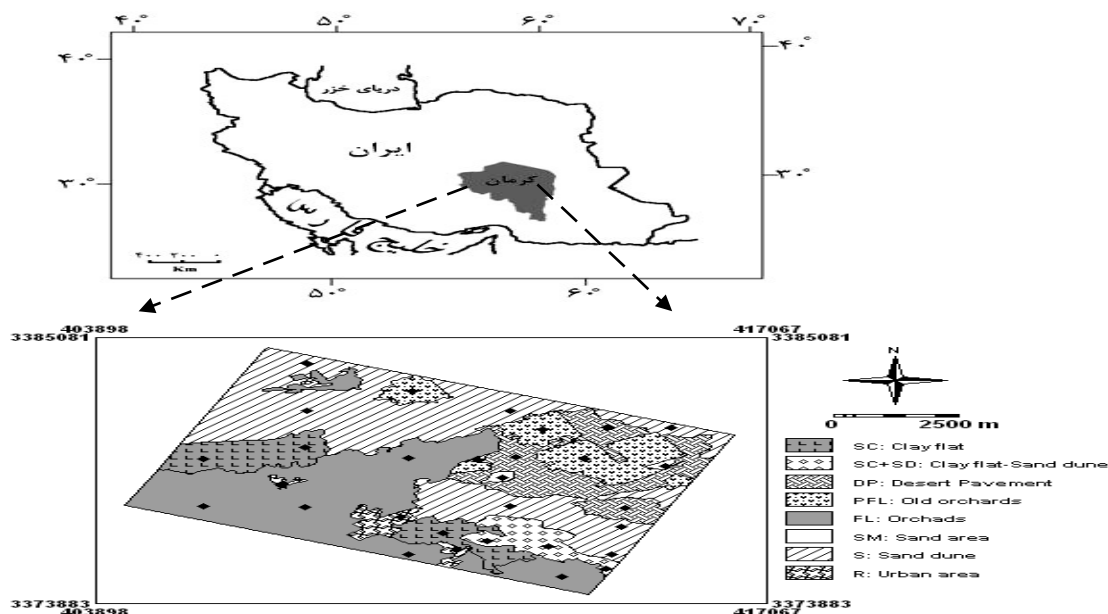
تأثیر مثبت کربنات کلسیم بر پایداری ساختمان خاک توسط بن هور و همکاران (۱۹۸۵) گزارش شده است. آن‌ها مقادیر متفاوتی از کربنات کلسیم را به خاک‌های مختلف افزوده و به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان کربنات کلسیم خاک، پایداری خاک‌دانه‌ها افزایش می‌یابد. هیل و اسپوزیتو (۱۹۹۵) مشاهده کردند که افزایش غلظت یون کلسیم در محلول الکترولیت خاک باعث کاهش پراکنش ذرات رس خاک می‌شود. نادلر و همکاران (۱۹۹۶) نتیجه گرفتند که افزودن کربنات کلسیم به خاک‌های سدیمی از طریق آب آبیاری منجر به بهبود و افزایش پایداری ساختمان آن‌ها، در اثر جایگزینی یون کلسیم با سدیم می‌شود. تأثیر

مثبت انحلال کلسیت بر پایداری ساختمان خاک نیز در خاک‌های آهکی توسط آلپروویچ و همکاران (۱۹۸۱) گزارش شده است. آن‌ها نشان دادند که کلسیم تا حد زیادی در کاهش پراکنش رس‌ها موثر است. بر اساس آن چه که بیان گردید، پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک از عواملی مهمی است که بر کنترل سایش سطحی ذرات و بنابراین فرسایش بادی خاک اثر مستقیم دارد. از آن جا که درک فرآیند فرسایش بادی از نظر طراحی سیستم‌های مناسب کنترل آن امری ضروری بوده و به منظور اجرای موفق برنامه‌های حفاظت خاک، مطالعه دقیق عوامل مؤثر بر سیستم فرسایش بادی الزامی است و با توجه به اهمیت و نقش پایداری خاکدانه‌های خشک در کنترل فرسایش پذیری خاک، این پژوهش در راستای ارزیابی تأثیر ویژگی‌های گوناگون خاک بر پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک در واحدهای گوناگون ژئومورفیک بادی انجام شد که در راستای فعالیت‌های حفاظت خاک، می‌تواند بسیار مثمر ثمر واقع گردد.

مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه، دشت داوران ($45^{\circ} 00' 56''$ تا $45^{\circ} 07' 09''$ طول شرقی و $30^{\circ} 30' 36''$ تا $30^{\circ} 35' 00''$ عرض شمالی) واقع در ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان رفسنجان با مساحتی معادل ۳۷۶۵ هکتار می‌باشد که در داخل محدوده کانون بحرانی لاهیجان (یکی از ۴ کانون بحرانی فرسایش بادی در دشت رفسنجان) قرار دارد. دشت داوران به واسطه حاکم بودن شرایط کویری که ناشی از تأثیرات اقلیم نامناسب از جمله تبخیر بسیار بالا، بارندگی کم (کم‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر در کل شهرستان و ۶۰ میلی‌متر در مناطق دشتی)، پراکنش نامنظم بارندگی، درجه حرارت مطلق ۴۰ درجه، رطوبت نسبی پایین، طولانی بودن فصل خشک و اختلاف زیاد بین دمای شب و روز و نیز فشار چرای دام در این مناطق، فقر شدید پوشش گیاهی در شهرستان و به ویژه دشت داوران را به همراه داشته است و منجر به تخریب خاک و فرسایش شدید بادی تا حد تشکیل تپه‌های شنی در برخی از مناطق از جمله منطقه داوران (محدوده مورد مطالعه) و هم‌چنین گسترش کویرهای نمک، شن و ریگ شده است.



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه و واحدهای ژئومورفولوژی بادی موجود در آن

۲.۲. نمونه‌برداری و اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک

به منظور تعیین نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه از رخساره‌های ژئومورفولوژی بادی به عنوان واحد کاری استفاده شد. سپس با توجه به مساحت، توپوگرافی، پوشش گیاهی و موقعیت راه‌ها در هر رخساره، به طور میانگین سه نقطه نمونه‌برداری با سه تکرار در هر رخساره تعیین گردید (شکل ۱). نمونه‌ها از عمق صفر تا ۵ سانتی‌متر سطح خاک برداشت شد و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. ماده‌ی آلی خاک به روش والکی و بلاک (Nelson and Sommers, ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون برگشتی (Nelson, ۱۹۸۲)، اجزاء بافت خاک به روش پیپت (Gee and Bauder, ۱۹۸۶) و درصد اجزاء شن در اندازه‌های گوناگون با عبور سوسپانسیون آب و خاک از الک‌های ۴، ۲، ۱، ۵/۰ و ۲۵/۰ میلی‌متر تعیین شدند. نسبت جذب سدیم با استفاده از روش فلیم‌فتمتری و چگالی ظاهری با استفاده از استوانه فلزی اندازه‌گیری گردید. ضریب چسبندگی با استفاده از فرمول ارائه‌شده



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

توسط شیاتی و همکاران، برای هر کدام از نمونه‌های خاک محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری پایداری خاک‌دانه‌ها نیز ابتدا خاک هوا خشک شده (بدون کوبیدن) از الک ۸ میلی‌متری عبور داده شد و سپس از سری الک‌ها و دستگاه الک چرخان استفاده گردید. سری الک‌های مورد استفاده شامل الک‌های به قطر ۴، ۲، ۱، ۵/۰، ۲۵/۰ و ۰۵/۰ (مطابق با استاندارد ASTM) بود. چون خاکی مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران دارای پایداری ساختمانی نسبتاً تا ضعیفی می‌باشند انتخاب زمان‌های کوتاه تکان دادن الک‌ها مفید و مناسب می‌باشد (خزائی و همکاران، ۱۳۸۷). به همین علت در این پژوهش زمان تکان دادن الک‌ها برای هر نمونه خاک ۲ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از پایان زمان تکان دادن، خاک‌دانه‌های باقی‌مانده روی هر الک، جمع‌آوری و پس از خشک‌نمودن در آون، وزن شدند. چون ممکن بود ذرات اولیه درشت (سنگریزه و شن) در اندازه خاک‌دانه‌ها وجود داشته باشند تصحیح‌شن نیز انجام شد و پایداری خاک‌دانه‌ها محاسبه شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ و ۲، ماتریس همبستگی ایجاد شده بین ویژگی‌های خاک مورد مطالعه با پایداری خاک‌دانه‌ها در واحدهای ژئومورفولوژی بادی گوناگون را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۲، مشخص است که همبستگی بین بسیاری از ویژگی‌های خاک مورد مطالعه با پایداری خاک‌دانه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. برای بررسی میزان اثر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها از روش مقایسه ضریب تبیین استفاده شد (جدول ۱).

جدول (۱): ماتریس همبستگی ایجاد شده بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نسبت جذب سدیم	چگالی ظاهری	چسبندگی	درصد آهک	ماده آلی	درصد رس
-۱۶۰/۰	۸۹۴/۰	۶۴۵/۰	۷۷۶/۰	۹۴۲/۰	پایداری خاک‌دانه‌ها
-۲۱۷/۰	۸۸۴/۰	۶۹۷/۰	۶۹۵/۰	۰۰۰/۱	درصد رس
۰۹۵/۰	۶۲۷/۰	۲۶۶/۰	۰۰۰/۱	۶۹۵/۰	ماده آلی
-۲۴۲/۰	۶۶۷/۰	۰۰۰/۱	۲۲۶/۰	۶۹۷/۰	درصد آهک
-۹۱۴/۰	۰۰۰/۱	۶۶۷/۰	۶۲۷/۰	۸۸۴/۰	چسبندگی
-۳۳۳/۰	-۱۴۲/۰	-۰۷۰/۰	-۱۱۰/۰	-۰۶۲/۰	چگالی ظاهری
۰۰۰/۱	-۱۴۷/۰	-۲۴۲/۰	۰۹۵/۰	-۲۱۷/۰	نسبت جذب سدیم

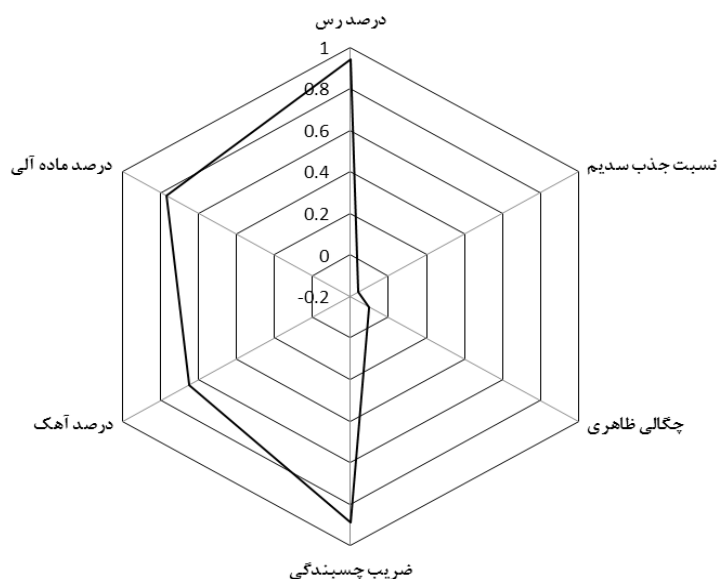
پایداری خاک‌دانه‌ها دارای رابطه معنی‌داری در سطح ۱ آماری با ویژگی‌هایی هم‌چون درصد رس، درصد ماده آلی، درصد آهک و ضریب چسبندگی بود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج نشان داد که ضریب تبیین برای پارامتر درصد رس نسبت به ضریب تبیین سایر پارامترها بالاتر بود ($r^2=۰.۹۴$)، که بیان‌گر آن است که درصد رس بیش‌ترین اثر را بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها در واحدهای ژئومورفیک بادی مورد مطالعه، دارد. دلیل این امر را می‌توان به نقش هم‌آورکننده ذرات رس دانست چراکه ذرات رس با پیوند دادن ذرات اولیه خاک به یکدیگر و تشکیل خاک‌دانه‌ها، نقش چشمگیری در پایداری خاک‌دانه‌ها و تشکیل ساختمان خاک دارند (برونیک و لال، ۲۰۰۵). ویژگی دیگری که بیش‌ترین اثر را بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها داشت، ضریب چسبندگی خاک با ضریب تبیین ۸۹/۰ بود. دلیل بالا بودن اثر چسبندگی بر پایداری خاک‌دانه‌ها را می‌توان به ذرات رس ارتباط داد چرا که در تعیین چسبندگی، مقدار ذرات رس نقش تعیین‌کننده‌ای دارند به عبارت دیگر مقدار چسبندگی از میزان ذرات رس اثر می‌پذیرد و بنابراین هر چه مقدار رس خاک بیش‌تر باشد، چسبندگی نیز بیش‌تر شده و بنابراین پایداری خاک‌دانه‌ها نیز افزایش می‌یابد.

جدول (۲): ماتریس همبستگی ایجاد شده بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نسبت جذب سدیم	چگالی ظاهری	چسبندگی	درصد آهک	ماده آلی	درصد رس
<ns>۳۳۶/۰	<ns>۰۰۱/۰	<ns>۰۰۱/۰	<ns>۰۰۱/۰	<ns>۰۰۰/۰	پایداری خاک‌دانه‌ها
<ns>۵۸۸/۰	<ns>۰۰۱/۰	<ns>۰۰۱/۰	<ns>۰۰۰/۰	-	درصد رس
<ns>۳۰۰/۰	<ns>۰۰۱/۰	<ns>۰۱۵/۰	<ns>۰۰۰/۰	<ns>۰۰۰/۰	ماده آلی
<ns>۵۱۰/۰	<ns>۰۰۱/۰	-	<ns>۰۱۱/۰	<ns>۰۰۰/۰	درصد آهک
<ns>۱۸۳/۰	-	<ns>۰۰۰/۰	<ns>۰۰۰/۰	<ns>۰۰۰/۰	چسبندگی
-	<ns>۱۸۳/۰	<ns>۵۱۰/۰	<ns>۳۰۰/۰	<ns>۵۸۸/۰	چگالی ظاهری
<ns>۰۰۱/۰	<ns>۱۶۸/۰	<ns>۰۲۲/۰	<ns>۳۷۴/۰	<ns>۰۴۰/۰	نسبت جذب سدیم

پس از این دو ویژگی (درصد ذرات رس و ضریب چسبندگی)، ماده آلی خاک اثر زیادی بر پایداری خاک‌دانه‌ها داشت. مواد آلی در خاک باعث چسبیدن ذرات به همدیگر شده و به پایداری بیشتر خاک‌دانه‌ها کمک می‌کند. در واقع یکی از مهم‌ترین عوامل خاک‌دانه‌سازی و پایداری خاک‌دانه‌ها، ماده آلی است (هیل و اسپوزیتو، ۱۹۹۵). علت معنی‌دار بودن اثر درصد آهک بر پایداری خاک‌دانه‌ها، به نقش سیمان‌کنندگی آن ارتباط دارد که باعث اتصال ذرات اولیه خاک به هم می‌شود (نادلر و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین افزایش غلظت یون کلسیم در محلول الکترولیت خاک باعث کاهش پراکنش ذرات رس خاک می‌شود پایداری بیشتر خاک‌دانه‌ها را به دنبال دارد (هیل و اسپوزیتو، ۱۹۹۵).

ضریب تبیین برای دو پارامتر چگالی ظاهری و نسبت جذب سدیم، منفی بود که این بدین معنی است که این دو پارامتر اثر معکوس بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها دارند و با افزایش این دو پارامتر پایداری خاک‌دانه‌ها کاهش می‌یابد. در واقع سدیم به دلیل دارا بودن شعاع هیدراته خیلی بزرگ، باعث دور شدن کلوئیدها و ذرات خاک می‌شود و در نتیجه خاک‌دانه‌ای شکل نخواهد گرفت. به بیان دیگر سدیم باعث دیسپرس شدن ذرات خاک شده و ساختمان خاک را به هم می‌ریزد (هیل و اسپوزیتو، ۱۹۹۵). پارامتر دیگر که بر پایداری خاک‌دانه‌ها اثر منفی دارد چگالی ظاهری است که در واقع افزایش چگالی ظاهری یا تراکم خاک خود باعث تخریب ساختمان خاک و خاک‌دانه‌ها می‌شود و پایداری آن‌ها را کاهش می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد که اثر دو پارامتر چگالی ظاهری و نسبت جذب سدیم بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها معنی‌دار نشد که علت معنی‌دار نشدن اثر این دو پارامتر را به تغییرات اندک و ناچیز این دو پارامتر در واحدهای کاری و نمونه‌های خاک بیان نمود و تغییرات این دو پارامتر در واحدهای کاری به حدی نبود که معنی‌دار شدن همبستگی آن‌ها را با پایداری خاک‌دانه‌ها به دنبال داشته باشد ولی اثر منفی این دو پارامتر بر روی پایداری خاک‌دانه‌ها نشان داده شد.



شکل (۲): ضریب تبیین بین پایداری خاک‌دانه‌ها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

منابع

- خزائی، ع.، مصدقی، م. و محبوبی، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی پایداری ساختمان در ۲۱ سری از خاک‌های استان همدان به روش الک تر و رابطه آن با برخی از ویژگی‌های خاک. مجله آب، خاک و گیاه، جلد هشتم، شماره ۱، صفحه‌های ۱۷۱ تا ۱۸۰.
- رفاهی، ح. ۱۳۸۷. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.
- مرروتی شریف آباد، ا. ۱۳۸۰. مطالعه‌ی رابطه‌ی فرسایش پذیری خاک سطحی توسط باد با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در منطقه رودشت اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Alperovitch N., Shainberg I. and Keren R. ۱۹۸۱. Specific effect of magnesium on the hydraulic conductivity of sodic soils. *Journal of Soil Science*, ۳۲: ۵۴۳-۵۵۴.
- Angers D.A. and Carter M.R. ۱۹۹۸. Aggregation and organic matter storage in cool, humid agriculture soils. In: Carter, M. R., and B. A. Stewart (Eds). *Structure and organic matter storage in agriculture soils. advance in soil science*. Lewis Publishers, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, Pp. ۱۹۳-۲۱۱.



- Ben-Hur M., Shainberg, Bakker I.D. and Keren R. ۱۹۸۵. Effect of soil texture and CaCO₃ content on water infiltration in crusted soils as related to watersalinity. *Irrig. Sci.*, ۶: ۲۸۱-۲۸۴.
- Bronick G.J. and Lal R. ۲۰۰۵. Manuring and rotation effect on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils northeastern Ohio, USA. *Soil Till., Res*, ۸۱: ۲۳۹-۲۵۲.
- Green C.H., Arnold J.G., Williams J.R., Haney R. and Harmel R.D. ۲۰۰۷. Soil and water assessment tool hydrologic and water quality evaluation of poultry litter application to small scale sub watershed in texas. T., *ASABE*, ۵۰: ۴. ۱۱۹۹-۱۲۰۹.
- Hagen L.J. ۱۹۹۱. Wind erosion mechanics: Abrasion of aggregated soil. *Transaction of the ASAE*, Vol. ۳۴(۴): ۸۳۱-۸۳۷.
- Heil D. and Sposio G. ۱۹۹۵. Organic matter role in illitic soil colloids flocculation. *Soil science society journal*, ۵۹: ۲۶۶-۲۶۴.
- Le Bissonnais Y. ۱۹۹۶. Soil characteristics and aggregate stability. In: Agassi, M. (Ed). *Soil erosion, conservation, and rehabilitation*. Marcel Dekker, Inc. New York Pp. ۴۱-۶۰.
- Nadler A., Levey G.J., Keren R. and Eisenberg H. ۱۹۹۶. Sodic calcareous soil reclamation as affected by water chemical composition and flow rate. *Soil Science Society Journal*, ۶۰: ۲۵۲-۲۵۷.
- Rasiah V. and Kay B.D. ۱۹۹۵. Characterizing rate of wetting: Impact on structural destabilization. *Soil Sci.* ۱۶۰: ۱۷۶-۱۸۲.
- Rice M.A., McEwan J.K. and Mullins C.E. ۱۹۹۹. A conceptual model of wind erosion of soil surfaces by saltating particles. *Earth Surface Processes and Landforms*, Volume ۲۴ Issue ۵, Pages ۳۸۳ - ۳۹۲.
- Ternan J.L., Williams A.G., Elmes A. and Hartley R. ۱۹۹۶. Aggregate stability of soils in central Spain and the role of land management. *Earth Surface Processes and Landforms*, ۲۱: ۱۸۱-۱۹۳.

Abstract

Inclusion of erosive particles in wind affects the capacity and severity of soil particle detachment and thus wind erosion. This process is directly related to soil aggregate stability. In this study, the effect of some soil properties (i.e., soil organic matter, calcium carbonate equivalent, sand, silt, clay, sand fractions, sodium absorption ratio, bulk density, and adhesion coefficient) on dry aggregate stability of ۹۰ soil samples obtained from ۱۰ wind geomorphological units in a part of Rafsanjan plain was investigated. The results showed that the percentages of clay had the greatest effect on aggregate stability in the investigated wind geomorphological units ($R^2=0.94$). After that, the adhesion coefficient had the highest impacts on the aggregate stability with a determination coefficient of ۰.۸۹. A negative coefficient of determination obtained for the bulk density and sodium absorption ratio obtained indicating vice versa effects of these parameters on aggregate stability.



عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم با استفاده از پلیمر سوپر جاذب ۲۰۰A

ثریا بندک ۱، سید علیرضا موحدی نائینی ۲، ابراهیم زینلی ۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- دانشیار گروه خاک شناسی دانشکده آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- دانشیار گروه زراعت دانشکده تولیدات گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده بهینه از آب در ایران ضروری است. اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری فنون پیشرفته به منظور حفظ و ذخیره رطوبت خاک، افزایش گنجایش نگه داشت آب و جلوگیری از نفوذ عمقی از راه کارهای مؤثر برای افزایش کارایی مصرف آب و بهبود بهره برداری از منابع آب کشور است. استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب روشی مناسب برای نگهداری آب و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک است. در این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر روی عملکرد گندم دیم آزمایش در قالب طرح آماری اسپلیت پلات با چهار تکرار طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه شماره ۱ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این آزمایش کرت اصلی با پتاسیم و بدون پتاسیم و کرت‌های فرعی سوپر جاذب ۲۰۰A در چهار سطح، ۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰۰، ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بیان کننده این مطلب است که استفاده از هیدروژل افزایش معنی دار در عملکرد و اجزای عملکرد گاه و وزن تر و خشک اندام هوای و طول ریشه داشته و بهترین نتیجه با بیشترین میزان استفاده بدست آمد.

کلمات کلیدی: سوپر جاذب ۲۰۰A، ظرفیت نگه داری آب، مصرف آب، بهینه سازی

مقدمه

گندم در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می کند، در حقیقت این گیاه سازگارترین گونه غلات است. گندم با منبع غنی از کربوهیدرات، غذای اصلی انسان را تشکیل داده و از لحاظ ارزش نانوازی، آرد آن برتری نسبی به سایر غلات دارد (نور محمدی و همکاران ۲۰۰۵) کمبود منابع قابل استفاده آب جهت آبیاری و نیز کارایی مصرف آب در سیستم کشاورزی سنتی یکی از عوامل محدود کننده کشاورزی در ایران است. بنابراین تحقیقی در زمینه های روش های کاربرد پلیمرهای آب دوست که به افزایش مصرف منجر شوند، ضروری به نظر می رسد امروزه صدها نوع ماده هیدروژل به عنوان ماده جاذب رطوبت با توانایی جذب و نگه داری ۴۰۰ تا ۱۵۰۰ گرم آب به ازای هر گرم هیدروژل موجود است (بومن و اوانس^{۶۷}، ۱۹۹۸). کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب در کشاورزی به دلیل نقش این مواد در افزایش نگه داری آب در خاک به منظور مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء خشکسالی از اهمیت به سزایی برخوردار است (چستوپلاس^{۶۸}، ۲۰۰۰). پلیمرها از واحدهای کوچک تکرار شونده (مونومر) که توسط اتصال به یکدیگر تشکیل زنجیره های بزرگ می دهند به وجود آمده و شامل انواع کاتیونی، آنیونی و خنثی می باشند. نوع آنیونی این پلیمرها در کشاورزی با داشتن بار منفی مورد استفاده قرار میگیرد عابدی کوپایی و اسدکازمی (۲۰۰۶) این مواد با افزایش جذب و نگهداری آب در خاک، ذخیره عناصر نیتروژن، فسفر، گوگرد و کاتیونهای تبادل و همچنین افزایش تهویه از طریق بهبود ساختمان خاک سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان میشوند (نظری و همکاران ۲۰۱۰) لازم به ذکر است که تأثیر هیدروژل ها بر عملکرد گیاهان، احتمالاً تحت تأثیر میزان مصرف هیدروژل ها، نوع محصول و ویژگی های خاک قرار میگیرد (الحرابی و همکاران، ۱۹۹۹) اله دادی و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایش های خود روی گیاه سویا، افزایش عملکرد و وزن ۱۰۰ دانه، دانه سویا را تحت تأثیر پلیمر سوپر جاذب مشاهده کردند. همچنین افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیست توده توسط پلیمر سوپر جاذب در هر دو شرایط تنش و نرمال توسط مسلمی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. نتایج پژوهش های روی بویولایسلام و همکاران^{۶۹} (۲۰۱۱) بیانگر افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت با کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود. از آن جا که ایران کشوری با آب و هوای خشک و نیمه خشک می باشد و همواره با مشکل کمبود آب روبروست، بنابراین مشکلات ناشی از تنش خشکی و تأثیر آن بر کاهش عملکرد محصولات مختلف و ارایه راه کاری مناسب برای تأمین نیاز آبی گیاه دارای اهمیت است. با توجه به نقش پلیمرها در افزایش نگهداری آب در خاک، این پژوهش با هدف مطالعه تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم زاگرس گندم در شرایط دیم در منطقه گرگان انجام شد.

^{۶۷} Bowman and Evans

^{۶۸} Chatzopoulos et al

^{۶۹} Al-harbi

^{۷۰} Robiul



مواد و روش‌ها

این آزمایش در دی ماه سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در زمین شماره ۱ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳ متری از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان دارای آب وهوایی معتدل با میانگین بارندگی سالانه ۴۲۷.۱ میلی متر است که بیشترین مقدار ریزش باران در فواصل ماه های مه و شهریور صورت می گیرد. میانگین دمای سالانه هوا ۱۸.۵ درجه سانتی گراد با حداقل دمای ۹.۵ درجه سانتی گراد در بهمن ماه و دمای حداکثر ۲۹.۵ درجه در شهریور می باشد. کرت های اصلی تیمار با کود پتاسیم و بدون مصرف کود پتاسیم و کرت های فرعی سوپر جاذب ۲۰۰ در چهار سطح (۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۰ کیلو گرم در هکتار) می باشد. جهت اجرای طرح، پس از انتخاب قطعه زمین مورد نظر و قبل از اجرای آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری گردید بود. برای این اساس بافت آن رس سیلتی تعیین شد. پس از شخم با گاو آهن برگردان و دیسک و کشت گندم دیم در زمین زراعی به ابعاد ۱۶*۱۹ متری به ۳۲ واحد ۳.۷۵ متر مربع (۱.۵*۲.۵) تقسیم می شود. قبل از کشت بذر سوپر جاذب ۲۰۰ تیمارهای مورد نظر کنار پشته، و در عمق ۱۰-۶ سانتی متری (حداکثر تراکم ریشه) سانتی متر زیر بذر قرار گرفته است. مقدار کود مصرفی براساس نتایج آزمون خاک و نوع محصول تحت کشت طالبی زاده (۱۳۸۸) در تمام تیمارها ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار دی آمونیوم فسفات و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم با دست به صورت پخش سطحی قبل از کشت به خاک افزوده شد. مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره به صورت کود سرک بدون مخلوط کردن با خاک در یک مرحله قبل از ساقه رفتن گیاه به تمام تیمارها افزوده شد. در فواصل بین بلوکها و کرتها حاشیه کشت ایجاد شد. کرت های اصلی تیمار با کود پتاسیم ۱k بدون مصرف کود پتاسیم ۲k و کرت های فرعی سوپر جاذب ۲۰۰A در چهار سطح S (۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۰ کیلو گرم در هکتار) می باشد. بذر قبل از کشت به قارچکش کربوکسی تیرام آغشته شد و تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۱۶ گندم رقم زاگرس با درصد قوه نامیه و خلوص به ترتیب ۹۷ و ۹۹ درصد در کرت های آزمایشی با دست کشت گردید. و در مرحله قبل از خوشه دهی در تاریخ ۱/۲۸/۹۳، ۱۲ بوته برای وزن تر و خشک اندام هوایی به صورت تصادفی انتخاب شده و وزن تر نمونه ها را بلا فاصله وزن کرده و برای بدست آوردن وزن خشک بوته، این نمونه ها در اون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت. بعد از خارج کردن نمونه ها از اون، وزن خشک آنها با ترازو با دقت ۰.۱۰/۰ توزین شد. در پایان فصل رشد نیز ۲۸/۳/۹۳ برای، عملکرد و اجزای عملکرد، تعداد ۱۵ بوته از هر کرت برداشت و عملکرد کاه و طول ساقه وزن تر و خشک برداشت محاسبه شد. خصوصیات سوپر جاذب ۲۰۰ A در جدول ۱-۲ نشان داده شد. در این بررسی، مقایسه میانگین به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار SAS و برای Excel سم نمودارها از نرم افزارها استفاده شد.

محتوای رطوبت %	چگالی ((g/cm ³)	pH	اندازه ذرات (m)	ظرفیت جذب آب (gr/gr)		
				آب مقطر	آب معمولی	% NaCl ۰/۹
۵-۷	۱/۴-۱/۵	۷-۶	۵۰-۱۵۰	۲۲۰	۱۹۰	۴۵

نتایج و بحث

میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در جدول ۲، مقادیر میانگین برای تیمارهای و سطوح مختلف کاربرد سوپر جاذب را نشان می دهد و بیشترین میانگین مربوط به سوپر جاذب با مقدار بیشتر مشاهده شد همچنین تحلیل آماری در سطح پنج درصد برای کل تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف سوپر جاذب و شاهد تفاوت معنی دار وجود داشت. با افزایش سطح سوپر جاذب این تفاوت بیشتر شد استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد نشان داد که بین میانگین ها تیمارهای شاهد اختلاف معنی دار وجود ندارد اما بین سایر تیمارها اختلاف معنی دار مشاهده شد. و در جدول ۳ تجزیه واریانس نشان دهنده ی افزایش عملکرد کاه، وزن تر و خشک و همچنین طول ریشه و طول ساقه ترتیب در، در سطح ۵ درصد معنی دار شد. کاربرد پلیمر سوپر جاذب باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شد، به طوری که درثر پلیمر بر خصوصیات گیاه بالاترین سطح (تیمار ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار) است و همچنین عملکرد کاه با بیشترین سطح پلیمر بیشتر از دیگر تیمارها بود توجه به پژوهش های انجام گرفته مشاهده می گردد که کاربرد پلیمر سوپر جاذب می تواند سبب افزایش شاخص های رشد رویشی مانند ارتفاع گیاه گردد. این رفتار به دلیل افزایش میزان نگه داری رطوبت می باشد. در پژوهشی که بر روی بررسی تأثیر هیدروژل های سوپر جاذب در کاهش خشکی درختان زیتون انجام گرفت نتایج به دست آمده نشان داد که با کاربرد ۰.۳ درصد وزنی پلیمرهای سوپر جاذب شاخص های رشدی در نهال های تیمار شده نسبت به تیمار شاهد افزایش چشم گیری داشتند و کم تر در معرض تنش خشکی قرار گرفته بودند (طلایی و اسدزاده، ۲۰۰۵) یزدانی و همکاران (۲۰۰۷) در سویا و استرن و همکاران (۱۹۹۲) نیز در گندم به نتایج مشابهی دست یافتند.

طول ریشه کاربرد پلیمر بر طول ریشه نیز معنی دار بود. بیش ترین طول ریشه مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. در مقایسه میانگین ها مربوط به اثر متقابل پتاسیم و پلیمر که در نمودار ۱ نشان داده شده بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار ۲۰۰



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

کیلوگرم در هکتار است. یکی از مهم ترین برتری های کاربرد هیدروژل، جلوگیری از نفوذ عمقی آب محیط ریشه و شستشوی املاح است. نتایج بررسی پانایوتیس و همکاران^{۱۱} (۲۰۰۴) نیز نشان دهنده تاثیر پلیمر بر انبوهی و رشد ریشه در مقایسه با شاهد می باشد.

تیمار	عملکرد کاه	وزن خشک برداشت	وزن تر برداشت	وزن خشک (قبل از خوشه دهی)	وزن تر (قبل از خوشه دهی)	طول ریشه	طول ساقه
k1	۸/۵۰۹۷ ^a	۴۹/۴۵ ^a	۰۲/۶۲ ^a	۸۲/۴۸ ^a	۰۵/۶۲ ^a	۷۴/۷ ^a	۴۲/۶۸ ^a
k2	۱/۴۸۳۲ ^a	۵۰/۵۰ ^a	۰۷/۶۱ ^a	۸۹/۴۸ ^a	۵۴/۵۹ ^a	۴۶/۵ ^b	۰۳/۶۵ ^b
s1	۴۳۰۱ ^a	۳۸/۴۴ ^b	۵۲/۵۹ ^a	۰۸/۳۷ ^c	۱۸/۵۳ ^c	۷۴/۵ ^d	۰۳/۶۵ ^c
s2	۸/۴۷۸۶ ^b	۶۱/۴۴ ^b	۵۳/۵۸ ^a	۵۴/۴۵ ^b	۲۵/۵۹ ^{bc}	۳۳/۶ ^c	۶۴/۴۹ ^c
s3	۳/۵۰۲۱ ^b	۳۰/۵۷ ^a	۷۵/۶۳ ^a	۶۷/۵۵ ^a	۸۸/۶۴ ^{ab}	۹۷/۶ ^b	۶۷/۷۷ ^b
s4	۶/۵۷۶۰ ^c	۵۳/۶۱ ^a	۶۸/۶۵ ^a	۱۳/۵۱ ^a	۸۶/۶۵ ^a	۳۳/۷ ^a	۶۹/۶۲ ^a
k1s1	۹۳/۴۳۷ ^{bc}	۳۸/۳۷ ^c	۸۰/۵۵ ^b	۹۵/۳۱ ^c	۷۵/۵۲ ^c	۵۷/۶ ^c	۶۶/۶۵ ^c
k1s2	۴۹/۴۸۸ ^b	۱۰/۴۷ ^b	۵۶/۶۱ ^{ab}	۶۷/۴۸ ^b	۵۷/۶۳ ^b	۳۸/۷ ^{bc}	۶۶/۳۷ ^c
k1s3	۶۸/۵۰۷ ^b	۷۸/۵۴ ^a	۹۶/۶۳ ^a	۵۱/۵۶ ^a	۶۱/۶۵ ^{ab}	۱۸/۸ ^{ab}	۲۳/۶۹ ^{ab}
k1s4	۱۱/۶۰۵ ^a	۵۵/۵۸ ^a	۴۸/۶۷ ^a	۱۷/۵۸ ^a	۲۵/۶۶ ^a	۸۴/۸ ^a	۵۴/۷۱ ^a
k2s1	۶۵/۴۲۳ ^c	۱۲/۴۲ ^b	۴۹/۵۵ ^b	۲۲/۴۲ ^{bc}	۶۰/۵۳ ^c	۹۰/۴ ^c	۴۲/۶۳ ^d
k2s2	۲۰/۴۶۶ ^b	۳۸/۵۱ ^{ab}	۲۵/۶۳ ^a	۴۱/۴۲ ^b	۹۳/۵۴ ^{bc}	۲۹/۵ ^c	۶۲/۶۰ ^d
k2s3	۸۶/۴۹۶ ^b	۴۳/۵۲ ^a	۵۴/۶۳ ^a	۸۴/۵۴ ^{ab}	۵۱/۶۳ ^b	۷۶/۵ ^{de}	۳۲/۶۶ ^{cd}
k2s4	۱۷/۵۴۶ ^{ab}	۰۶/۵۶ ^a	۸۸/۶۳ ^a	۰۹/۵۶ ^a	۱۱/۶۶ ^a	۹۰/۵ ^{ed}	۶۷/۴۸ ^{bc}

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گندم در هر ستون میانگین با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵% بر اساس آزمون LSD دارند

جدول ۳ تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گندم دریم

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد کاه	خشک برداشت	تر برداشت	خشک خوشه	تر خوشه	طول ریشه	طول ساقه
پتاسیم	۱	۸۳/۵۶۴۸۸۸	۷۷/۸ ^{ns}	۴۷/۳ ^{ns}	۰۳/۰ ^{ns}	۲۵/۵۰ ^{ns}	۴۱/۵۴ ^{**}	۹۲/۱۷ [*]
سوپر جاذب	۳	۴۹/۲۹۶۶۱۰	۷۸/۳۳۸ ^{**}	۲۰/۹۲ ^{ns}	۴۱/۷۰۵ ^{**}	۰۴/۲۴۷ ^{**}	۴/۱۰ ^{**}	۴۶/۲۲ [*]
سوپر جاذب پتاسیم*	۳	۹۸۳۸۳.۱۴ ^{ns}	۰۴/۱۵۲ [*]	۱۹/۶۹ ^{ns}	۱۳/۱۰۱ ^{ns}	۷۱/۳۸ ^{ns}	۵۷/۰ [*]	۳۱/۰ ^{ns}

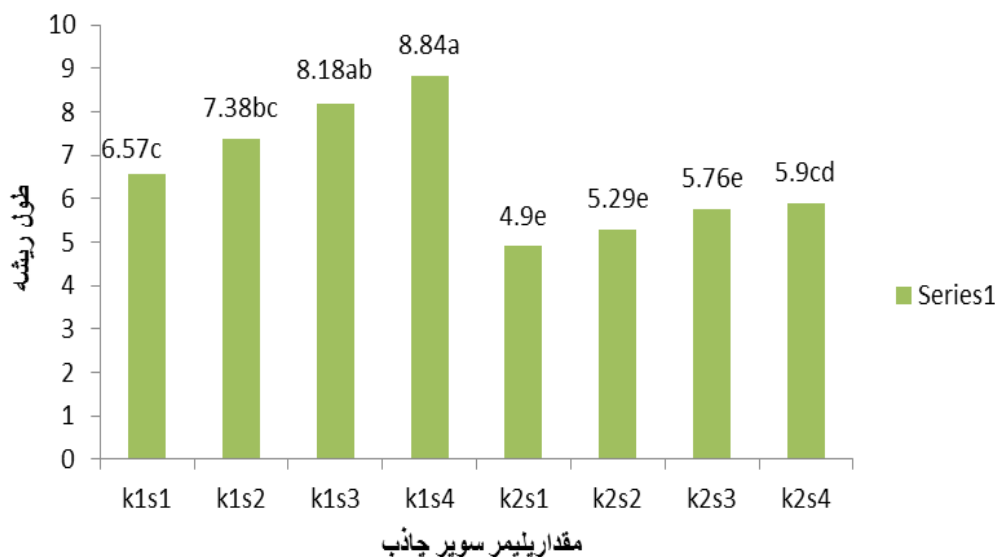
^{۱۱} Panayiotis



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۳۱/۳ ^{ns}	۱۵/۰ ^{ns}	۷۱/۱۸ ^{ns}	۱۴/۱۱ ^{ns}	۱۸/۹ ^{ns}	۲۲/۲ ^{ns}	۱۵۱۵۷۸.۴ ^{ns}	۳	تکرار
۵۷/۲ ^{ns}	۰.۸/۰ ^{ns}	۷۹/۵۹ ^{ns}	۵۱/۳۲ ^{ns}	۳۸/۳۵ ^{ns}	۰.۸/۵۱ ^{ns}	۷۲/۱۶۰۸۸۲ ^{ns}	۹	سوپر جاذب تکرار*
۱۲/۳ ^{ns}	۰.۳۵/۰ ^{ns}	۲۷/۱۴ ^{ns}	۲۷/۱۱ ^{ns}	۵۹/۲۱ ^{ns}	۴۷/۲۳ ^{ns}	۹۸/۱۲۷۴۴۶ ^{ns}	۳	پتاسیم در تکرار
۲۵/۱	۱۲/۰	۴۸/۲۹	۰۱/۲۷	۵۱/۴۴	۴۳/۳۴	۱۹/۹۰۰۸	۹	خطا
۶۷/۱	۳۹/۵	۹۳/۸	۶۳/۱۰	۷۸/۱۰	۶۸/۵	۴۲/۶		ضریب تغییرات

**معنی دار در سطح ۱٪، *معنی دار در سطح ۵٪ و ^{ns} معنی دار نیست



نمودار اثر متقابل طول ریشه در مرحله برداشت با استفاده از سوپر جاذب A ۲۰۰

منابع

- Al-harbi, A.R., Al-omran, A.M., Shalaby, A.A., and Choudhary, M.I. ۱۹۹۹. Efficacy of hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. Hort. Sci. ۳۴: ۲۲۳-۲۲۴
- Allahdadi, I., Yazdani, F., Akbar, G.A., and Behbahani, S.M. ۲۰۰۵. Evaluation of the effect of different rates of superabsorbent polymer (Superab A۲۰۰) on soybean yield and yield components (Glycin max L.) ۳rd Specialized Training Course and Seminar on the Application of Superabsorbent Hydrogel in Agriculture. Iran. (۲۰-۳۲ Pp). (In Persian)
- Bowman, D.C. and R.Y. Evans. ۲۰۰۰. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. Hort. Sci. ۳۱(۸): ۱۰۶۳-۱۰۶۵.
- Chatzopoulos, F., J.L. Fugit, I. Quillon, and F. Rodriguze. ۲۰۰۰. Function de differents parameters, de absorption et de la desorption de un copolymer acrylamide-acrylate de sodium reticule. European Polymer. j. ۳۶: ۵۱-۶۰.
- Panayiotis, A., Nektarios, K., Nikolopoulou, A.E., and Chronopoulos, I. ۲۰۰۴. Sod establishment and turf grass growth as affected by urea-formaldehyde resin foam soil amendment. Scientia Hort. ۱۰۰: ۲۰۳-۲۱۳.



- Moslemi Z., Habibi D., Asgharzadeh A., Ardakani M.R., Mohammadi, A., and Sakari, A. ۲۰۱۲. Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of maize under droughtstress and normal conditions. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* ۱۲:۳۵۸-۳۶۴.
- Nazarli, H., Zardashti, M.R., Darvishzadeh, R., and Najafi, S. ۲۰۱۰. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. *Not. Sci. Biol.* ۲:۵۳-۵۸. (In Persian).
- Noormohammadi ,Gh., S.A. Siadat, and A. Kashani. ۲۰۰۷. *Agronomy cereal crop*. Pub. Martyr Chamran university. Pp.۴۴۶. (In Persian).
- Robiul Islam, M.R., Hu, Y., Mao, S., Jia, P., Eneji, A.E., and Xue, X. ۲۰۱۱. Effects of water saving superabsorbent polymer on antioxidant enzymeactivities and lipid peroxidation in corn (*Zea max L.*) under drought stress. *J.Sci. Food Agric.* ۹۱: ۸۱۳-۸۱۹.
- Talaei, A., and Asadzadeh, A. ۲۰۰۵. Study the Effect of super-absorbent on drought decreasing of olive trees. *Proceedings of ۳rd professional-Educational Course for Agricultural and Industrial Application of Superabsorbent Hydrogels*. Pp: ۵۸-۶۹. (In Persian).
- Yazdani F., Allahdadi I., Akbari G., and Behbahani M.R. ۲۰۰۷. Effect of different rates of superabsorbent polymer (Tarawat A۲۰۰) on soybean yield and yield components (*Glycine max L.*). *J. Res.Agric. Hort. Cons.* ۷۵: ۱۶۷-۱۷۴. (In Persian)

Abstract

With limited water resources, optimum water use is essential in Iran. Good management practices and applying advanced techniques maintain soil moisture and storage, increase water holding capacity and prevent deep percolation. Application of superabsorbent polymers is one of these methods. In this research, the effect of superabsorbent polymer on dry land wheat yield and yield components was evaluated with a field experiment using a spilt plot design during ۲۰۱۴-۲۰۱۵ growing season at Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources Research Farm located at seyedMiran, Gorgan. Main plots were potassium sulfate treatment and without. Subplots were four rates of A۲۰۰ super-absorbents with four replications. Results show that of hydro-gel application significantly improved yield and yield components namely, grain and straw yield, height, wet and dry weight of shoots and roots. The best result was obtained with the greatest application rate.



ارزیابی روند بیابان زایی با توجه به معیار آب بر اساس مدل IMDPA (مطالعه موردی جنوب سمنان)

عاطفه فتاحی^۱، هایده آراء^۲، علی احمدآبادی^۳، علی اصغر ذوالفقاری^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابانزدایی دانشگاه سمنان، ۲- عضو هیات علمی دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان ۳- عضو هیات علمی دانشگاه خوارزمی

چکیده

کشور ما در طول سال‌های اخیر، یکی از خشک‌ترین دوره‌ها را تجربه کرده که در پنجاه سال اخیر کم سابقه بوده است. بیش از ۸۰ درصد از سرزمین ایران در قلمرو شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک تا خشک نیمه مرطوب قرار دارد در نتیجه به سبب مجموعه شرایط اقلیمی، ویژگی‌های طبیعی حاکم بر آن، بخش عمده‌های از زیست بوم‌های این سرزمین در برابر شیوه‌های نامناسب بهره‌برداری بسیار حساس و شکننده بوده و بالقوه و یا بالفعل در معرض پدیده بیابان‌زایی قرار دارند و یا به صورت کاملاً بارزی شرایط بیابانی در آن‌ها رخ نموده است. در تحقیق حاضر با توجه به شناختی که از منطقه وجود داشت همچنین با توجه به زمان، معیار منابع آب با توجه به مدل IMDPA را که در بیابان‌زایی منطقه بیشترین نقش داشت انتخاب گردید و برای این معیار شاخص‌هایی مد نظر قرار گرفته شد که معیار آب از پنج شاخص کمی و کیفی افت سفره آب زیر زمینی، هدایت الکتریکی، نسبت جذبی سدیم، کلر و کل مواد حل شده در آب تشکیل گردید. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده بیش از ۶۰ درصد مساحت منطقه در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار گرفت.

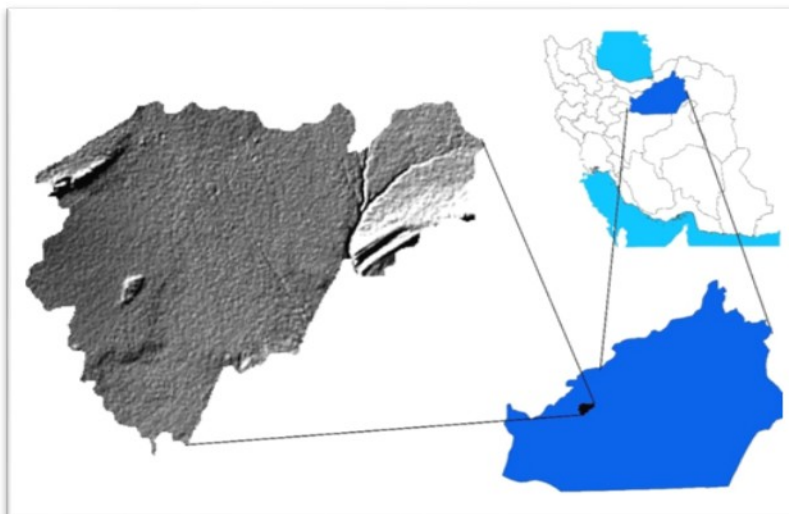
کلمات کلیدی: بیابان‌زایی، معیار آب، IMDPA، جنوب سمنان

مقدمه

ایران بر اساس منابع آب به ۶ حوزه اصلی تقسیم می‌شود. این حوزه‌ها به ترتیب عبارتند از: حوزه خزر در شمال، حوزه خلیج فارس و دریای عمان در غرب، حوزه دریاچه ارومیه در شمال غرب، حوزه مرکزی در مرکز، حوزه رودخانه هامون در شرق و حوزه سرخس در شمال شرق. علاوه بر اینکه منابع آب در ایران بطور مساوی تقسیم نشده است، گسترش شهرها در نتیجه مهاجرت و تحولات در بخش کشاورزی و صنعت، مشکلاتی در زمینه آب شرب و سایر آبهای مصرفی ببار آورده است. همچنین بعلاوه عدم توازن در میزان بارش در نقاط مختلف و توزیع جمعیت، مقدار آب سرانه حوزه‌ها متفاوت است. چاره‌ای که مدیران محلی و ملی آب در ایران برای حل مشکل آب اندیشیده‌اند، مدیریت سنتی منابع آب و انتقال آب از مناطق آب و هوایی معتدل به مناطق آب و هوایی خشک و نیمه خشک می‌باشد. پروژه‌های انتقال آب در ایران، در کاهش مشکل آب مفید واقع می‌شود (فانی حق، ۱۳۹۲). واژه بیابان‌زایی به معنی تخریب سرزمین است که این تخریب در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب کشور مشاهده و بعضاً در حال گسترش می‌باشد. در مقابل واژه بیابان‌زایی واژه بیابان‌زدایی را داریم که مجموعه فعالیت‌هایی را شامل می‌شود که بخشی از توسعه جامع سرزمین در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب را در راستای توسعه پایدار در بر میگیرد. آن چه مسلم است این است که کشور ایران از جمله مناطقی بشمار می‌آید که بدلیل بهره‌برداری نادرست از عوامل طبیعی، مدیریتی، برنامه‌ای و سیاستگذاری کشور دارد و در واقع فرایند بیابان‌زایی شدن به کاهش بیولوژیک عرصه‌ها و کاهش حاصلخیزی آن اطلاق می‌گردد. چنین فرایندی در نتیجه دخالت‌های مستقیم انسان به دلیل بهره‌برداری‌های نادرست و بی‌رویه، شدت بیشتری به خود می‌گیرد. اما در کنار عوامل انسانی، عوامل اکولوژی طبیعی نیز موجب ظهور اراضی بیابانی می‌شود (لیچ و میرنس، ۱۹۹۶).

معرفی منطقه مورد مطالعه

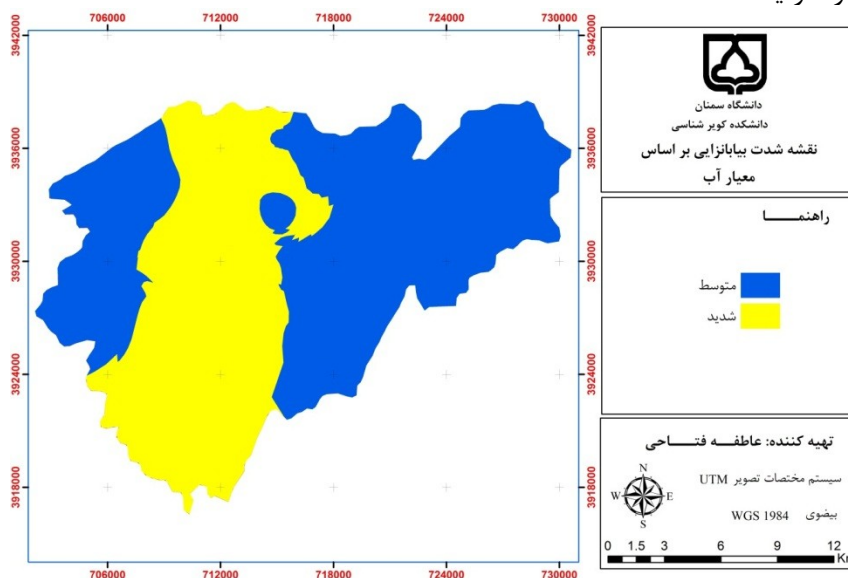
منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۱۷/۳۵۴۶۴ هکتار در شهرستان سمنان واقع در استان سمنان قرار گرفته است. این منطقه دارای مختصات جغرافیایی ۵۳°۲۲' تا ۵۳°۵۴' طول شرقی و ۳۵°۳۷' تا ۳۵°۵۶' عرض شمالی است. منطقه مورد مطالعه از شمال به شهر سمنان، از غرب به روستاهای سرخه و بیابانک و از جنوب نیز به بیابان‌های سمنان محدود می‌گردد. از مهترین مراکز سکونت موجود در منطقه مورد مطالعه صوفی آباد، مومن آباد، دلازبان و اعلاء می‌باشند. شکل (۱) نقشه منطقه مورد مطالعه را در استان و کشور نشان می‌دهد.



شکل (۱) منطقه مورد مطالعه

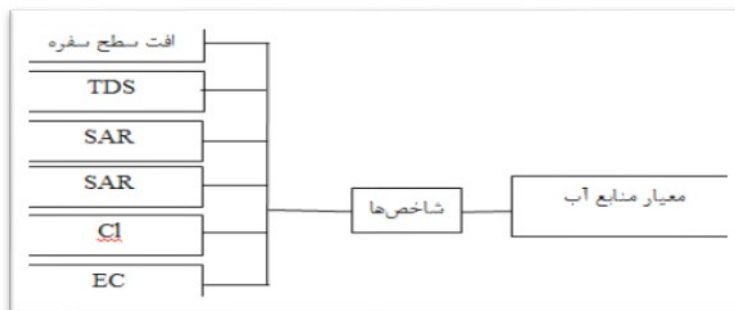
مواد و روش ها

در تحقیق حاضر با توجه به شناختی که از منطقه وجود داشت همچنین با توجه به زمان، معیار منابع آب با توجه به مدل IMDPA را که در بیابان‌زایی منطقه بیشترین نقش داشت انتخاب گردید و برای این معیار شاخص‌هایی مد نظر قرار گرفته شد که معیار آب از پنج شاخص کمی و کیفی افت سفره آب زیر زمینی، هدایت الکتریکی، نسبت جذبی سدیم، کلر و کل مواد حل شده در آب تشکیل گردید. تغییرات سطح آبهای زیرزمینی هر سفره بستگی به مقدار آبهای ورودی یا خروجی به سفره دارد. عوامل تغذیه‌کننده باعث بالا رفتن سطح و عوامل تخلیه‌کننده باعث افت سطح آب زیرزمینی می‌گردد. در آبهای زیرزمینی این دو عامل در تمام مدت با مقادیر مختلف به کار تخلیه و با تغذیه خود ادامه می‌دهند و تغییرات سطح آب زیرزمینی با هر یک از این دو عامل رابطه مستقیم دارد، لذا افزایش هر کدام باعث ایجاد تغییر در همان راستا می‌گردد. برای بررسی افت سفره در منطقه مطالعاتی، با توجه به اطلاعات موجود اقدام به مطالعه افت سفره گردید.



شکل (۲) نقشه شدت بیابانزایی منطقه بر اساس معیار آب

شکل زیر نمودار شماتیک مدل IMDPA در منطقه مورد مطالعه با توجه به معیار آب را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد (دهد، احمدی و همکاران، ۱۳۸۵)



شکل (۳) نمودار شماتیک مدل IMDPA بر اساس معیار آب

نتایج

افت سطح سفره در تمامی نقاط یکسان نبوده و بسته به توپوگرافی، موقعیت چاه نسبت به دشت، کاربری زمین، میزان برداشت از سفره آب زیرزمینی، شیب هیدرولیکی، عبور کانال آبرسانی، بافت آبخوان و ضخامت آن از منطقه‌ای به منطقه دیگر تفاوت دارد. به منظور بررسی توزیع مکانی نوسانات سطح آب زیرزمینی طی هر دوره، ۱۷ چاه پیژومتری یکسان در نظر گرفته شد که با بررسی نقشه افت آب و چاه‌های بهره‌برداری مشخص شد که نوسانات سطح آب در قسمت غرب منطقه به علت برداشت از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بیشتر از بخش‌های دیگر منطقه است. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده بیش از ۶۰ درصد مساحت منطقه در کلاس بیابان زایی شدید قرار گرفت.

منابع

احمدی، ح.، اختصاصی، م. ز.، زهتابیان، غ. ۱۳۸۵. طرح کالیبره کردن شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی بیابان زایی در ایران (منطقه شرق اصفهان).
 احمدی، حسن و همکاران، گزارش نهایی طرح تدوین شرح خدمات جامع و متدولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در ایران، تابستان ۱۳۸۳، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
 سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۴. برنامه اقدام ملی مقابله با بیابان‌زایی و کاهش اثرات خشکسالی جمهوری اسلامی ایران. شابک. ۹۶۴-۶۹۳۱-۶۸-۵.
 عباس آبادی، م. ۱۳۷۸. ارزیابی کمی بیابان‌زایی در دشت آق‌قلا-گمیشان جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
 فانی حق، عبدالکریم، کارشناس ارشد دفتر برنامه ریزی منابع آب، برنامه ریزی یکپارچه منابع آب مناطق خشک و بیابانی در استانهای ایران، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، ۱۳۹۲.
 ممبینی، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی شدت بیابان‌زایی منطقه دشت عباس بر اساس مدل IMDPA. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه ایلام.
 مسعودی، ر. ۱۳۸۹. سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی بر اساس دو فاکتور آب و اقلیم (مطالعه موردی: دشت کاشان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Leach, Melissa and Mearns. Robin, ۱۹۹۶. The Lie of the Land: Challenging Received Wisdom on the African Environment. International African Institute in association with James Currey

Abstract

Our country during recent, one of those interludes experienced in fifty years has been unprecedented Recent. More than ۸۰ percent of the land in Iran territory dry climatic conditions and to dry moist half is the result of climatic conditions for, natural features its ruling, a major part of the environmental this land before the improper utilization very sensitive and fragile and potential and actual or exposed to phenomenon or as completely obvious desert conditions in their relationship Ilham Aliev has occurred. In research attention to the knowledge that the region was also with regard to time IMDPA water with regard to the model in region had the largest role was elected and for this criterion considered were taken from five standard water quality index and drop a little water table underground electrical guide, sodium, Claire and the materials has been solved in the water. Finally with regard to the results achieved more than ۶۰ percent area of desert region in the class of cancer.



بررسی اثر توزیع اندازه ذرات بر پارامترهای منحنی انقباض و ضریب انبساط خطی خاک در مقیاس حوضه آب خیز (مطالعه موردی: منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری)

زهرا ذوالفقاری^۱، محمدرضا مصدقی^۲، شمس الله ایوبی^۳، حمید کلیشادی^۴
 ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان ۳- استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان ۴- دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر توزیع اندازه ذرات خاک در سطح حوضه آب‌خیز بر پارامترهای منحنی انقباض خاک و ضریب انبساط خطی (COLE) انجام گرفت. ۹۹ نمونه از لایه رویین خاک (۱۰-۰ سانتی‌متر) در منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری برداشت شد. توزیع اندازه ذرات (بافت) به روش الک‌کردن و پیبت و منحنی انقباض خاک (با پوشش دادن کلوخه‌های دست‌نخورده با رزین اکریلیکی) در آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. سپس مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵) بر داده‌های منحنی انقباض خاک برازش داده شد و پنج پارامتر مدل بهینه شدند. هم‌چنین ضریب COLE برای خاک‌ها محاسبه شد. تجزیه و تحلیل هم‌بستگی بین پارامترهای مدل و شاخص‌های توزیع اندازه ذرات خاک نشان داد که بافت خاک تاثیر مهمی بر پارامترهای مرتبط با شکل منحنی انقباض خاک و نواحی آن دارد. هم‌چنین COLE با مقدار رس هم‌بستگی مثبت معنی‌دار و با اجزا درشت‌تر هم‌بستگی منفی معنی‌دار داشت که نقش مهم ذرات ریز را در کنترل رفتار انقباض-انبساط خاک در این منطقه تایید می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: انقباض خاک، مدل پنگ و هورن، توزیع اندازه ذرات، ضریب انبساط خطی

مقدمه

خاک‌های انبساط‌پذیر در سطح وسیعی از دنیا، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک یافت می‌شوند. پدیده‌ی انبساط و انقباض بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر شگرفی می‌گذارد؛ به طور کلی این پدیده بر عملیات کشاورزی و خاک‌ورزی و استفاده‌های مهندسی از خاک اثر زیادی دارد (برونسویک، ۱۹۸۹؛ میشر و همکاران، ۲۰۰۷).
 رابطه بین تغییر حجم و رطوبت خاک معمولاً در قالب یک منحنی سیگموئیدی نمایش داده می‌شود. این منحنی S-شکل که منحنی انقباض خاک نام دارد از نقطه اشباع تا خشک کامل در حالت کلی به ترتیب دارای ۴ فاز (ناحیه) مختلف است: انقباض ساختاری یا ساختمانی، انقباض بهنجار (نرمال) یا متناسب، انقباض پس‌ماند (باقی‌مانده) و انقباض صفر. به طور کلی تغییر حجم وابسته به توزیع اندازه منافذ، ساختمان و مکش ماتریک خاک است. محققین مختلف مدل‌های متفاوتی برای پیش‌بینی رفتار انقباض و انبساط خاک‌ها ارائه کرده‌اند؛ یکی از معروف‌ترین آنها که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است مدلی است که پنگ و هورن (۲۰۰۵) با الهام از مدل ون‌گنوختن (برای منحنی مشخصه رطوبتی خاک) ارائه کرده‌اند:

$$e(\theta) = \begin{cases} e_r & = 0 \\ e_r + \frac{e_s - e_r}{\left[1 + \left(\frac{\alpha\theta}{e_s - \theta}\right)^{-n}\right]^m} & 0 < \theta < e_s \\ e_s & = e_s \end{cases} \quad (1)$$

که در آن n ، m پارامترهای بدون واحد برازش مدل هستند. مقادیر نسبت پوکي (e) و نسبت رطوبت (θ) در خاک وابسته به تخلخل و نگاه‌داشت آب هستند. محدوده تغییرات از 0 تا s می‌باشد که به ترتیب برابر نسبت رطوبت در حالت آون-خشک (دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) و حالت اشباع تعریف می‌شوند. به علاوه، مقادیر e نظیر این دو حد نیز در دامنه نسبت پوکي باقی‌مانده (e_r) تا اشباع (e_s) قرار می‌گیرد. در حالت اشباع s برابر e_s است چون تمامی منافذ خاک پر از آب می‌باشند.
 از آنجا که انقباض خاک ناشی از آرایش مجدد ذرات خاک بوده و نیروهای تنش داخلی خاک نیز در شکل‌گیری آن نقش مهمی دارند، لذا انتظار می‌رود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نقش مهمی در رفتار انقباضی خاک داشته باشند (پنگ و هورن، ۲۰۰۵). ولی تاکنون پژوهش‌های اندکی در مورد منحنی انقباض خاک دست‌نخورده و عوامل موثر بر آن در کشور ما انجام گرفته است. در این پژوهش، نقش توزیع اندازه ذرات بر پارامترهای مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵) و ضریب انبساط خطی خاک در منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفته است.



مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در بخشی از اراضی تپه ماهوری چلگرد استان چهارمحال و بختیاری با مساحت تقریبی ۳۷۰ کیلومتر مربع واقع شده است. میانگین ارتفاع منطقه ۲۳۶۰ متر بالای سطح آب‌های آزاد است. میانگین دما و بارندگی سالانه به ترتیب ۴/۹ درجه سانتی‌گراد و ۷۶۰ میلی‌متر می‌باشند (کلیشادی و همکاران، ۲۰۱۴).

با بررسی‌های صحرائی ۹۹ نقطه به صورت تصادفی نظام‌دار که موقعیت‌های مختلف شیب و کاربری زمین را پوشش دهد، انتخاب شدند. نمونه‌های خاک دست‌نخورده به صورت کلوخه در هر نقطه از لایه رویین (۰ تا ۱۰ سانتی‌متر) برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری منحنی انقباض خاک، یکی از روش‌های متداول استفاده از رزین ساران^{۲۲} برای پوشش‌دهی نمونه‌های خاک است. در این پژوهش از بین محصولات رزینی داخلی، محصولی مشابه با رزین ساران انتخاب گردید. در این راستا پس از آزمودن تعدادی از رزین‌های تولید داخل کشور، از یک رزین اکریلیکی مایع و غیرسمی ارزان به نام SH-۷۵۰ استفاده شد. این رزین اکریلیکی به علت مایع بودن نیاز به حلال سمی MEK ندارد. رزین SH-۷۵۰ پس از خشک‌شدن روی کلوخه‌ها تمام ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مورد نیاز پوشش‌دهی برای اندازه‌گیری انقباض خاک اعم از تراوایی نسبت به آب (اب‌گریز)، تراوایی نسبت به بخار آب (خروج کند بخار آب از پوشش)، خاصیت ارتجاعی و انبساط و انقباض به همراه خاک را دارا می‌باشد. همچنین این محصول سمی نبوده، خطرات زیست‌محیطی کم‌تری داشته، تولید گازهای سمی نکرده و استفاده از آن خطری برای سلامتی به دنبال ندارد. برای اندازه‌گیری منحنی انقباض خاک، کلوخه‌های طبیعی با این رزین پوشش داده شد، سپس بخشی از این پوشش خراش داده شده و در دستگاه جعبه‌شن به آرامی به رطوبت اشباع رسانده شدند و در نهایت بخش خراش داده دوباره پوشش داده شد. سپس کلوخه‌های پوشش داده‌شده با استفاده از نخ آویزان شده و به آنها اجازه داده شد با خروج کند بخار آب از طریق پوشش اکریلیکی خشک شوند. جرم کلوخه‌ها به تدریج و با از دست رفتن رطوبت، بیرون و درون (غوطه‌ور) در آب اندازه‌گیری شد. هنگامی که تغییری در جرم کلوخه با گذشت زمان دیده نشد، آن را در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت یک شبانه‌روز آون-خشک کرده، و جرم بیرون و غوطه‌ور در آب آن در حالت خشک کامل نیز تعیین شد. با استفاده از قانون ارشمیدس تغییرات حجم کلوخه در حین خشک‌شدن محاسبه شد و در نهایت نقاط منحنی انقباض خاک محاسبه شد.

داده‌های برداشت‌شده منحنی انقباض خاک شامل نسبت پوکی (e) در برابر نسبت آب () به کمک مدل پنج پارامتری پنگ و هورن (۲۰۰۵) (معادله ۱) مدل‌سازی شد. مدل‌سازی توسط ابزار Solver در نرم‌افزار Excel انجام شد و برای هر خاک پنج پارامتر بهینه‌شده n ، m ، es و $COLE$ استخراج شدند. ضریب انبساط خطی (COLE) نیز با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$COLE = \sqrt[3]{\frac{1+\epsilon_p}{1+\epsilon_r}} - 1 \quad (2)$$

توزیع اندازه ذرات (بافت) خاک به روش پیبت و توزیع اندازه اجزاء شن به روش الک بر اساس استاندارد USDA (ASTM) شامل شن خیلی درشت (VCS)، شن درشت (CS)، شن متوسط (MS)، شن ریز (FS) و شن خیلی ریز (VFS) جداسازی شدند. میانگین هندسی (dg) و انحراف هندسی (g) قطر ذرات خاک نیز محاسبه شد. ارتباط آماری بین پارامترهای مدل انقباض و شاخص‌های توزیع اندازه ذرات خاک توسط ضریب هم‌بستگی پیرسون برای داده‌های نرمال و ضریب هم‌بستگی اسپیرمن برای داده‌های غیرنرمال توسط نرم‌افزار SPSS بررسی شد.

نتایج و بحث

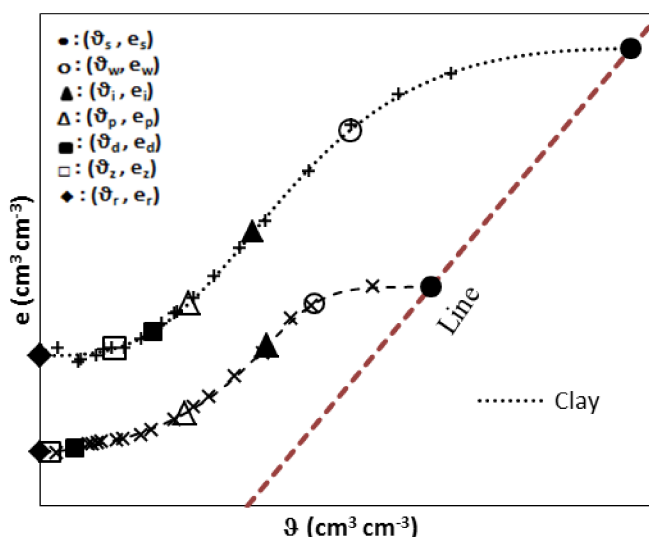
ضریب تغییرات (CV) برای نشان دادن میزان تغییرپذیری ویژگی‌های خاک مورد استفاده قرار گرفت. از بین ویژگی‌های خاک، درصد شن بیش‌ترین تغییرپذیری ($CV=8/62$) و سیلت ($CV=50/18$) کم‌ترین تغییرپذیری را داشتند. سه پارامتر اصلی n ، m و شکل منحنی انقباض خاک را کنترل می‌کنند. مقادیر از ۵۸۳/۰ تا ۰۶۴/۳ (با میانگین ۳۹۳/۱) متغیر بودند. پنگ و هورن (۲۰۰۵) برای ۱۲ نوع خاک از منابع مختلف، مقدار را در دامنه ۶۷/۰ تا ۱۳۱۱ گزارش کردند. مقادیر n و m نیز به ترتیب در دامنه‌های ۰۴/۱۱-۰۵/۱-۹۸/۲-۱۱/۰ متغیر بودند. این در حالی است که پنگ و هورن (۲۰۰۵) برای ۱۲ خاک مورد بررسی، مقادیر پارامتر m را تا بیش از ۱۳۹۰ تخمین زدند. نتایج آمار توصیفی نیز نشان داد که پارامتر es دارای کم‌ترین ضریب تغییرات (۱۴ درصد) بوده و پارامتر m با ضریب تغییرات ۴/۶۱ درصد دارای بیش‌ترین تغییرپذیری در منطقه مورد بررسی بودند. COLE دارای تغییرپذیری نسبتاً کمی بود (۶۸/۲۱ درصد). مقدار ضریب COLE از ۰۸۳/۰ تا ۱۳/۰ متغیر بود و بر اساس طبقه‌بندی پیشنهادی گروسمن و همکاران (۱۹۸۶) خاک‌های منطقه مورد بررسی به طور میانگین دارای ظرفیت انبساط خطی زیادی هستند ($>0.6/0$) (COLE).

نتایج مدل‌سازی داده‌های منحنی انقباض خاک به کمک مدل پنگ و هورن نشان داد که در خاک‌های مورد بررسی، منحنی انقباض از ۴ ناحیه انقباض ساختاری، بهنجار، پس‌ماند و صفر تشکیل شده و عمده کاهش حجم خاک در ناحیه انقباض بهنجار رخ داده بود (شکل ۱). مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵) به دلیل انعطاف‌پذیری زیاد توانست بر تمامی داده‌های منحنی انقباض خاک‌ها برازش خوبی ایجاد کند ($<99/02$). پنگ و هورن (۲۰۰۵) نیز در برازش این مدل سیگموئیدی بر داده‌های انقباض چند خاک دست‌خورده و دست‌نخورده، به ضرایب تبیین نزدیک به یک دست یافتند. همان‌طور که به عنوان نمونه در شکل ۱ مشهود است،

^{۲۲}. Saran resin

منحنی انقباض بالای خط ۱:۱ قرار گرفته است، چرا که خاک‌های دست‌نخورده دارای انقباض ساختمانی و خروج آب بین‌خاکدانه‌ای بوده و به زودی پس از نقطه اشباع (es)، از خط ۱:۱ فاصله می‌گیرند. هم‌چنین شیب ناحیه انقباض بهنجار نیز در اکثر خاک‌های مورد بررسی کم‌تر از ۱ بود، به این مفهوم که به ازاء واحد حجم خروج آب منفذی، کاهش حجم منافذ کم‌تری رخ می‌دهد. این نتایج یا یافته‌های پنگ و همکاران (۲۰۰۵) و کورنلیس و همکاران (۲۰۰۶) هم‌خوانی دارد.

اگرچه خاک‌های منطقه تنوع بافتی خیلی زیادی ندارند ولی برای بررسی اثر بافت بر منحنی انقباض خاک و نمایش برآزش خوب مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵)، در شکل ۱، منحنی‌های انقباض دو خاک نشان داده شده است. اگرچه به دلیل هم‌بستگی بین پارامترهای مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵)، تفسیر و بررسی مفهوم فیزیکی آن‌ها دشوار است ولی می‌توان تا حدودی اثر آن‌ها بر منحنی انقباض خاک را بیان کرد. پارامترهای er و es به ترتیب بیان‌گر نسبت پوکی در حالت خشک کامل و اشباع کامل بوده و به ویژگی‌های ذاتی و ساختمانی خاک بستگی دارند. پارامتر es رابطه تنگاتنگی با تخلخل (رطوبت اشباع) خاک دارد. بنابراین با افزایش rs، انتظار بر این است که es افزایش یابد. پارامتر er بیان‌گر نسبت پوکی خاک پس از کامل شدن فرایند انقباض است که بستگی به انقباض‌پذیری خاک دارد. پارامتر عمدتاً بر موقعیت افقی منحنی انقباض اثر دارد؛ پارامتر n بیش‌تر مرتبط با شیب منحنی انقباض و پارامتر m بیش‌تر مرتبط با تقارن منحنی انقباض خاک می‌باشند (پنگ و هورن، ۲۰۰۵).



شکل ۱ - نمونه‌ای از منحنی انقباض خاک اندازه‌گیری شده و برآزش مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵) در دو خاک رسی و لومی رسی سیلتی

منحنی‌های انقباض خاک ارائه شده در شکل ۱ نشان می‌دهند هر دو منحنی حالت سیگموئیدی دارند، ولی برخی پارامترهای مدل برای آن‌ها تفاوت چشم‌گیری با یکدیگر دارند. در خاک رسی به دلیل تخلخل زیاد، er و es نسبت به خاک دیگر بیش‌تر است. در حالی که سایر پارامترها روندهای متفاوتی با تغییر بافت خاک نشان می‌دهند. بیش‌ترین مقدار پارامترهای m و در بافت رسی، و بیش‌ترین مقدار پارامتر n در بافت لومی رسی سیلتی به دست آمد. افزایش پارامتر n باعث افزایش شیب ناحیه انقباض بهنجار (متناسب) می‌شود که بیان‌گر تغییرات زیاد حجم خاک در اثر تغییر رطوبت است. در حالی که افزایش پارامتر m اثری عکس پارامتر دارد. دیده می‌شود در خاک رسی به دلیل ساختمان بهتر و قوی‌تر، دامنه انقباض ساختمانی وسیع‌تر است (بزرگ). به عبارتی در خاک رسی بزرگ‌تر و دامنه انقباض ساختمانی وسیع‌تر است که ناشی از اثر rs بر تقویت ساختمان سازی است. شیب ناحیه انقباض بهنجار این خاک به دلیل رسی بودن تقریباً موازی خط ۱:۱ است. پنگ و هورن (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که با افزایش، دامنه رطوبتی ناحیه انقباض ساختاری (ساختمانی) افزایش یافته و دامنه رطوبتی نواحی انقباض صفر و پس‌ماند کاهش می‌یابد. در خاک لوم رسی سیلتی نسبت به خاک رسی، میزان rs و پارامتر کوچک‌تر است؛ بنابراین ناحیه انقباض ساختمانی نیز در این خاک محدودتر است (شکل ۱). در این خاک دامنه انقباض پس‌ماند نسبت به خاک رسی گسترده‌تر است که این نتیجه هماهنگ با یافته‌های پنگ و هورن (۲۰۰۵) است. شیب ناحیه انقباض بهنجار در این خاک کم‌تر از خاک رسی (کم‌تر از واحد) است. خاک رسی به دلیل تخلخل زیاد و انقباض‌پذیری بیش‌تر نسبت به خاک لوم رسی سیلتی، es و گنجایش انقباض بزرگ‌تری دارد (شکل ۱).

نتایج تجزیه هم‌بستگی بین پارامترهای برآزش مدل انقباض پنگ و هورن (۲۰۰۵) با ویژگی‌های مرتبط با توزیع اندازه ذرات در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که پارامتر er با مقدار شن کل، شن خیلی درشت، شن متوسط، شن ریز، شن خیلی ریز و g هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. پارامتر es با مقدار شن کل و مقدار شن ریز هم‌بستگی معنی‌دار و منفی داشت. در این



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

رابطه بووین و همکاران (۲۰۰۶) بیشترین مقدار e_r و e_s را برای خاک‌های ورتی‌سول و کم‌ترین آنها را برای خاک‌های فلاوی‌سول شنی گزارش کردند. در کل ضرایب هم‌بستگی پارامتر با ویژگی‌های خاک کم و در برخی موارد معنی‌دار بود. پارامتر n با درصد شن کل هم‌بستگی منفی معنی‌دار ($r = -0.21$) نشان داد و پارامتر m نیز تنها با بخش شن خیلی ریز هم‌بستگی منفی معنی‌دار ($r = -0.20$) داشت.

جدول ۱- ضرایب هم‌بستگی بین ویژگی‌های مرتبط با توزیع اندازه ذرات و پارامترهای مدل انقباض و ضریب COLE

COLE	m	n	e_s	e_r	
۲۴/۰*	۴۳/۰**	-۳۴/۰**	۳۹/۰**	۱۸/۰	رس (%)
-۰۱/۰	-۳۰/۰**	۲۰/۰*	-۲۲/۰**	-۱۳/۰	سیلت (%)
-۵۴/۰**	-۱۱/۰	۱۵/۰	-۲۲/۰**	-۱۲/۰	شن (%)
-۳۶/۰**	-۴۲/۰**	۳۶/۰**	-۴۳/۰**	۱۶/۰	d_g (mm)
-۳۵/۰**	۱۶/۰	-۰۸/۰	۰۶/۰	-۰۴/۰	v_g
-۴۱/۰**	-۰۵/۰	۱۱/۰	-۱۹/۰	-۰۸/۰	VCS
-۴۴/۰**	-۰۷/۰	۰۸/۰	-۱۶/۰	-۰۹/۰	CS
-۴۴/۰**	-۰۴/۰	۰۷/۰	-۱۷/۰	-۰۵/۰	MS
-۴۸/۰**	-۰۹/۰	۱۳/۰	-۱۸/۰	-۱۳/۰	FS
-۴۱/۰**	-۱۲/۰	۱۷/۰	-۲۲/۰*	-۱۵/۰	VFS

برخی از ضرایب هم‌بستگی بین پارامترهای منحنی انقباض و توزیع اندازه ذرات خاک را بدین‌گونه می‌توان تفسیر کرد. خاک‌های رسی به علت دارا بودن پتانسیل انقباض زیاد نهایتاً در حالت خشک کامل به e_r کوچک‌تری می‌رسند؛ بنابراین مقدار e_r در این خاک‌ها نسبت به خاک‌های درشت‌بافت کوچک‌تر است. هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار e_r با مقدار شن و g نیز می‌تواند این مطلب است که خاک‌های درشت‌بافت نسبت به خاک‌های ریزبافت مقدار e_r بیش‌تری دارند. در جدول ۱ دیده می‌شود هم‌بستگی مثبت بین رس و e_s برقرار است. خاک‌های رسی به دلیل تخلخل بیش‌تر، مقدار e_s بیش‌تری نیز دارند. پارامتری که عمدتاً بر موقعیت افقی منحنی انقباض خاک تأثیرگذار است (پنگ و هورن، ۲۰۰۵)؛ بدین مفهوم که با افزایش e_s منحنی انقباض از خط ۱:۱ دورتر خواهد شد. در واقع عمدتاً با تأثیرگذاری بر ناحیه انقباض ساختمانی، موقعیت افقی منحنی انقباض خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دیده می‌شود رابطه مثبت و معنی‌دار با رس و رابطه منفی و معنی‌دار با سیلت، شن و d_g داشته است. هرچه بزرگ‌تر باشد بخش انقباض ساختمانی (به ویژه دامنه رطوبتی آن) گسترده‌تر و منحنی انقباض از خط ۱:۱ دورتر می‌شود.

n پارامتر تأثیرگذار بر شیب منحنی انقباض خاک به ویژه در ناحیه انقباض بهنجار است. در واقع افزایش شیب منحنی انقباض نشان‌دهنده پتانسیل انقباض زیاد است. پارامتر n رابطه افزایشی با سیلت و رابطه کاهشی با رس دارد که احتمالاً نشان‌دهنده اثر کاهنده ساختمانی ناشی از وجود رس بر انقباض خاک می‌باشد. بووین و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیش‌ترین مقدار پارامتر n را در خاک‌های فلاوی‌سول شنی در مقایسه با خاک‌های رسی ورتی‌سول گزارش کردند. افزایش ذرات سیلت سبب ناپایداری ساختمانی و افزایش شیب ناحیه انقباض بهنجار خاک می‌شوند. پارامتر n رابطه افزایشی و معنی‌دار با d_g داشت که می‌توان آن را به اثر سیلت بر ناپایداری ساختمانی خاک‌های مورد بررسی ربط داد. البته یکی از معایب مدل پنگ و هورن (۲۰۰۵) هم‌بستگی زیاد بین سه پارامتر اصلی m ، n و e_r است که در برخی موارد توجیه اثر ویژگی‌ها خاک بر آنها را دشوار نموده است. پارامتر m عمدتاً تقعر منحنی انقباض خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد ولی به دلیل هم‌پوشانی قوی که با اثر پارامتر n دارد، شیب منحنی انقباض از m نیز تأثیر می‌پذیرد. ضریب انبساط خطی (COLE) رابطه مثبت معنی‌دار با رس و رابطه منفی معنی‌دار با شن و اجزا مختلف شن و d_g و g نشان داد (جدول ۱). پژوهش‌های متعددی اثر افزایشی رس بر COLE را گزارش کرده‌اند (گری و البروک، ۲۰۰۲). این نتایج تأیید می‌نماید که با افزایش ذرات ریز (سیلت+رس)، رفتار انقباض و انبساط خاک‌ها تشدید می‌یابد. پنگ و هورن (۲۰۱۳) نیز با بررسی یک پایگاه داده‌ای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین ضریب COLE و مقدار رس گزارش کردند. در منطقه مورد بررسی پژوهش حاضر، هم‌بستگی متوسط ضریب انبساط خطی با درصد رس خاک را می‌توان به این مسئله نسبت داد که احتمالاً نوع رس نسبت به مقدار رس نقش مهم‌تری در رفتار انقباض و انبساط خاک‌ها ایفا می‌کند.

منابع

- Boivin P., Ganier P., and Vauclin M. ۲۰۰۶. Modeling the soil shrinkage and water retention curves with the same equations. Soil Science Society of America Journal, ۷۰: ۱۰۸۲-۱۰۹۳.
- Bronswijk, J.J.B. ۱۹۸۹. Prediction of actual cracking and subsidence of clay soils. Soil Science, ۱۴۸: ۸۷-۹۳.
- Cornelis W.M., Corluy J., Medina H., Diaz J., Hartmann R., Van Meirvenne M., and Ruiz M.E. ۲۰۰۶. Measuring and modeling the soil shrinkage characteristic curve. Geoderma, ۱۳۷: ۱۷۹-۱۹۱.
- Gray C.W., and Allbrook R. ۲۰۰۲. Relationships between shrinkage indices and soil properties in some New Zealand soils. Geoderma, ۱۰۸: ۲۸۷-۲۹۹.



- Grossman R.B., Brasher B.R., Franzmeier D.P., and Walker J.L. ۱۹۶۸. Linear extensibility as calculated from natural clod bulk density measurement. *Soil Science Society of America Proceedings*, ۳۲: ۵۷۰-۵۷۳.
- Kelishadi H., Mosaddeghi M.R., Hajabbasi M.A., and Ayoubi, S. ۲۰۱۴. Near-saturated soil hydraulic properties as influenced by land use management systems in Koohrang region of central Zagros, Iran. *Geoderma*, ۲۱۳: ۴۲۶-۴۳۴.
- Mishra A.K., Dhawan S., and Rao S.M. ۲۰۰۷. Analysis of swelling and shrinkage behavior of compacted clays. *Geotechnological Engineering International Journal*, ۲۶: ۲۸۹-۲۹۸.
- Peng X., and Horn R. ۲۰۰۵b. Modelling soil shrinkage curve across a wide range of soil types. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۹: ۵۸۴-۵۹۲.
- Peng, X., Horn, R., ۲۰۱۳. Identifying six types of soil shrinkage curves from a large set of experimental data. *Soil Science Society of America Journal*, ۷۷: ۳۷۲-۳۸۱.

Abstract

This study was conducted to investigate the influences of soil particle size distribution on soil shrinkage curve parameters and coefficient of linear extensibility (COLE) in landscape scale. Ninety nine soil samples were collected from the surface layer (۰-۱۰ cm) in a part of Chermaherd district in Chaharmahal-va-Bakhtiari province. Particle size distribution was determined by the sieving and pipette method. The soil shrinkage curve was determined after coating the undisturbed clods using an acrylic resin in the laboratory. Peng and Horn (۲۰۰۵) model was fitted to the soil shrinkage curve data and five parameters of the model were optimized for all of the data. Moreover, COLE index was also calculated for the soils. Correlation analysis showed that significant correlations were obtained between model's parameters and soil particle distribution indices, indicating that soil texture greatly affected the parameters related to soil shrinkage curve shape and its different zones. In addition, COLE had significant positive correlation with clay content and significant negative correlation with coarse fractions, verifying the significant role of fine materials in shrinkage-swelling behavior of the soils in the region.



ارزیابی دامنه ابعاد فراکتالی و دقت مدل‌های گوناگون توزیع اندازه ذرات و خاکدانه‌های ریز و درشت

محمد جره^۱، حسین بیات^۲، علی اکبر صفری سنجانی^۳، ناصر دواتگر^۴، احسان ابراهیمی^۵
۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه بو علی سینا همدان، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۴- استادیار گروه خاکشناسی موسسه تحقیقات برنج کشور، ۵- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان واحد کرمانشاه دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از مدل‌های فراکتالی و مفاهیم آن، رشد چشمگیری در علوم خاک داشته است. در این پژوهش، دقت برخی از مدل‌های شاخص فراکتالی در برازش بر توزیع اندازه ذرات و خاکدانه‌های ریز و درشت با یکدیگر مقایسه و محدوده ابعاد آن‌ها تعیین شد. بدین منظور تعداد ۱۲۹ نمونه خاک از مکان‌های معین بر پایه سری‌های غالب خاک‌های استان‌های همدان و گیلان جمع‌آوری گردید. سپس مدل‌های فراکتالی تیلر و ویتکرافت، بیرد و همکاران، پریر و بیرد، یانگ و همکاران و کراوچنکو و زانک بر داده‌های توزیع اندازه ذرات و خاکدانه‌های درشت و ریز برازش شد. نتایج نشان داد در بین مدل‌های توزیع اندازه ذرات، خاکدانه‌های درشت و ریز، بیشترین مقدار ضریب تعیین و کمترین مقدار مجذور میانگین مربعات خطا به ترتیب مربوط به مدل‌های پریر و بیرد، بیرد و تیلر و ویتکرافت بود. محدوده ابعاد فراکتالی نیز برای هر مدل و در هر توزیع متفاوت بود.

واژه‌های کلیدی: فراکتال، توزیع اندازه ذرات، خاکدانه‌های ریز

مقدمه

در سال‌های اخیر هندسه فراکتالی و مفاهیم آن تبدیل به ابزاری مهم در اغلب علوم طبیعی مانند فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی، هواشناسی، علم مواد و علوم خاک شده است (ایزدی، ۱۳۷۷). بسیاری از پیشرفت‌ها و نوآوری‌ها در برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی، مانند نگهداری آب خاک (تیلر و ویت کرافت، ۱۹۹۰)، جریان آب در خاک اشباع (راولز و همکاران، ۱۹۹۳)، جریان آب در خاک غیراشباع (زو، ۲۰۰۴)، بوسیله فراکتال‌ها و مدل‌های فراکتالی به دست آمده است. هندسه فراکتالی در بسیاری از موارد برای شرح غیریکنواختی (یا ناهمگنی) در یک محدوده گسترده‌ای از پروسه‌های طبیعی بهره‌گیری می‌شود؛ مانند سیستم‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (ارساهین و کونل، ۲۰۰۶). تیلر و ویت کرافت (۱۹۸۹ و ۱۹۹۲) رابطه توزیع اندازه ذرات را با نگهداری آب خاک بوسیله هندسه فراکتالی با موفقیت گزارش کردند.

با توجه به اینکه علم فراکتال در دنیا به تندی در حال پیشرفت می‌باشد، دانستن کیفیت و ارزش مدل‌های گوناگون فراکتالی و همچنین دامنه ابعاد فراکتالی مدل‌های موجود در خاک، نیازی است که لزوم بررسی و پژوهش بیشتر در این زمینه را نمایان می‌کند. از آنجا که توزیع منافذ و ذرات خاک بر روی بسیاری از خصوصیات خاک تاثیر گذار می‌باشند و از طرفی این دو ویژگی رفتار فراکتالی از خود نشان داده و در بسیاری از مدل‌های فراکتالی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تعیین بعد فراکتالی آنها اهمیت پیدا می‌نماید (تیلر و ویت کرافت ۱۹۹۲). هدف این تحقیق عبارت بود از ارزیابی اعتبار مدل‌های فراکتالی توزیع خاکدانه‌های درشت و ریز شامل ۳ مدل تیلر و ویت کرافت (۱۹۹۲)، بیرد و همکاران (۲۰۰۰) و مدل پریر و بیرد (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳) و مدل‌های فراکتالی توزیع اندازه ذرات خاک، شامل ۴ مدل یانگ و همکاران (۱۹۹۳)، بیرد و همکاران (۲۰۰۰)، مدل پریر و بیرد (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳) و کراوچنکو و زانک (۱۹۹۸) و بررسی دامنه ابعاد فراکتالی آن‌ها.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش تعداد ۱۲۹ نمونه دست‌خورده از لایه سطحی^{۷۳} (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) و زیرسطحی^{۷۴} (۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) نقاط مختلف استان همدان (۶۹ نمونه) و گیلان (۶۰ نمونه) بر پایه سری خاک‌ها، نمونه‌برداری شد. آزمایش‌های فیزیکی شامل اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات (PSD)^{۷۵} (گی و ار، ۲۰۰۲)، توزیع اندازه خاکدانه‌های ریز (ASD)^{۷۶} (گی و ار، ۲۰۰۲) و درشت (MAS)^{۷۷} (یودر، ۱۹۳۶) بود که بر روی نمونه‌ها انجام شدند. خاکدانه‌های درشت در پنج کلاس با اندازه ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۱ تا ۰/۱، ۰/۲ تا ۰/۴، ۰/۴ تا ۰/۷۵ و ۰/۸ میلی‌متر تفکیک گردیدند.

^{۷۳}. Top soil

^{۷۴}. Sub soil

^{۷۵}. particle size distribution

^{۷۶}. Aggregate size distribution

^{۷۷}. Macro aggregate size distribution



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

برای بدست آوردن منحنی PSD ابتدا خاک هوا خشک شده و سپس از الک ۲ mm عبور داده شد. برای بدست آوردن اجزای ذرات شن در از الک و برای بدست آوردن اجزای ذرات سیلت و رس از روش هیدرومتری (گی و آر، ۲۰۰۲) با حدود ۱۰ قرائت استفاده شد. بدست آوردن منحنی ASD مشابه PSD خاک انجام شد. با این تفاوت که اولاً محلول دیسپرس کننده، در نمونه‌های خاک برای به دست آوردن توزیع اندازه خاکدانه‌های ریز بهره‌گیری نشد و دوم اینکه پس از اتمام قرائت‌های هیدرومتر، تلاش می‌شود که خاکدانه‌ها به آرامی و با دقت بالا بر روی الک ۵۳ μm قرار گیرند و به‌گونه‌ای شسته شوند که خاکدانه‌های خاک شکسته نشوند. تفاوت سوم این دو روش نیز بهره‌گیری از الک تر به جای الک خشک برای به دست آوردن خاکدانه‌ها در اندازه شن بود.

مدل‌های فراکتالی توزیع اندازه خاکدانه‌های درشت و ریز

مدل تیلر و ویت گرفت (۱۹۹۲):

$$\frac{M(x < X)}{M_t} = \left(\frac{x}{XL}\right)^{3-D_m} \quad (1)$$

در فرمول فوق D_m : بعد فراکتال جرمی، $M(x < X)$: جرم تجمعی خاکدانه‌ها بر روی غربال‌ها با اندازه‌های کوچک‌تر از X ، M_t : جرم کل خاکدانه‌ها (باقی‌مانده بر روی تمام غربال‌ها)، XL : بالاترین اندازه روزنه غربال که برابر با ۰/۸ mm برای خاکدانه‌های درشت و ۰/۲ mm برای خاکدانه‌های ریز است، x : میانگین قطر خاکدانه‌ها در هر کلاس. D_m در فرمول فوق با رگرسیون لگاریتمی داده‌ها پس از الک خشک بدست می‌آید (گولسر، ۲۰۰۶). ولی در این مطالعه توزیع اندازه خاکدانه‌ها که از روش الک تر بدست آمد در مدل فوق مورد استفاده قرار گرفت. در این مدل چگالی ظاهری و شکل خاکدانه‌ها مستقل از مقیاس فرض می‌شود. دو مدل بیرد و همکاران (۲۰۰۰) و مدل پریر و بیرد (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳) نیز به طور مشترک برای PSD و خاکدانه‌ها برآزش شدند که مدل‌های آن‌ها در بخش محاسبه بعد فراکتالی PSD خاک شرح داده شده است.

مدل‌های فراکتالی توزیع اندازه ذرات خاک

تعداد کلاس‌های اندازه ذرات از ۱۴ تا ۱۹ متغیر بود. برای محاسبه بعد فراکتالی D_m ، PSD، سه مدل زیر بر داده‌های PSD برآزش گردید:

الف- مدل یانگ و همکاران (۱۹۹۳)

$$\frac{M(r < R_i)}{M_T} = \left(\frac{R_i}{R_{max}}\right)^{3-D_m} \quad (2)$$

در فرمول فوق M : جرم تجمعی ذرات از کوچک‌ترین کلاس تا کلاس i ام، M_T : جرم کل ذرات خاک، R_i : قطر ذرات (mm) در کلاس i ام، R_{max} : قطر ذرات در بزرگ‌ترین کلاس (mm^2)، D_m : بعد فراکتالی جرمی توزیع اندازه ذرات. ب- مدل کراوچنکو وزانک (۱۹۹۸):

$$M(r < R_i) = \exp \left[\ln c + \left(\frac{3D^2 - 13D + 14}{D^2 - 5D + 4} + 1 \right) \ln R_i \right] \quad (3)$$

در فرمول بالا M : جرم تجمعی ذرات از کوچک‌ترین کلاس تا کلاس i ام، C : ثابت، D : بعد فراکتال جرمی، R_i : قطر ذرات (μm) در کلاس i ام

ج- مدل بیرد و همکاران (۲۰۰۰):

در این مدل، توزیع تجمعی جرم ذرات جامد مدل فراکتال منفذ-جامد PSF^{VA} بر PSD و خاکدانه‌ها بکار رفت:

$$Ms(d \leq d_i) = cd_i^{3-D} \quad (4)$$

در فرمول بالا، $Ms(d \leq d_i)$: جرم یا حجم تجمعی عناصر از کوچک به بزرگ که می‌تواند ذرات جامد و یا منافذ باشد. در مورد منافذ حجم تجمعی بکار می‌رود، d_i : حد بالایی اندازه عناصر در هر کلاس اندازه (خاکدانه‌ها، منافذ یا ذرات)، D : بعد فراکتالی جرمی توزیع اندازه خاکدانه‌ها، ذرات یا منافذ، C : ثابت مدل. مدل PSF با فرض تناسب میان توزیع منافذ و ذرات جامد است و از آن برای محاسبه بعد فراکتالی PSD و هم توزیع اندازه منافذ استفاده می‌شود. پریر و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که هم‌فاز جامد و هم منافذ را می‌توان با توزیع قانون توانی مدل‌سازی کرد.

د- مدل پریر و بیرد (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳):

^{۷۸}. Pore-solid fractal



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

$$M(x \leq x_i) = (D-3)(LD-3) x_i^3 - D \quad (5)$$

در فرمول فوق $M(x \leq x_i)$ جرم خاک یا درصد جرمی خاک تشکیل شده از واحدهایی (مانند ذرات اولیه، ذرات خرد شده و خاکدانه‌های ریز) با قطر کوچک‌تر یا مساوی x_i ، $(x > 1)$ ؛ ثابت مدل، L : حد بالایی اندازه ذرات در هر کلاس اندازه، D : بعد فراکتال جرمی توزیع اندازه ذرات یا خاکدانه‌ها می‌باشند. یک نکته مهم اینکه، روابط اندازه و جرم فراکتالی بر پایه فرض یکسان بودن جرم مخصوص ظاهری می‌باشند (میلان و همکاران، ۲۰۰۶).
برای بررسی دقت و قابلیت اعتماد PTF های ایجاد شده (نقطه‌ای یا پارامتریک) از معیارهای ضریب تبیین (R^2) و مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه دقت مدل‌های فراکتالی برآزش شده با یکدیگر

دقت این مدل‌ها با بهره‌گیری از آماره‌های R^2 و RMSE (برای ۱۲۹ نمونه خاک استفاده شده در این پژوهش)، با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین مقادیر کم‌ترین، بیشترین و میانگین دامنه ابعاد فراکتالی بدست آمده از هر مدل نیز در جدول ۱ آورده شده است. در بین مدل‌های PSD، بیشترین اندازه R^2 و کم‌ترین اندازه RMSE به ترتیب ۸۶/۰ و ۴/۱۰ مربوط به مدل پیر و بیرد (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳) بود. پس از آن به ترتیب مدل‌های کراوچنکو و زانگ (۱۹۹۸)، مدل بیرد (۲۰۰۰) و نهایتاً مدل یانگ و همکاران از نظر دقت برآزش قرار گرفتند.

جدول ۱- بررسی و مقایسه مدل‌های فراکتالی برآزش شده

میانگین ابعاد فراکتالی	بعد مینیمم	بعد ماکزیمم	RMSE	R^2	مدل‌های فراکتالی
-	-	-	میانگین ۵۸/۵۳	میانگین ۸۹/۰	-
۸۲/۲	-	-	۵۸/۵۳	۸۹/۰	۱ مدل یانگ و همکاران (PSD)
۰۶/۰	۶۱/۲	۹۵/۲	۰۴/۱۱	۰۸/۰	۲ مدل پیر و بیرد (PSD)
۷۶/۲	۵/۲	۹۱/۲	(۱۲/۵) ۴/۱۰	۰۹/۰	۳ مدل بیرد (PSD)
۰۸/۰	۵/۲	۹۱/۲	(۸۲/۶) ۱/۱۱	۱۱/۰	۴ مدل کراوچنکو و زانگ (PSD)
۷۶/۲	۵/۲	۹۱/۲	(۶۳/۵) ۸/۱۰	۰۹/۰	۵ مدل تیلر و ویت گرفت (ASD)
۰۷/۰	۵/۲	۹۱/۲	۵۶/۳۱	۸۳/۰	۶ مدل پیر و بیرد (ASD)
۵۶/۱	۵۱/۱	۱۵/۲	۰۴/۱۰	۰۹/۰	۷ مدل بیرد (ASD)
۰۶/۰	۵۱/۱	۱۵/۲	(۵۸/۳) ۱۶/۹	۰۹/۰	۸ مدل تیلر و ویت گرفت (MASD)
۷۸/۲	۵۸/۲	۹۰/۲	(۷۷/۳) ۲۱/۹	(۱/۰) ۸۱/۰	۹ مدل پیر و بیرد (MASD)
۰۶/۰	۵۸/۲	۹۰/۲	۰۴/۱۰	۰۹/۰	۱۰ مدل بیرد (MASD)
۷۲/۲	۲۸/۲	۸۸/۲	(۵۸/۳) ۱۶/۹	۰۹/۰	
۰۸/۰	۲۸/۲	۸۸/۲	(۵۸/۳) ۱۶/۹	۰۹/۰	
۷۱/۲	۴۸/۲	۸۸/۲	(۷۷/۳) ۲۱/۹	(۱/۰) ۸۱/۰	
۰۸/۰	۴۸/۲	۸۸/۲	(۷۷/۳) ۲۱/۹	(۱/۰) ۸۱/۰	
۲۳/۰	۷/۲	۱/۴	(۰۸/۹) ۵۲/۳۳	(۲۵/۰) ۹۱/۰	
۳۱/۲	۷/۲	۱/۴	(۰۸/۹) ۵۲/۳۳	(۲۵/۰) ۹۱/۰	
۷۸/۰	۲۳/۰	۹۹/۲	(۴۶/۱) ۴/۲	(۰۸/۰) ۹۱/۰	
۳۱/۲	۲۳/۰	۹۹/۲	(۴۶/۱) ۴/۲	(۰۸/۰) ۹۱/۰	
۷۸/۰	۲۳/۰	۹۹/۲	(۴۶/۱) ۴/۲	(۰۸/۰) ۹۱/۰	

مقادیر داخل پرانتز در هر بخش، انحراف استاندارد آن بخش می‌باشد.

شاید یکی از دلایل بالا بودن RMSE مدل یانگ و همکاران (۵۸/۵۳) نسبت به سه مدل دیگر، این باشد که مدل یانگ و همکاران تنها یک فراسنجه را برآزش می‌کند در حالی که سه مدل دیگر PSD هر کدام دو فراسنجه را تخمین می‌زنند (جدول ۱). همچنین دلیل دیگر پایین بودن دقت مدل یانگ و همکاران، می‌تواند بزرگتر بودن انحراف استاندارد RMSE این مدل باشد (جدول ۱) که نشان دهنده آن است که پراکنش داده‌ها در مدل یانگ و همکاران بیشتر از سه مدل دیگر است. این موضوع برای سه مدل دیگر PSD نیز صادق است و مدل‌های برگزیده به ترتیب انحراف استاندارد کمتری نسبت به دیگر مدل‌ها دارند. بیات و همکاران (۲۰۱۱) با مقایسه دقت برآزش سه مدل فراکتالی یانگ و همکاران (۱۹۹۳)، بیرد و همکاران (۲۰۰۰) و میلان و همکاران (۲۰۰۳) بر PSD دریافتند که



بیشترین خطا و کمترین R^2 مربوط به مدل یانگ و همکاران (۱۹۹۳) و در مقابل کمترین مقادیر خطا و بیشترین R^2 برای مدل میلان و همکاران (۲۰۰۳) بدست آمد و مدل بیرد و همکاران (۲۰۰۰) حالت حد واسط داشت. با مقایسه مدل‌های فراکتالی برازش شده بر ASD (مدل‌های ۵ تا ۷ در جدول ۱)، می‌توان دریافت که بیشترین اندازه R^2 و کمترین اندازه RMSE به ترتیب ۸۱/۰ و ۱۶/۹ مربوط به مدل پریر و بیرد بود. پس از آن مدل بیرد و در نهایت مدل تیلر و ویتکرفت قرار گرفتند. که می‌توان دلیل پایین بودن آماره‌های دقت مدل تیلر و ویتکرفت را همانند مدل یانگ و همکاران، تک فراسنجه ای بودن این مدل دانست. با مقایسه مدل‌های فراکتالی برازش شده بر MASD نیز معین شد که بیشترین اندازه R^2 و کمترین اندازه RMSE به ترتیب ۹۱/۰ و ۴۰/۲ مربوط به مدل پریر و بیرد بود. سپس مدل بیرد و نهایت مدل تیلر و ویت کرفت قرار گرفتند. همانند مدل‌های PSD و ASD، تفاوت اندازه R^2 و RMSE در بین سه مدل توزیع اندازه خاکدانه‌های درشت به طور قابل توجهی بالا بوده و نشان می‌دهد که مدل‌های پریر و بیرد و بیرد که دارای دو فراسنجه می‌باشند نسبت به مدل تک فراسنجه‌ای تیلر و ویت کرفت برازش بسیار بهتری داشتند. در هر دو بخش ASD و MASD نیز مدل‌های برگزیده دارای انحراف استاندارد کمتری نسبت به دیگر مدل‌ها در هر دو بخش R^2 و RMSE بودند. بیات و همکاران (۲۰۱۱) با مقایسه دقت برازش سه مدل ریو و اسپوزیتو (۱۹۹۱)، تایلر و ویت کرفت (۱۹۹۲) و بارتولی و همکاران (۱۹۹۱) بر توزیع اندازه خاکدانه‌ها دریافتند که بیشترین مقدار خطا برای مدل ریو و اسپوزیتو (۱۹۹۱) بدست آمد که نشان‌دهنده کمتر بودن دقت این مدل در مقایسه با دو مدل دیگر است. آن‌ها نشان دادند که مدل بارتولی و همکاران (۱۹۹۱) کمترین مقدار خطا و بیشترین R^2 را نشان داد و مدل تیلر و ویت کرفت از این نظر حالت حد واسط را داشت و تمامی این تفاوت‌ها معنی‌دار بودند.

بررسی دامنه ابعاد فراکتالی:

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد دامنه ابعاد فراکتالی در مدل‌های مختلف و همچنین در هر بخش PSD، خاکدانه‌های ریز و درشت با یکدیگر متفاوت بودند. مقادیر ماکزیمم و مینیمم و میانگین بعد فراکتالی در هر بخش در جدول ۱ آورده شده است. در بخش PSD، بزرگ‌ترین میانگین ابعاد فراکتالی به ترتیب در مدل‌های یانگ و همکاران، بیرد، پریر و بیرد و کراوچنکو و زانک بودند (به ترتیب ۸۲/۲، ۷۶/۲، ۷۶/۲، ۵۶/۱) که محدوده ابعاد فراکتالی در دو مدل پریر و بیرد و بیرد با یکدیگر مشابه بودند که شاید دلیل این تشابه در اصول ساختاری دو مدل نهفته باشد. در بخش ASD، بیشترین میانگین ابعاد فراکتالی به ترتیب مربوط به مدل تیلر و ویت کرفت، پریر و بیرد و بیرد بود (به ترتیب ۷۸/۲، ۷۲/۲، ۷۱/۲) و در بخش MASD نیز بیشترین میانگین ابعاد فراکتالی به ترتیب مربوط به مدل تیلر و ویت کرفت، پریر و بیرد و بیرد بود (به ترتیب ۳۱/۲، ۳۱/۲، ۷۷/۳) که در این بخش نیز ابعاد فراکتالی دو مدل بیرد و پریر و بیرد با یکدیگر برابر بودند. اما به طور کلی بیشترین میزان بعد فراکتالی به ترتیب در بخش ASD، MASD و PSD به دست آمد. این یافته که اکثر ابعاد فراکتالی مدل‌ها در جدول ۱، محدوده‌ای بین ۰ - ۳ دارند نشان‌دهنده این است که مدل‌های مذکور، توزیع فراکتالی ذرات، خاکدانه‌های ریز و خاکدانه‌های درشت را تأیید می‌کند. نکته حائز اهمیت در نتایج جدول ۱، حداکثر بعد فراکتالی (۱/۴) در مدل تیلر و ویت کرفت برای خاکدانه‌های درشت است. بر اساس مدل فراکتالی تورکات (۱۹۸۶) مقادیر D باید کوچک‌تر از ۳ باشد. چرا که اگر $3D > D_m$ باشد یعنی احتمال تفکیک ذرات بزرگ‌تر از ۱ است و از نظر فیزیکی بی‌معنی می‌باشد. پرفکت و همکاران (۱۹۹۲) با مطالعه ابعاد فراکتالی توزیع اندازه-تعداد (D_n) و توزیع اندازه-جرم (D_m) مشاهده کردند که دامنه تغییرات D_n از ۶۷/۰ تا ۹۲/۳ و برای D_m از ۷۹/۰ تا ۰۶/۴ بود. محققان دیگری نیز D₃ را گزارش نموده‌اند (لاگسدون، ۱۹۹۵؛ تیلر و ویت کرفت، ۱۹۸۹). چند فراکتالی بودن ASD از دیگر دلایل بزرگ‌تر بودن بعد فراکتالی از ۳ است (بیات و همکاران ۲۰۱۱). برای چنین مدل‌هایی باید توجه ویژه‌ای به تخمین اندازه مشخصه ذرات (برای یک کلاس) صورت گیرد و میانگین گیری ریاضی برای بدست آوردن اندازه ویژه (هر کلاس) نباید انجام شود (کزاگ و همکاران، ۱۹۹۶). روش‌های اندازه‌گیری دانسیته ظاهری خاکدانه‌ها نیز بسیار دقیق نیستند (چپیل، ۱۹۵۰) و می‌تواند یکی از دلایل $3D >$ باشد (لاگسدون، ۱۹۹۵). با نگاهی کلی به تمام مدل‌های فراکتالی برازش شده بر داده‌ها این نکته دریافت می‌شود که مدل پریر و بیرد نسبت به دیگر مدل‌ها، دقت برازش بالاتری دارد. همچنین محدوده ابعاد فراکتالی برای هر مدل و در هر توزیع متفاوت بود.

منابع

- ایزدی، ف. و حداد، ش. و مشکسار، م. (۱۳۷۷). هندسه فراکتال و بازتاب آن در معماری. مجله پژوهش شماره ۵۶. صفحه‌های ۷۶ تا ۸۱.
- Bartoli F., Philipppy R., Doirisse M., Niquet S. and Dubuit M. ۱۹۹۱. Structure and self-similarity in silty and sandy soils: The fractal approach. J. Soil Sci, ۴۲: ۱۶۷-۱۸۵.
- Bayat H., Neyshabouri M.R., Mohammadi K. and Nariman-Zadeh N. ۲۰۱۱. Estimating Water Retention with Pedotransfer Functions Using Multi-Objective Group Method of Data Handling and ANNs. PedospHere, ۲۱: ۱۰۷-۱۱۴.
- Bird N.R.A., Perrier E. and Rieu M. ۲۰۰۰. The water retention function for a model of soil structure with pore and solid fractal distributions. Eur. J. Soil Sci, ۵۱: ۵۵-۶۳.
- Chepil W.S. ۱۹۵۰. Methods of estimating apparent density of discrete soil grains. Soil Sci, ۷۰: ۳۵۱-۳۶۲.



- Ersahin S., Gunal H., Kutlu T., Yetgin B. and Coban S. ۲۰۰۶. Estimating specific surface area and cation exchange capacity in soils using fractal dimension of particle-size distribution. *Geoderma*, ۱۳۶ : ۵۸۸-۵۹۷.
- Gee G.W. and Or D. ۲۰۰۲. Particle - Size Analysis. In: Warren, A. D. (ed) *Methods of Soil Analysis. Part ۴. Physical Methods*. Soil Science Society of America Inc, pp. ۲۵۵-۲۹۵.
- Kravchenko A., Zhang R. ۱۹۹۸. Estimating the soil water retention from particle-size distributions: a fractal approach. *Soil Sci*, ۱۶۳, ۱۷۱- ۱۷۹.
- Kozak E., Pachepsky Y. A., Sokolowski S., Sokolowska Z. and Stepniewski W. ۱۹۹۶. A modified number-based method for estimating fragmentation fractal dimensions of soils. *Soil Sci. Am. J*, ۶۰ : ۱۲۹۱ - ۱۲۹۷.
- Logsdon S.D. ۱۹۹۵. Analysis of aggregate fractal dimensions and aggregate densities back-calculated from hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. of Am. J*, ۵۹ : ۱۲۱۶ - ۱۲۲۱.
- Millan H., Gonzalez-Posada M., Aguilar M., Dominguez J. and Cespedes L. ۲۰۰۳. On the fractal scaling of soil data" Particle-size distributions. *Geoderma*, ۱۱۷ : ۱۱۷-۱۲۸.
- Perfect E., Rasiyah V. and Kay B.D. ۱۹۹۲. Fractal dimensions of soil aggregate-size distributions calculated by number and mass. *Soil Sci. Soc. Am. J*, ۵۶ : ۱۴۰۷-۱۴۰۹.
- Perrier E., Bird N. and Rieu M. ۱۹۹۹. Generalizing the fractal model of soil structure: the pore-solid fractal approach. *Geoderma*, ۸۸ : ۱۳۷-۱۶۴.
- Perrier E., Bird N. ۲۰۰۲. Modelling soil fragmentation: the PSF approach. *Soil Tillage Res*, ۶۴, ۹۱-۹۹.
- Perrier E.M.A., Bird N.R.A. ۲۰۰۳. The PSF model of soil structure: a multiscale approach. In: Pachepsky, Ya., Radcliffe, D.E., Selim, H.M. (Eds.), *Scaling Methods in Soil Physics*.
- Rawls W.J., Brakensiek D.L. and Logsdon S.D. ۱۹۹۳. Predicting saturated hydraulic conductivity utilizing fractal principles. *Soil Sci. Soc. Am. J*, ۵۷ : ۱۱۹۳-۱۱۹۷.
- Rieu M. and Sposito G. ۱۹۹۱. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties. I. Theor" *Soil Sci. Soc. Am. J*, ۵۵ : ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Tyler S.W. and Wheatcraft S.W. ۱۹۸۹. Application of fractal mathematics to soil water retention estimation. *Soil Sci. Soc. Am. J*, ۵۳ : ۹۸۷-۹۹۶.
- Turcotte D.L. ۱۹۸۶. Fractal and fragmentation. *J. Geophys. Res*, ۹۱(B۲): ۱۹۲۱ - ۱۹۲۶.
- Tyler S.W. and Wheatcraft S.W. ۱۹۹۰. Fractal process in soil water retention. *Water Resour. Res*, ۲۶ : ۱۰۴۷-۱۰۵۴.
- Tyler S.W. and Wheatcraft S.W. ۱۹۹۲. Fractal scaling of soil particle-size distribution: analysis and limitations. *Soil Sci. Soc. Am. J*, ۵۶ : ۳۶۲-۳۶۹.
- Wsten J.H.M., Pachepsky Y. and Rawls W.J. ۲۰۰۱. Pedotransfer functions: bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. *J. Hydrol*, ۲۵۱ : ۱۲۳-۱۵۰.
- Xu Y.F. and Ping D. ۲۰۰۴. Fractal approach to hydraulic properties in unsaturated porous media. *Chaos, Solitons and Fractals*, ۱۹ : ۳۲۷-۳۳۷.
- Yang P. L., Luo Y.P. and Shi Y.C. ۱۹۹۳. Fractal feature of soil on expression by mass distribution of particle size. *Chin. Sci. Bull.* ۳۸ (۲۰), ۱۸۹۶-۱۸۹۹, (In Chinese).
- Yoder R.E. ۱۹۳۶. A direct method of aggregate analysis and a study of a physical nature of erosion losses. *J. Am. Agron*, ۲۸ : ۳۳۷-۳۵۱.

Abstract

In recent years, using fractal models and concepts have been grown in soil science. In current experiment, the accuracy of fractal models in fitting to the particle size distribution and macro aggregate as well as micro aggregate size distributions were compared and their ranges of fractal dimensions were determined. For this purpose, ۱۲۹ soil samples were gathered from specific locations of Hamedan and Gilan provinces, based on soil series. Then Taylor and Wheatcraft, Baird et al., Perrier and Baird, Young et al and Kravchenko and Zank fractal models were fitted to the particle, macro and micro aggregate size distributions. Results showed that among the fractal models of the particle, macro and micro aggregate size distributions highest coefficient of determination and lowest root-mean-square error were obtained by Perrier and Baird, Baird and Taylor and Wheatcraft models, respectively. Also there was a difference in the ranges of fractal dimensions for each model and each distribution.



تعیین فرسایش پذیری خاک در منطقه تسوج با استفاده از نمودار شمال غرب ایران

شیوا ابراهیمزاده^۱ و امین وطنی^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه آزاد تبریز، ۲- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

چکیده

فرسایش پذیری خاک عاملی پیچیده است که تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و اثرات متقابل بین آن‌ها قرار می‌گیرد. ویژگی‌هایی مانند بافت، ساختمان، مواد آلی و نفوذپذیری در فرسایش پذیری خاک مؤثر هستند. در این مطالعه به بررسی عامل فرسایش پذیری خاک در شهرستان تسوج پرداخته شد. پس از نمونه برداری‌های متعدد، پنج نمونه خاک (لومی، لوم رس شنی، لومی، لوم رسی و لوم سیلتی) انتخاب و به آزمایشگاه انتقال داده شد. پس از انجام آزمایشات مورد نیاز در آزمایشگاه، عامل فرسایش پذیری خاک با استفاده از نمودار شمال غرب تعیین شد. نتایج نشان داد که دو خاک با بافت لوم دارای کمترین میزان فرسایش پذیری بودند که دلیل آن بالا بودن ماده آلی و پایداری خاکدانه در این دو خاک بود. همچنین خاک با بافت لوم رس شنی و لوم سیلتی به دلیل پایین بودن میزان ماده آلی و پایداری خاکدانه دارای بیشترین فرسایش پذیری بودند.

واژگان کلیدی: فرسایش پذیری خاک، تسوج، نمودار شمال غرب

مقدمه

فرسایش خاک فرآیندی است که طی آن جداسازی، انتقال و رسوب ذرات خاک از مکانی به مکان دیگر رخ می‌دهد (Julien, ۱۹۹۵). علاوه بر این فرسایش خاک موجب شستشوی عناصر غذایی خاک‌های سطحی شده و منجر به کاهش حاصل خیزی و قدرت تولید اراضی فرسایش یافته می‌گردد (شریفی، ۱۳۷۹). فرسایش پذیری خاک عبارت از، جداسازی ذرات لایه‌ی روئین خاک به وسیله‌ی قطرات باران یا رواناب است که به‌عنوان یک ویژگی ذاتی خاک با مقداری ثابت شناخته شده است (Renard, ۱۹۹۷). فرسایش پذیری خاک عاملی پیچیده است که تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و اثرات متقابل بین آن‌ها قرار می‌گیرد (Romero et al., ۲۰۰۷). ویژگی‌هایی مانند بافت، ساختمان، مواد آلی و نفوذپذیری در فرسایش پذیری خاک مؤثر هستند (Morgan, ۱۹۹۵). خصوصیات از وجود رس یا مواد آلی منجر به کاهش قابلیت فرسایش پذیری خاک می‌گردند (Iowa Department of Natural Resources (IDNR), ۲۰۰۵). پایداری خاکدانه و نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم مؤثر بر فرسایش پذیری خاک می‌باشند (Hoyos, ۲۰۰۵)، که تحت تأثیر ماده آلی و آهک و نیز بافت خاک قرار می‌گیرند.

ماده آلی (Rodriguez et al, ۲۰۰۶)، آهک (Duiker et al, ۲۰۰۱) در کنار ذرات معدنی (Miller et al, ۱۹۹۸)، از جمله ویژگی‌های خاک هستند که فرسایش پذیری خاک (K) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. پایداری خاکدانه و نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم مؤثر بر فرسایش پذیری خاک می‌باشند (Hoyos, ۲۰۰۵)، که تحت تأثیر ماده آلی و آهک و نیز بافت خاک قرار می‌گیرند. فرسایش پذیری خاک به مفهوم کلی شاخصی است که تأثیر آن بر کل فرسایش آبی در تحقیقات مختلف (Lei et al., ۲۰۰۸) مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این تحقیق تعیین عامل فرسایش پذیری خاک در اراضی ماری حوضه تسوج و مطالعه عوامل مؤثر بر آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پس از مطالعه دقیق منطقه مورد نظر شامل نقشه‌های زمین شناسی، توپوگرافی و مطالعات صحرایی، اطلاعات حاصل برای منطقه نمونه برداری بدست آمد. براساس اطلاعات بدست آمده و نمونه برداری متعدد از تمام نقاط منطقه، ۵ نمونه خاک با بافت‌های لومی، لوم رسی، لومی، لوم رس شنی و لوم سیلتی انتخاب شد. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها، نمونه‌ای از هر خاک به آزمایشگاه منتقل شد. توزیع اندازه ذرات خاک به روش هیدرومتری (Gee et al., ۱۹۸۶)، ماده آلی به روش والکی بلاک (Walkly and black., ۱۹۳۴)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی به وسیله اسید کلریدریک یک نرمال (Page et al., ۱۹۸۷) اندازه گیری شد. همچنین ضریب آبگذری اشباع خاک (Ks)، به روش بار آبی ثابت در نمونه دست نخورده (Dena and Topp., ۲۰۰۲) و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار به روش الک تر در خاکدانه‌هایی بین ۴ تا ۶ میلی‌متر به روش مکانیکی با استفاده از الک‌های ۷۵/۴، ۲، ۱، ۵/۰، ۲۵/۰ و ۱۵/۰ میلی‌متر (Yoder, ۱۹۳۶) به مدت یک دقیقه اندازه گیری شد.

برای تعیین عامل فرسایش پذیری خاک از روش نمودار شمال غرب ایران بهره گرفته شد که معادله آن به شرح زیر می‌باشد:
$$K = 0.00999 / 0.974 \times 5 - 10 \text{ CS} - 6 / 3 \times 5 - 10 \text{ Lime} - 0.01674 / 0 \text{ MWD} - 0.0064 / 0 \text{ KS} \quad (1)$$

که در آن K عامل فرسایش پذیری خاک در USLE بر حسب تن در ساعت بر مگاژول میلی‌متر، CS شن درشت (%)، آهک (%، MWD میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)، KS هدایت هیدرولیکی خاک (Cmh-۱) است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده ۵ نمونه مورد نظر در جدول ۱ آورده شده است. بیشترین مقدار پایداری خاکدانه در خاک‌ها با بافت لومی مشاهده شد. این موضوع به دلیل بالا بودن ماده آلی در این دو خاک می‌باشد. همچنین کمترین مقدار پایداری خاکدانه در خاک با بافت لوم رسی مشاهده شد که دلیل آن پایین بودن درصد ماده آلی است. بیشترین مقدار درصد شن ریز در خاک لوم رسی و لوم سیلتی و کمترین مقدار آن در خاک‌های با بافت لومی مشاهده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های اندازه‌گیری شده

نمونه	لومی	لوم رسی	لومی	لوم رسی	لوم سیلتی
شن (%)	۴۶	۵۸	۳۴	۲۵	۱۶
رس (%)	۱۸	۲۰	۲۴	۳۰	۲۶
سیلت (%)	۳۶	۲۲	۴۲	۴۲	۵۸
شن درشت (%)	۱۸	۸/۱۶	۴/۲۳	۷/۲۲	۵/۳۰
شن ریز (%)	۷/۸	۴/۱۲	۷	۷/۹	۲/۹
آهک (%)	۲۵/۱۸	۲۵/۱۸	۷۵/۲	۲۵/۱۶	۵/۱۷
ماده آلی (%)	۴۲/۱	۲۲/۰	۱۶۹/	۳۶۱/۰	۶۰۲/۰
پایداری خاکدانه (میلیمتر)	۷/۱	۲/۰	۶/۱	۳/۱	۷۵/۰
هدایت هیدرولیکی (سانتیمتر بر ساعت)	۳/۳	۰/۱/۱	۵۴/۲	۵/۰	۲۷/۱

در جدول شماره ۲ مقادیر محاسبه شده عامل فرسایش‌پذیری با استفاده از نمودار شمال غرب ایران ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده واضح است که دو نمونه‌ی خاک با بافت لومی کمترین و در دو خاک با بافت‌های لوم رسی و لوم سیلتی بیشترین فرسایش‌پذیری محاسبه شده است.

جدول ۲- فرسایش‌پذیری محاسبه شده توسط روش نمودار شمال غرب ایران

نمونه	لومی	لوم رسی	لومی	لوم رسی	لوم سیلتی
عامل فرسایش‌پذیری	۰۰۴۷/	۰۰۸۸/۰	۰۰۵۵/۰	۰۰۷۳/	۰۰۷۷/۰

با توجه به نتایج به دست آمده واضح است که دو خاک با بافت لومی به دلیل بالا بودن درصد ماده آلی بالا و به دنبال آن افزایش مقدار پایداری خاکدانه دارای فرسایش‌پذیری پایین‌تری نسبت به دیگر خاک‌ها هستند. در خاک لوم رسی شنی به دلیل پایین بودن درصد ماده آلی و به دنبال آن کاهش در مقدار پایداری خاکدانه، بیشترین میزان فرسایش‌پذیری خاک به دست آمد. تحقیقات نشان می‌دهد که وجود ماده آلی در خاک با بهبود پایداری خاکدانه (Troeh et al., ۱۹۹۹) مانع از فروپاشی آنها شده (Emadi et al., ۲۰۰۹) و موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و نیز نفوذپذیری خاک (Siegrist et al., ۱۹۹۸) می‌شود. همبستگی منفی تولید رسوب با ماده آلی در تحقیقات فیض‌نیا و همکاران (۱۳۸۴)، کاسمن و همکاران (۱۹۸۳) و دوبکر و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان داده شده است. با کاهش ماده آلی خاک، پایداری خاکدانه‌های مرطوب، میانگین وزنی قطر خاکدانه و تخریب ساختمان خاک طی تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی، این عمل موجب افزایش فرسایش‌پذیری خاک خواهد شد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۹). پایداری خاکدانه و نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم مؤثر بر فرسایش‌پذیری خاک می‌باشند (Hoyos, ۲۰۰۵)، که تحت تأثیر ماده آلی و آهک و نیز بافت خاک قرار می‌گیرند.

با توجه نتایج، بیشترین مقدار درصد شن ریز مربوط به خاک لوم رسی شنی و کمترین میزان درصد شن ریز مربوط به خاک لومی می‌باشد. رومرو و همکاران (۲۰۰۷) در نتایج خود نشان دادند که خاک‌های با درصد بالای شن ریز دارای بالاترین میزان فرسایش‌پذیری خاک هستند و برعکس خاک‌های با کمترین درصد شن ریز دارای کمترین میزان فرسایش‌پذیری هستند.

منابع

- فیض‌نیا س، خواجه م و غیومیان ج، ۱۳۸۴. بررسی اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و آب و هوایی در تولید رسوب ناشی از فرسایش سطحی خاک‌های لسی. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۶۶، صفحه‌های ۱۴ تا ۲۴
- سلیمانی، ک، آزموه، ع. ۱۳۸۹. بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فرسایش‌پذیری خاک. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۴: ۱۱۱-۱۲۴.
- شریفی، ف. ۱۳۷۹. پیشگفتار دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، خرم‌آباد.
- Dena, JH. and GC. Topp. ۲۰۰۲. Method of Soil analysis. Part ۴: Physical method. Soil Science Society of America Books Series: ۵. Madison, WI: Soil Science Society of America Journal.
- Duiker, SW., DC. Flanagan. and R. Lal. ۲۰۰۱. Erodibility and Infiltration Characteristics of Five Major Soils of Southwest Spain, Catena. ۴۵(۲): ۱۰۳-۱۲۱.



- Emadi M, Baghernejad M and Memarian HM, ۲۰۰۹. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. *Land Use Policy* ۲۶: ۴۵۲-۴۵۷.
- Gee, GH. and JW. Bauder. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute, (ed). *Methods of soil Analysis. Physical Properties*. SSSA, Madison, WI. ۹: ۳۸۳-۴۱۱.
- Hoyos, N. ۲۰۰۵. Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes. *Catena*, ۶۳: ۸۵-۱۰۸.
- Iowa department of Natural Resources (IDNR). ۲۰۰۶. Iowa construction site erosion control manual hand book. ۱۴۷ PP.
- Julien, P.Y. ۱۹۹۵. *Erosion and sedimentation*. Cambridge University Press, ۲۸۰ P.
- Kasman Z, shainberg I and Gal M, ۱۹۸۳. Effect of low levels of exchangeable Na and applied phosphogypsum on infiltration rate of various soils. *Soil science society of American Journal* ۱۳۵: ۱۸۴-۱۹۲.
- Lei, TW., QW. Zhang., LJ. Yan., J. Zhao. and YH. Pan. ۲۰۰۸. A rational method for estimating erodibility and critical shear stress of an eroding rill. *Geoderma*. ۲۴۴ (۴): ۶۲۸-۶۳۳.
- Morgan RPC. ۱۹۹۵. *Soil Erosion and Conservation*. Second Edition. Longman Group Ltd. U.K. PP. ۲۹۰.
- Miller, R.W. and Gardiner, D.T. ۱۹۹۸. *Soils in our environment*. ۸th edition, Prentice-Hall Inc. United State of America, PP. ۷۵-۸۱.
- Page, MC., DL. Sprrks. and MR. Noll. ۱۹۸۷. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal. Plain soils. *Soil Science Society of America Journal*. ۵۱: ۱۴۶۰-۱۴۶۵.
- Renard, K.G., Foster, G.A., Weesies, D.A., McCool, D.K. and Yoder, D.C. ۱۹۹۷. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Agriculture Handbook No. ۷۰۳*. USDA, Washington, DC.
- Romero, CC., L. Stroosnijder. and AB. Guillermo. ۲۰۰۷. Interrill and rill erodibility in the northern Andean Highlands. *Catena*. ۷۰: ۱۰۵-۱۱۳.
- Siegrist S, Schaub D, Pfiffner L and Mader P, ۱۹۹۸. Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* ۶۹: ۲۵۳-۲۶۴.
- Troeh FR, Hobbs JA and Donhue RL, ۱۹۹۹. *Soil and water conservation-productivity and environmental protection*. Prentice Hall, New Jersey, ۶۱۰ PP.
- Walkly, A. and IA. Black. ۱۹۳۴. An examination of digestion methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic and titration. *Soil Science Society of America Journal*. ۳۷: ۲۹-۳۸.
- Yoder, RE. ۱۹۳۶. A direct method of aggregate analysis and a study of a physical nature of erosion losses. *Journal of American Agronomy*. ۲۸: ۳۳۷-۳۵۱.

Abstract

The soil erodibility is complex factor that affect the physical and chemical properties of the soil and the interactions between them. Properties such as texture, structure, organic matter and permeability are effective on soil erodibility. In this study, was paid to determine soil erodibility factor in Tasuj city. After numerous sampling, were selected the five samples of soil (loam, sandy clay loam, loam, clay loam and silt loam) and transferred to the laboratory. After performing the required experiments in the laboratory, soil erodibility factor was determined using the nomograph North West. The results showed that two loamy soils there were soil erodibility least that due to were the high levels of organic matter and aggregate stability in these soils. Also sandy clay loam and silty loam soils due to the low organic matter and aggregated stability have highest soil erodibility.



بررسی پلیمر سوپر جاذب $200A$ بر جذب آب با هدایت الکتریکی مختلف

ثریا بندک^۱، سید علیرضا موحدی نائینی^۲ ابراهیم زینلی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشکده آب و خاکدانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲-
دانشیار گروه خاک شناسیدانشکده آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- دانشیار گروه زراعتدانشکده
تولیدات گیاهی دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

از جمله اقداماتی که در مناطق خشک و نیمه خشک می توان به وسیله آن به حفظ و ذخیره رطوبت در خاک کمک کرد، بهره گیری از اصلاح کننده های خاک می باشد. یکی از راه کار های افزایش بازده آبیاری در این مناطق استفاده از هیدروژل ها است. پلیمرهای سوپر جاذب گروهی از اصلاح کننده ها می باشند که می توانند آب به دست آمده از آبیاری یا بارندگی را جذب کرده و از فرونشست عمقی آن جلوگیری کنند. در این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر املاح بر جذب آب توسط پلیمر سوپر جاذب A طرحی در قالب کاملاً تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل (2×1) با دو فاکتور نوع محلول (با دو سطح کلرید سدیم و کلرید کلسیم) و هدایت الکتریکی محلول در ۱۱ سطح و سه تکرار در شرایط آزمایشگاه انجام گردید و نتایج بیان کننده این است که با هدایت الکتریکی مختلف از سدیم کلرید و کلسیم کلرید و عصاره گیری خاک با بافت سیلت کلی که با آب مقطر مقایسه شده با افزایش هدایت الکتریکی به طور معنی دار کاهش یافته است

کلمات کلیدی: نگه داری آب، هدایت الکتریکی، سوپر جاذب، اصلاح کننده

مقدمه

شوری آب و خاک یکی از فاکتورهای محدود کننده تولیدات کشاورزی است تعیین شوری خاک از آنجایی که این املاح در روی گیاه غالباً بطور غیرمستقیم و از طریق تاثیر بر پتانسیل اسمزی و در نتیجه کاهش جذب رطوبت بوسیله ریشه ها و بذره های جوانه زده تاثیر میگذارد دارای اهمیت فراوانی است لذا کشت دائم خاک مستلزم کنترل شوری است یکی از مهمترین اثرات تنش شوری کاهش پتانسیل اسمزی است که باعث خشکی فیزیولوژیک گیاه میشود از این رو استفاده از پلیمر سوپر جاذب میتواند نیاز آبی گیاه را بر طرف نموده و اثر تنش شوری را کاهش دهد. در بسیاری از کشورها به علت داشتن اقلیم خشک و نیم خشک، افزودن بر کمبود مقدار بارندگی، توزیع آن نیز مناسب است. بنابراین، افزایش بازده آبیاری، اعمال مدیریت صحیح و به کار گیری شیوه های کار آمد به منظور نگه داشت آب کافی در خاک برای بهره برداری بهینه از منابع محدود آب و نیل به عملکرد مطلوب ضروری می باشد. یکی از این راهبردها، استفاده از پلیمر های ابر جاذب در خاک می باشد که کاربرد ی فراگیر در جهان یافته است پلیمر های سوپر جاذب قابلیت جذب مقادیر زیادی آب و مواد غذایی را دارند و افزون بر تامین آب و مواد غذایی را دارند و افزون بر تامین بهینه آب مصرفی گیاهان، از کم ترین هدر روی به وسیله تبخیر و ایشویی بر خوردارند. با اعمال مدیریت صحیح و به کار گیری فن آوری های پیشرفته، از طریق حفظ رطوبت، افزایش نگه داری آب در خاک و به طور کلی بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، می توان بازده مصرفی را افزایش داد کیخایی (۱۳۸۱)، بهبهانی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که کاربرد پلیمر استاکو سورب باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک شد، به طوری که باعث افزایش مقادیر هدایت الکتریکی و رطوبت اشباع خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شد. سوپر جاذبها نقش غیر مستقیم آن جذب سریع آب و ممانعت از رواناب و افزایش نفوذ پذیری خاک منطقه ریشه و کاهش تبخیر سطحی آب است. سوپر جاذبها به دلیل فشار اسمزی خاص خود آب را به مدتی زیادی در خود نگه می دارد و مانع بخار شدن خاک می گردد. آزمایشات نشان داده است که سوپر جاذب تبخیر آب را تا ۲۰ درصد کاهش می دهد (اگابا ۲۰۱۰). این پلیمرها از پلی اکریلات پتاسیم و کوپلیمرهای پلی اکریل امید ساخته شده و ویژگی منحصر به فرد آن بالا بودن ظرفیت جذب و حفظ آن است. این مواد پلیمر جاذب نقشی مهمی در بهبود کمبود آب و نسبت استفاده در مناطق خشک و نیم خشک دارند (باکاس و همکاران ۲۰۰۲). تاثیر به سزایی مواد سوپر جاذب $200A$ بر روی ظرفیت نگه داری آب در انواع خاک های مختلف و همچنین بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش ظرفیت نگه داشت آب و ماده غذایی در خاک و تاخیر زمانی در رسیدن به نقطه پژمردگی دائم، و به تاخیر انداختن، چندین گیاه تحت تنش آبی است؟ اوسکارت و همکاران ۲۰۰۳، اور کریزا و همکاران ۲۰۰۹). عابدی کوپایی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که پلیمر سوپر جاذب $200A$ با سطوح ۴ و ۶ گرم در کیلو گرم توانست مصرف آب سرو نقره های و برگ نورا به ۳۰ درصد کاهش داد. کاهش هدایت الکتریکی خاک به این علت است که پلیمر می تواند مقادیر زیادی آب و محلول های فیزیولوژیکی را جذب و در خود نگه دارد، وجود آب زیاد در خاک باعث رقیق شدن غلظت املاح و پایین آمدن هدایت الکتریکی خاک می شود رضانی و همکاران، (۲۰۰۵) به همین علت با افزایش میزان پلیمر در خاک، هدایت الکتریکی کاهش یافته است. بال و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر انواع سوپر جاذب ها را بر هدایت الکتریکی در رطوبت های مختلف خاک بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

که هدایت الکتریکی خاک در رطوبت های مختلف و بسته به نوع سوپر، رفتار متفاوتی دارد. در رطوبت های خیلی کم (۱۴ درصد رطوبت) کاهش EC با افزایش سوپر جاذب معنی دار نبوده است و در رطوبت های خیلی زیاد (۸۶ درصد رطوبت) افزایش سوپر جاذب در مقدار کم باعث کاهش EC و در مقادیر زیادتر باعث افزایش EC شده است. نتایج میچینگان (۲۰۰۶) و سولروریرا و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که با استفاده از سوپر جاذبها میزان ظرفیت نگهداشت آب خاک به میزان ۴-۲ برابر در بافت لوم شنی، ۲-۱.۵ برابر در بافت لومی و ۱-۱.۵ برابر در بافترسی افزایش یافته است

مواد و روش ها

جذب آب توسط ماده جاذب رطوبت در محلول های با هدایت الکتریکی متفاوت به منظور بررسی میزان تفاوت جذب آب توسط ماده جاذب رطوبت سوپر جاذب ۲۰۰A در محلول های با هدایت الکتریکی و نوع کاتیون فلزی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت آزمایشی فاکتوریل (۲*۱۱) با دو فاکتور نوع محلول (با دو سطح کلرید سدیم و کلرید کلسیم) و هدایت الکتریکی محلول در ۱۱ سطح و سه تکرار انجام گردید. بدین وسیله با استفاده از نمک کلرید کلسیم و سدیم به طور جداگانه محلول های با هدایت الکتریکی متفاوت (۰، ۰.۲۵، ۰.۵، ۱، ۱.۵، ۲، ۳، ۴، ۳.۵، ۴.۵ میلی موس) تهیه گردید. مقدار معین از مقدار از جاذب رطوبت (۰.۲ گرم) در داخل ۶۶ پتری ریخته شده و از محلول های تهیه شده به مقدار مساوی (۶۰ سانتی متر مکعب) به هر پتری دیش اضافه گردید و پس از گذشت دو ساعت که مواد به اندازه کافی جذب نمودند نمونه ها را بر روی قیفی که داخل آن کاغذ صافی واتمن قرار داشت و خود قیف را بر روی استوانه مدرج مستقر بود ریخته و اجازه داده شده محلول اضافی که جذب نشده است. از آن خارج شود از تفاضل مقدار عصاره اضافه شده و مقدار عصاره خارج شده مقدار جاذب عصاره توسط ماده جاذب رطوبت بدست آمده بدین ترتیب مقدار هدایت الکتریکی که توسط ماده جاذب گردید، تعیین شد و همچنین جذب آب توسط ماده جاذب در عصاره خاک رس سیلتی که از آن خاک عصاره اشباع تهیه گردید و ۵۰ سانتی متر مکعب از عصاره و ۵۰ سانتی متر مکعب آب مقطر به ۰.۲ گرم از ماده جاذب رطوبت در داخل پتری در هشت تکرار اضافه شده بعد از گذشت دو ساعت نمونه ها را بر روی کاغذ صافی ریخته و میزان آب خارج شده را در استوانه مدرج اندازه گیری نمودیم و مقدار عصاره خارج شده توسط ماده جاذب رطوبت بدست آمده و مقدار عصاره خاک که توسط سوپر جاذب جذب گردید، تعیین می شود. در جدول ۱ خصوصیات سوپر جاذب آورده شده مقایسه میانگین به روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار SAS و برای رسم نمودارها از نرم افزارها Excel استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات پلیمر ۲۰۰ absorbant A

محتوای رطوبت %	چگالی ((g/cm ³)	pH	اندازه ذرات (m)	ظرفیت جذب آب (gr/gr)	
				آب مقطر	آب معمولی
۵-۷	۱/۴-۱/۵	۷-۶	۵۰-۱۵۰	۲۴۰	۱۹۰
					۴۵

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقدار جذب آب توسط پلیمر سوپر جاذب در عصاره اشباع خاکی با بافت سیلتی کلی و آب مقطر در جدول ۲ آورده شده بین هدایت الکتریکی و آب مقطر و عصاره اشباع خاک رسی سیلتی از نظر میزان جذب آب توسط ماده جاذب رطوبت اختلاف معنی دار مشاهده می شود جدول ۳ مقایسه میانگین نشان می دهد که با افزایش هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک مقدار جذب رطوبت به طور معنی دار کاهش می یابد. جذب آب توسط ماده جاذب رطوبت، در آب مقطر و با میانگین جذب آب ۲/۲۳۰ برابر واحد جرم ماده جاذب رطوبت بیشترین مقدار را به خود اختصاص می دهد. نتایج مربوط به تجزیه واریانس پلیمر در محلول های کلرید کلسیم و کلرید سدیم در جدول ۴ آورده شده است. اعداد این جدول نشان دهنده ی که بین محلول های کلرید سدیم و کلرید کلسیم از نظر جذب آب توسط ماده جاذب رطوبت اختلاف معنی دار وجود دارد. مقدار جذب آب در محلول کلرید سدیم با میانگین ۲۱/۱۰۴ برابر وزن ماده خشک سوپر جاذب، بیشتر از محلول کلرید کلسیم با میانگین جذب ۲۸/۷۹ برابر بود بین محلول های که هدایت الکتریکی متفاوت دارند از نظر میزان جذب آب توسط ماده جاذب اختلاف معنی دار مشاهده گردید. و در جدول ۵ مقایسه میانگین جذب آب توسط محلول سدیم کلرید و کلسیم کلرید نشان می دهد که در محلول کلرید سدیم با افزایش هدایت الکتریکی میزان جذب آب توسط پلیمر کاهش می یابد. بین EC صفر، ۰.۲۵، ۰.۵، ۱، ۱.۵، ۲، میلی موس بر سانتی متر از نظر جذب اختلاف معنی دار وجود داشت. اما از هدایت الکتریکی ۲ تا ۵/۴ تفاوت معنی دار مشاهده نشد. و اختلاف بین سطوح مختلف کاهش یافت. آب مقطر با هدایت الکتریکی صفر میلی موس بر سانتی متر و با میانگین جذب ۷/۲۲۶ برابر وزن ماده خشک بیشترین مقدار جذب و محلول کلرید سدیم با هدایت الکتریکی ۵/۴ میلی موس بر سانتی متر و میانگین جذب ۸/۴۶ برابر وزن ماده خشک کم ترین مقدار جذب را دارند. در محلول کلرید کلسیم بین هدایت الکتریکی صفر تا ۱ میلی موس بر سانتی متر از نظر جذب آب تفاوت معنی دار مشاهده می شود. از هدایت الکتریکی ۵/۱ و ۵/۴ با افزایش EC کاهش جذب آب به تدریج کمتر می شود به طوری که از هدایت الکتریکی ۱ تا ۵/۴ میلی موس بر سانتی متر تفاوت معنی دار مشاهده نشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- تجزیه واریانس عصاره اشباع خاک رسی سیلنتی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مقدار جذب آب
EC	۲	۴۴/۶۹۷۸**
کل	۲۳	

جدول ۳- مقایسه میانگین عصاره اشباع خاک رسی سیلنتی

منابع تغییرات	هدایت الکتریکی (mmho/cm)	مقدار جذب آب (گرم بر کیلو گرم)
آب مقطر	۰	۲/۲۳ ^a
عصاره اشباع سیلنتی کلی	۷۵۱/۰	۳/۱۶۷ ^b

جدول ۳ - تجزیه واریانس محلول سدیم کلرید و کلسیم کلرید با هدایت الکتریکی مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مقدار جذب
محلول نمک	۱	۸/۸۳۲۷**
EC	۱۰	۴/۲۰۶۷۹**
محلول نمک* EC	۱۰	۸/۱۶۴**
e	۴۴	۹/۲۱
t	۶۵	

جدول ۴ - مقایسه میانگین محلول سدیم کلرید و کلسیم کلرید با هدایت الکتریکی متفاوت

منبع تغییرات	نوع محلول	۰	۲۵/۰	۵/۰	۱	۵/۱	۲	۵/۲	۳	۵/۳	۴	۵/۴
جذب آب	کلرید سدیم	۲/۲۳ ^a	۷/۱۰۴ ^b	۸/۱۳۵ ^c	۴/۱۰۵ ^d	۴/۱۸۶ ^e	۷/۷۱ ^f	۱/۶۵ ^g	۱/۵۶ ^g	۵۰/۶ ^{hi}	۸/۴ ^{ie}	۸/۴ ^{ie}
	کلرید											

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات فوق می توانند دریافت که یکی از عوامل موثر در اثر گذاری مواد جاذب رطوبت نوع کاتیون های موجود در محلول و مقدار آن می باشد. آبگیری ژل جاذب با حضور کاتیون یک ظرفیتی و در ظرفیتی در جذب آب توسط هیدروژل بیش از کاتیون های یک ظرفیتی است. پلیمر سوپر جاذب در آب مقطر ۲۳۰ برابر وزن خود آب جذب می کند. این در حالی است که مقدار جذب در عصاره اشباع خاک سیلنتی کلی ۱۷۴ برابر کاهش می یابد و نتایج آزمایش نشان میدهد که تنها نوع کاتیون موجود در محلول خاک نیز در هنگام استفاده از این مواد باید در نظر گرفته شود.

منابع

بهبهانی، س. م. ر.، مشهدی، ر.، رحیمی خوب، ع. و م. ه. نظری فر، ۴۸۶۶. بررسی تأثیر پلیمر سوپر جاذب استاکوسورب پر پیاز رطوبتی آبیاری قطره‌ای و خصوصیات فیزیکی خاک. مجله آبیاری و زهکشی ایران، جلد سوم، شماره یک، صفحات ۲۶ تا ۴۸۸ کیخایی ف، ۱۳۸۱. تأثیر کارایی سوپر جاذب در گیاهان، صفحه‌های ۹۴ تا ۱۰۴، دومین دوره تخصصی - آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران.

Abedi Koupai, J., and Mesforoush, M. ۲۰۰۹. Evaluation of superabsorbent polymer application on yield, water and fertilizer use efficiency in cucumber (Cucumis sativus). Iran. J. Irrig. Drain. ۲: ۳. ۱۰۰-۱۱۱. (In Persian)



- Agaba, H., Lawrence, J., Orikiriza, B., Francis J., Osoto, E., Obua, J., David, JohnKabasa, Huttermann, A., (۲۰۱۰). Effects of Hydrogel Amendment to Different Soil on Plant Available Water and Survival of Trees under Drought Conditions Clean -Soil, Air, Water ۲۰۱۰, ۳۸ (۴), ۳۲۸ - ۳۳۵.
- Bakass, M., Mokhlisse, A., Lallemand, M., ۲۰۰۲. Absorption and desorption of liquid water by a superabsorbent polymer: effect of polymer in the drying of the soil and the quality of certain plants. J. Appl. Polym. Sci. ۸۳, ۲۳۴-۲۴۳.
- Bal, W., Zhang, H., Wu, L.Y., and Song, J. ۲۰۱۰. Effects of super- absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. Soil use and management, ۲۶: ۲۵۳-۲۶۰.
- Michigan, J. ۲۰۰۶. Hydrogel Polymer Effects on Available Water Capacity and Percolation of Sandy Soils at Al - Hassa, Saudi Arabia. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers
- Orikiriza, L.J.B., Agaba, H., Tweheyo, M., Eilu, G., Kabasa, J.D., Huttermann, A., ۲۰۰۹. Amending soils with hydrogels increases the biomass of nine tree species under non-water stress conditions. Clean Soil Air Water ۳۷, ۶۱۵-۶۲۰.
- Oscroft, D.G., Little, K.M., Vireo, P.W.M., ۲۰۰۰. The Effect of a Soil-Amended Hydrogel on the Establishment of Pinus elliottii in Caribbean Coastal Sands (ICFR Bulletin Series), vol. ۱۹. ICFR, pp. ۸.
- Soler - Rovira, J., Usano - Martines, M.C., Fuentes - Prieto, I., Arroyo - Sanz, J.M., and Onzalez - Torres, F.G. ۲۰۰۶. Retention and Availability of Water of Different Soils Amended With Superabsorbent Hydrogels. Department of Agronomy, Escuela Universitaria de Ingenieria Tecnica Agricola, Universidad Politecnica de Madrid, Spain.
- Ramezani, H.M.J., Kabiri, K., Yosefi, A.A., and Langroodi, A.E. ۲۰۰۵. Rheologic behaviors of acrylic super absorbent polymers in swelled status. Proceeding of ۱۰th National Iranian Chemical Engineering Congress. Pp: ۵۱۸۶-۵۱۹۱. Sistan and Chaharmahal University, Zahedan, Iran. (In Persian)

Abstract

Using of soil conditioners is a method for retaining and storing the soil moisture in arid and semi arid areas. Application of hydrogels is a solution to increase irrigation efficiency in this area. Super absorbent polymers are conditioner's group which can absorb precipitation or irrigation water and prevent from water. In this study, to evaluate the superabsorbent polymer water absorption a completely randomized design in a factorial experiment (۱۱*۲) with two factor solutions (with two levels of sodium chloride and calcium chloride) and electrical conductivity of the solution in ۱۱ levels and three replications was carried out to evaluate the effects of super absorbent polymer. The water capacity of superabsorbent polymer was tested with different concentration (۰, ۰.۲۵, ۰.۵, ۱.۵, ۲.۵, ۳.۵, ۴.۵) of mono and divalent electrolyte solution and also in our silty clay saturated paste extract were investigated in laboratory condition. Its absorption capacity was significantly reduced by increasing electrolyte conduction and in our soil extract compared with distilled water.



ارزیابی مدیریت های آبیاری باغات پسته منطقه اردکان

مهدی کریمی زارچی^۱ و سید علی محمد چراغی^۲
۱- عضو هیئت علمی مرکز ملی تحقیقات شوری، ۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

سابقه طولانی کشت گیاه پسته، اقلیم گرم و خشک منطقه، پایین بودن کمیت و کیفیت منابع آب، خرده مالکی بودن باغ ها و همچنین سخت کوشی کشاورزان منطقه اردکان موجب شده است تا مدیریت های مختلفی از باغ های پسته در منطقه شمال اردکان شکل گیرد. جهت شناسایی این مدیریت ها اقدام به انتخاب نه باغ پسته با مدیریت های مختلف که با ابهای با کیفیت های مختلف آبیاری می شدند گردید. اطلاعات هر باغ در فرمهای مخصوص جمع آوری گردید. به منظور مشخص کردن حجم آب مصرفی در هر باغ نسبت به تعیین دبی آب آبیاری، مساحت باغ، دور و مدت زمان آبیاری اقدام گردید. به غیر از تجزیه کامل منابع آب و خاک، جهت تعیین اثرات مدیریت های اعمالی بر وضعیت آب و املاح خاک، میزان رطوبت و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در طول یک سال زراعی و تا عمق ۱/۲ متری خاک اندازه گیری شد. نتایج این تحقیق نشان داد که حجم آب مصرفی سالیانه در باغ های مورد مطالعه بین ۱۶۹۰۰ تا ۳۶۵۰۰ مترمکعب در سال متغیر بوده و بیشتر از نیاز آبی درختان پسته می باشد. بالا بودن عمق و حجم آب آبیاری همراه با فواصل زیاد بین آبیاری ها در باغ های پسته منطقه شمال اردکان موجب افزایش میزان بر خه آبشویی در این باغ ها که طی سالیان متمادی نیز ادامه داشته است شده است و تغییر اندک مکانی و زمانی شوری خاک را باعث شده و شرایط حرکت آب و املاح در این باغ ها به شرایط ماندگار نزدیک کرده است. این واقعیت ممکن است موجب انتقال املاح به لایه های پایین خاک شده و موجب آلودگی ابهای زیرزمینی گردد.

واژه های کلیدی: پسته، شوری، آبیاری، اردکان

مقدمه

اقلیم گرم و خشک استان یزد همراه با پایین بودن وضعیت کیفی و کمی منابع آب و خاک این استان شرایطی را بوجود آورده است که عمدتاً گیاهانی توانایی رشد موفق در این محیط را دارند که به تنش های محیطی نظیر خشکی و شوری مقاوم باشند. کشاورزان استان یزد در طول سالیان گذشته به خوبی دریافته اند که گیاه پسته سازگاری خوبی با محیط پر تنش استان یزد دارد. بنابراین کشت این گیاه به عنوان یکی از گیاهان مقاوم به خشکی و شوری بوسیله کشاورزان این استان از قدیم الایام رایج بوده و سابقه طولانی دارد به نحوی که سن برخی از درختان پسته در منطقه شمال اردکان به بیش از ۴ قرن میرسد. بدون تردید، حاصل این سابقه طولانی در تولید پسته شکل گیری تجارب ارزشمند است که شناسایی این تجارب و مکتوب کردن آنها می تواند به عنوان راهنما در انجام فعالیت های آینده مفید واقع شود. خرده مالکی بودن زراعت و باغبانی در منطقه نیز از دیگر مشخصات کشاورزی در منطقه اردکان است که به شکل گیری تجارب و مدیریت های مختلف کمک کرده است. دهقانی و گلشن (۱۳۸۰) طی بررسی های خود به این نتیجه رسیدند که به طور متوسط از هر حلقه چاه با دبی متوسط ۲۰ لیتر در ثانیه حدود ۱۰۰ بهره بردار استفاده می نمایند. از دیگر ویژگی های منطقه شمال اردکان که بررسی مدیریت های موجود را جالب تر ساخته است پایین بودن کیفیت منابع آب و خاک منطقه می باشد. بر اساس گزارش دهقانی و گلشن (۱۳۸۰) به غیر از تعداد معدودی از قنوات موجود، هدایت الکتریکی منابع آب زیرزمینی منطقه که توسط چاه های عمیق، نیمه عمیق و قنوات استخراج می گردد از ۱۰ الی ۲۳ دسی زیمنس بر متر متغیر است. لذا تحقیق اخیر در راستای ارزیابی مدیریت های بهره برداری از منابع آب و خاک باغات پسته منطقه اردکان تهیه و اجرا گردید.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی مدیریت های استفاده از منابع آب و خاک باغات پسته منطقه اردکان، نه باغ پسته واقع در نه منبع آب با کیفیت های مختلف از منطقه شمال اردکان انتخاب و مدیریت آنها به مدت سه سال مورد ارزیابی قرار گرفت. مهمترین عوامل مدیریتی که در این تحقیق اندازه گیری شد عبارت بودند از عمق و حجم آب آبیاری در هر نوبت آبیاری و در کل سال، دور آبیاری، مقدار، نوع و زمان مصرف کودهای آلی و شیمیایی. با اندازه گیری دبی آب آبیاری بوسیله میکرو مولینه، مدت زمان آبیاری و مساحت باغ ها، عمق آب آبیاری در هر نوبت اندازه گیری گردید. جهت تعیین اثرات مدیریت های اعمالی بر وضعیت آب و املاح در خاک، میزان رطوبت و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در طول یک سال زراعی و تا عمق ۱/۲ متری خاک و به فواصل ۳۰ سانتیمتری اندازه گیری شد. این عمل با اندازه گیری مستقیم و نمونه برداری از خاک بوسیله اگر در فواصل بین آبیاری ها انجام شد. به منظور بررسی اثر مدیریت های اعمالی بر وضعیت تغذیه ای گیاه، نسبت به جمع آوری نمونه های برگ در نیمه اول مرداد ماه هر سال اقدام و جهت تجزیه به آزمایشگاه انتقال داده شد. در نهایت میزان محصول هر باغ اندازه گیری شد.



نتایج و بحث

هر نتایج این تحقیق نشان داد که حجم آب مصرفی در باغ های پسته منطقه شمال اردکان بین ۱۶۰۰ تا ۳۶۰۰ مترمکعب در سال متغیر است. مقایسه این میزان آب با حجم آب مصرفی در باغ های پسته امریکا نشان می دهد که حجم آب آبیاری مصرف شده در باغ های مورد مطالعه بسیار بیشتر از میزان آب مصرفی در کالیفرنیا می باشد. به عنوان مثال حجم آب آبیاری در باغ های ۲۰ ساله پسته کالیفرنیا که شوری آن کمتر از ۵/۱ دسی زیمنس بر متر است معادل ۱۰۰۰ مترمکعب می باشد (بورت و ایسبل، ۲۰۰۳). با در نظر گرفتن بارندگی سالانه کالیفرنیا که حدود ۲۲ سانتیمتر است کل حجم آب دریافتی باغ های کالیفرنیا حدود ۱۲۰۰۰ مترمکعب می باشد. مقایسه میزان آب آبیاری مصرفی در باغ های پسته منطقه شمال اردکان با در نظر گرفتن میزان تبخیر و تعرق گیاه پسته نشان می دهد که حجم آب آبیاری مصرف شده در باغ های مورد مطالعه بسیار بیشتر از میزان آب مورد نیاز می باشد. به عنوان مثال بیشترین میزان تبخیر و تعرق گیاه پسته معادل ۱۰۱۸ میلیمتر در سال می باشد (کانبر، ۱۹۹۳؛ بیلگل و همکاران، ۱۹۹۹؛ گلدهامر و همکاران، ۱۹۸۵؛ اولنو و دیگران، ۲۰۰۵). میزان تبخیر و تعرق باغ های پسته در ایران از فروردین تا آبان ماه در شهرستان رفسنجان ۹۴۳۲ میلیمتر می باشد (کارنامه سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۳۸۱). بر اساس همین گزارش حداکثر تبخیر و تعرق درختان پسته در تیر ماه معادل ۱۸۷ میلیمتر و حداقل آن در آبانماه معادل ۳۲ میلیمتر است.

در ضمن، عمق آب آبیاری در باغ های مورد مطالعه بسیار متفاوت و در هر نوبت از ۲/۲۰ تا ۳/۶۶ سانتیمتر متغیر است. در مورد تواتر آبیاری باید به این نکته اشاره کرد که در اکثر مدیریت ها دور آبیاری حدود ۵۰ روز است. در برخی از باغ هایی که متوسط دور آبیاری آنها بیشتر می باشد مدیران باغ اقدام به حذف یک یا چند مرحله از آبیاری به ویژه در فصل زمستان و یا اوایل بهار نموده اند. نمونه بارز این باغداران آقای عابدینی می باشد. در طول دوره ای که فعالیت های این باغدار اندازه گیری شد ملاحظه گردید که در فاصله زمانی اول بهمن ماه تا دهم اردیبهشت ماه عملیات آبیاری انجام نشده است. متأسفانه تنها روش مورد استفاده در آبیاری باغ های پسته شمال اردکان آبیاری سطحی می باشد لیکن روش غالب در آبیاری باغ های پسته کالیفرنیا آبیاری تحت فشار می باشد. مصرف عمق و حجم زیاد آب آبیاری همراه با فواصل زیاد بین آبیاری ها در باغ های پسته منطقه شمال اردکان موجب افزایش میزان برخه آبشویی در این باغ ها که طی سالیان متمادی نیز ادامه داشته است شده است و تغییر اندک مکانی و زمانی شوری خاک را باعث شده و شرایط حرکت آب و املاح در این باغ ها به شرایط ماندگار نزدیک کرده است. محاسبات انجام شده بر بالا بودن میزان برخه آبشویی (حدود ۹۰ درصد) اشاره دارند. به نحوی که در برخی از باغ ها متوسط شوری عصاره اشباع خاک در طول فصل رشد بسیار کمتر از شوری آب آبیاری است. به عنوان مثال گرچه شوری آب آبیاری در مورد باغ آقای محمدی و معصومی به ترتیب معادل ۲۴ و ۲۲ دسی زیمنس بر متر است لیکن متوسط شوری خاک در مورد باغ های فوق الذکر به ترتیب معادل ۳۸/۱۰ و ۵۱/۱۱ دسی زیمنس بر متر است.

منابع

- دهقانی، ف. و گلشن، م. ۱۳۸۰. مدیریت منابع آب و خاک شور باغات پسته شمال اردکان (ارزیابی وضع موجود). صفحه های ۳۲ تا ۴۶. مجموعه مقالات جشنواره پسته. اردکان، یزد.
- Burt, C. and Isbell, B. ۲۰۰۳. Reclamation leaching for salinity build up under Drip /Micro irrigation of trees. Available: [Http://www.itrc.org/reports/salinity/leaching.pdf](http://www.itrc.org/reports/salinity/leaching.pdf), accessed ۱۵ October, ۲۰۰۵.
- Goldhamer, D.A., B.C., Phene, R., Beed, L., Sherlin, S., Mahan and Rose, D. ۱۹۸۷. Effects of sustained deficit irrigation on Pistachio performance, California Pistachio industry annual report, ۶۱-۶۶.
- Goldhamer, D.A., Beede, R. & Fusi, S. (۱۹۹۲). Controlled deficit irrigation on mature Pistachio trees: Third year results, California Pistachio industry annual report, ۷۴-۷۹.
- Kirnak, H., Ak, B.E. & Acar, I. Irrigation and irrigation management strategies of pistachio orchards. <http://resources.ciheam.org/om/pdf/C۵۶/۰۱۶۰۰۱۹۰.pdf>, accessed ۱۵ May, ۲۰۰۳.
- Unlu, M., Kanber, R., Steduto, P., Aydin, Y., & Diker, K. (۲۰۰۵). Effects of different water and nitrogen levels on the yield and periodicity of Pistachio. Turk J. Agric., ۲۹, ۳۹-۴۹.

Abstract

Several different pistachio orchard management systems have been developed in Ardakan providence. This is mainly due to a long history of pistachio production, the harsh conditions of climate, the scarcity of water resources as well as small scale farmers. To evaluate the pistachio orchard management systems of salt affected soils of Ardakan, nine orchard with different water resources were selected and all management practices including irrigation depth, frequency, the acreage were documented. Over the year, Soil samples were taken from different depths (۰-۳۰, ۳۰-۶۰, ۶۰-۹۰, ۹۰-۱۲۰, ۱۲۰-۱۵۰, ۱۵۰-۱۸۰, ۱۸۰-۲۱۰ Cm increments) and soil salinity and water content between irrigations were determined. Pistachio leaf samples were taken and analyzed for micro and macro elements. The results showed that applied water for the studied orchard is much more than the pistachio



requirement and varied from ۱۶۰۰۰ to ۳۵۴۰۰ cubic meters per hectare. Referring to high risk and possibility of ground water contamination in the future, this is resulted in high leaching fraction (around ۹۰ percent) and insignificant changes in soil water and conductivity that signifies the steady state conditions.



تأثیر کاربری‌های مختلف بر کیفیت خاک در منطقه خشک منظره‌ی شهرضا، اصفهان

احمدرضا ناظم^۱، ناصر هنر جو^۲، جابر فلاح‌زاده^۳

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، ۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)

چکیده

در این تحقیق تأثیر چهار نوع کاربری مرتع، باغ انار، کشت یونجه و گندم بر برخی از خصوصیات کیفی خاک در منطقه منظره شهرضا واقع در استان اصفهان مورد مطالعه قرار گرفت. خصوصیات کیفی خاک شامل تنفس میکروبی، پایداری خاکدانه‌ها، مواد آلی خاک، نیتروژن کل، ماده آلی ذره‌ای در خاک، ماده آلی ذره‌ای در خاکدانه‌های ریز و درشت بودند. نتایج نشان دادند که از بین چهار کاربری ذکر شده، اراضی تحت کشت باغ و پس از آن اراضی تحت کشت یونجه دارای بالاترین کیفیت خاک بودند. به نظر می‌رسد گسترش بیشتر ریشه‌ها در اراضی باغ و اراضی تحت کشت یونجه در اثر آبیاری‌های مکرر و کوددهی سالیانه، منجر به بالا رفتن کیفیت خاک گردیده است. در مقابل اراضی مرتعی دارای کمترین کیفیت خاک بود که علت آن بارندگی اندک منطقه و مواد آلی کم خاک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت خاک، کاربری باغ، مرتع فقیر، کشت یونجه، کشت گندم

مقدمه

کیفیت خاک عبارت است از ظرفیت خاک برای عملکرد درون اکوسیستم و انواع کاربری‌های اراضی به منظور حفظ تولید بیولوژیکی و کیفیت محیط زیست در جهت ارتقاء سلامتی گیاه و حیوان که در واقع ناشی از تأثیر متقابل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. از این رو کیفیت خاک، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در توسعه پایدار مدیریت زمین و پایداری قلمرو زیستی جهانی محسوب می‌شود (Doran and Parkin, 1994). حفظ کیفیت خاک نقش کلیدی در کشاورزی پایدار دارد و به عنوان ظرفیت یک خاک برای انجام وظایف آن در اکوسیستم تعریف می‌شود، به گونه‌ای که باعث حفظ کیفیت آب و هوا، تأمین سلامت انسان و باروری گیاه در اکوسیستم می‌گردد (Doran et al., 1996). ماده آلی ذره‌ای (POM) بخشی از مواد آلی است که از نظر تجزیه حدواسط بقایای گیاهی تازه و هوموس می‌باشد و به عنوان مخزن موقتی مواد آلی شناخته می‌شود. این بخش هر چند سهم ناچیزی از حجم خاک را به خود اختصاص می‌دهد ولی به دلیل داشتن زمان بازگشت کوتاه و نیز غنی بودن از عناصر غذایی کربن یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک به حساب می‌آید (Haynes, 2005). به عقیده Cambardella et al. (2001) مواد آلی ذره‌ای قسمتی از مواد آلی ریز خاک است که از گیاهان تجزیه نشده جمع شده روی هم (بیشتر ریشه‌ها) تشکیل شده‌اند. به عقیده این محققین، مواد آلی ذره‌ای حساس‌ترین بخش مواد آلی خاک نسبت به تغییرات مدیریتی می‌باشد. بنابراین استفاده از این شاخص برای بررسی تأثیر تیمارها و تناوب‌های زراعی مختلف بر شاخص‌های کیفیت خاک مناسب‌تر و دقیق‌تر خواهد بود. در مطالعه‌ای در جنوب مکزیک (Geissen et al., 2009) با بررسی اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی و مرتع بر بعضی از ویژگی‌های خاک‌های مناطق حاره‌ای، به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری زمین در طول ۱۵ سال باعث اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌های مختلف از نظر نسبت کربن به نیتروژن، فسفر و نیتروژن قابل دسترس گیاه و ماده آلی نشده بود در حالی که pH در زمینی که در آن کشاورزی فصلی صورت می‌گرفت به طور معنی‌دار نسبت به کاربری‌های دیگر بالاتر بود. زمینی که از جنگل به مرتع تغییر کاربری داده شده بود اسیدی شده و تراکم خاک در آن دیده می‌شد. این محققین پیشنهاد دادند که اگر قرار است زمین‌های مرتعی تغییر کاربری داده شده و به زمین‌های کشاورزی تبدیل شوند این زمین‌ها را به باغ میوه یا سیستم‌های جنگل زراعی تبدیل یا دوباره جنگل‌کاری کرد تا این مشکل برای خاک به وجود نیاید. در تحقیقی در شمال ایران Khorramali et al. (2009) به بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی بر برخی از ویژگی‌های خاک پرداختند. کاهش سرعت نفوذ آب به خاک، افزایش جرم ویژه ظاهری، از دست رفتن مقدار قابل توجهی از ماده آلی و کاهش ماده آلی سالانه ورودی به خاک و همچنین اکسیداسیون سریع مواد آلی و کاهش تنفس میکروبی از نتایج این تغییر کاربری بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۱-۹۰ در منطقه منظره شهرضا (طول جغرافیایی ۳۱ دقیقه و ۹۴ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۵۱ دقیقه و ۸۷ درجه شمالی) که در ۹۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان واقع شده و دارای اقلیم گرم و خشک می‌باشد، اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار و از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری خاک اجرا گردید. چهار نوع کاربری در منطقه منظره

که از لحاظ آب وهوا، اقلیم، شیب و مواد مادری یکسان بودند شامل زمین گندم، باغ انار، یونجه هر کدام با سابقه کشت بیش از ۳۰ سال و مرتع فقیر به عنوان تیمار انتخاب گردیدند. کودهای مورد استفاده در زمین گندم، قبل از کاشت، NPK به میزان ۱۰۰ کیلو در هکتار و ۳۰۰ کیلو کود اوره به صورت سرک استفاده میشود. در زمین باغ همزمان با باغ کنی در فصل زمستان، از مخلوط کود کامل و حیوانی به میزان ۱۲ تن در هکتار استفاده می شود. در زمین یونجه قبل از کاشت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل استفاده می گردد. آبیاری در سه نوع کاربری باغ، گندم و یونجه به صورت غرقابی انجام می شود. خصوصیات فیزیکی خاکها شامل: پایداری خاکدانهها (Kemper and Rosenau, ۱۹۸۶)، و خصوصیات شیمیایی مثل: pH، هدایت الکتریکی، نیتروژن کل (Page et al., ۱۹۸۲)، درصد مواد آلی خاک POM (Walkley and Black, ۱۹۳۴)، در خاک (Cambardella et al., ۲۰۰۱)، POM در خاکدانههای ریز و درشت (Fallahzade and Hajabbasi, ۲۰۱۲) و خصوصیات بیولوژیکی نظیر تنفس میکروبی (Anderson, ۱۹۸۲) اندازه گیری گردید. تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تغییر کاربری بر روی همه متغیرهای اندازه گیری شده تاثیر معنی داری داشته است (جدول ۱). بطوریکه بیشترین مقادیر ماده آلی کل، ماده آلی ذره ای کل، ماده آلی ذره ای درشت، ماده آلی ذره ای ریز، و ازت کل در خاک های تحت کشت باغ انار دیده شد. مقدار کل ماده آلی خاک و مقدار ماده آلی ذره ای کل خاک در کشت یونجه نیز بیشترین مقدار را داشتند و در واقع تفاوت معنی داری با خاک های زیر کشت باغ نداشتند اگر چه مقادیر آنها بطور معنی داری بزرگتر از کاربری کشت گندم و مرتع فقیر بود. میزان پایداری خاکدانه ها و تنفس میکروبی خاک در کشت یونجه بیشترین مقدار را بخود اختصاص داد و به صورت معنی داری با سایر کاربری ها تفاوت داشت (جدول ۱). مقدار کربن آلی خاک در کاربری مرتع فقیر از سایر کاربری ها کمتر بود. در این نوع کاربری به دلیل عدم آبیاری و کوددهی نسبت به سایر کاربری ها، مقدار کربن آلی خاک کمترین مقدار را دارد (Fallahzade and Hajabbasi, ۲۰۱۲). در مقابل بیشترین مقدار ماده آلی خاک در اراضی تحت کشت یونجه مشاهده گردید. بنظر می رسد آبیاری اراضی، کوددهی و فعالیت شدید میکروارگانیسم ها بخصوص میکروارگانیسم های همزیست با ریشه یونجه مثل تیوباسیلوس ها در تثبیت ازت هوا باعث افزایش ماده آلی خاک در این کاربری نسبت به سایر کاربری ها گردیده است. Zhang et al. (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که همبستگی های مثبتی بین کربن آلی با میزان رطوبت، توده زنده میکروبی و فعالیت های آنزیمی وجود دارد که به همین دلیل کربن آلی یک شاخص مهم از کیفیت خاک است که به دنبال تغییر کاربری و پوشش زمین تغییر می کند.

جدول ۱- مقایسه میانگین ویژگی های مختلف در لایه سطحی خاک چهار کاربری مورد مطالعه

کاربری اراضی	در POM خاک	در POM خاکدانه درشت	در POM خاکدانه ریز	ماده آلی (%)	پایداری خاکدانه
باغ	۴۰/۲۱ ^a	۳۰/۳۵ ^a	۹۹/۶۸ ^a	۶۰/۱ ^a	۴۶/۰ ^b
مرتع فقیر	۱۵/۲۰ ^b	۶۸/۲۰ ^b	۲۸/۱۳ ^d	۶۰/۰ ^b	۳۵/۰ ^c
گندم	۷۸/۱۵ ^c	۶۳۶/۲۰ ^b	۷۳/۱۶ ^c	۳۰/۱ ^a	۴۷/۰ ^b
یونجه	۸۲/۲۳ ^a	۲۹/۲۱ ^b	۱۱/۵۴ ^b	۷۰/۱ ^a	۹۹/۰ ^a

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪ می باشد.

میزان تنفس میکروبی نیز در کاربری مرتع کمتر از سایر کاربری ها بود (جدول ۲). در مقابل این کاربری، در خاک های تحت کشت یونجه تنفس میکروبی بیشترین مقدار را داشت. به نظر می رسد گسترش بیشتر ریشه ها در کاربری باغ و بنابراین ترشحات بیشتر ریشه ها که سوسترای میکروارگانیسم ها محسوب می شوند باعث تشدید فعالیت میکروارگانیسم در این دو نوع کاربری گردیده است. در مطالعه کریمی (۱۳۹۱) نیز میزان تنفس میکروبی در مرتع کمترین مقدار بود. مقدار pH خاک در کاربری یونجه بیشترین مقدار و در کاربری مرتع کمترین مقدار را داشت. به نظر می رسد جذب بیشتر کلسیم توسط یونجه از خاک و انتقال آن به بافت های گیاه یونجه و بازگشت مجدد کلسیم از گیاه به خاک پس از مرگ بخشی از ریشه های گیاه باعث جابجایی دائم کلسیم از خاک به گیاه و بالعکس (بیوتوریشن) می گردد که در نهایت مانع شستشوی کلسیم از خاک می گردد. مطالعه کریمی (۱۳۹۱) نشان داد که تغییر کاربری اثر معنی داری روی اسیدیته خاک در خاک سطحی نداشت ولی در خاک عمقی در کاربری کشاورزی بیشترین و در کاربری مرتع کمترین مقدار را نشان داد.

میزان شوری خاک در کشت گندم و مرتع به طور معنی داری بیشتر از کشت یونجه و باغ است (جدول ۲). در واقع آبیاری باغ و اراضی تحت کشت یونجه باعث شستشوی املاح از سطح خاک به اعماق پایین تر گردیده است (Fallahzade and Hajabbasi, ۲۰۱۲).



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

کمترین مقدار آشوبی در اراضی مرتعی و اراضی تحت کشت گندم صورت می پذیرد. مطالعات بهشتی (۱۳۹۱) نشان داد که عملیات کشت و کار و آبیاری با آبهای با کیفیت مناسب و در خاکهایی با سطح آب زیرزمینی عمیق، باعث کاهش میزان نمکهای محلول خاک بر اثر شستشو و انتقال این نمکها از سطح به عمق خاک می شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگیهای مختلف در لایه سطحی خاک چهار کاربری مورد مطالعه

C/N	تنفس میکروبی	نیترژن کل (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	کاربری اراضی
۹/۵ b	۲/۱۶۹۰۱ c	۲۷/۰ a	۸۰/۱ b	۲/۸ a	باغ
۹/۱۳ a	۶/۱۴۴۰۴ d	۰۵/۰ c	۳۶/۶ a	۹/۷ b	مرتع فقیر
۳/۱۳ a	۸/۱۷۸۰۳ b	۱۰/۰ c	۵۶/۶ a	۱/۸ ab	گندم
۹/۱۰ ab	۴/۱۹۶۶۸ a	۱۶/۰ b	۴۲/۱ b	۲/۸ a	یونجه

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ % می باشند.

نتیجه گیری

بالاترین کیفیت خاک در اراضی زیر کشت درختان انار و نیز در اراضی تحت کشت یونجه بدست آمده است. بنظر می رسد آبیاری بیشتر و کوددهی در این اراضی منجر به گسترش بیشتر ریشه ها و افزایش کیفیت خاکهای این دو کاربری گردیده است. این نتیجه گیری از شاخصهای کیفی خاک نظیر POM کل، POM میکرو و ماکرو، ماده آلی خاک، درصد ازت خاک، پایداری خاکدانه ها، و تنفس میکروبی خاکها حاصل می شود.

پایین ترین کیفیت خاک متعلق به اراضی مرتعی منطقه بوده است. به نظر می رسد بارندگی اندک منطقه (حدود ۱۳۳ میلیمتر در سال) منجر به کوتاه شدن گیاهان مرتعی و کاهش تراکم آنها و در نهایت ضعیف شدن مراتع گردیده است. بطور کلی می توان گفت زیر کشت بردن اراضی مرتعی در مناطق خشک می تواند باعث افزایش ماده آلی خاک، مقدار ازت خاک، افزایش پایداری خاکدانه ها، تشدید فعالیت های میکروارگانیسم ها و در یک کلام بالا بردن کیفیت خاک گردد.

منابع

- بهشتی آل آقا، ع. ۱۳۹۱. تاثیر تغییر کاربری اراضی از مرتع به زمین زراعی بر شاخص های میکروبیولوژیکی و بیوشیمیایی خاک. پایان نامه ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد
- کریمی، ر. ۱۳۹۱. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه ی صفاشهر استان فارس. پایان نامه ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد.
- Anderson J.P.E. ۱۹۸۲. Soil respiration. In: A. L. Page and R. H. Miller (Eds.). Methods of soil analysis. Part ۲. Chemical and microbiological properties. The American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. pp. ۸۳۱-۸۷۱
- Cambardella C.A., Gajda A.M., Doran J.W., Wienhold B.J. Kettler T.A. ۲۰۰۱. Estimation of particulate and total organic matter by weight loss-onignition. In Assessment Methods for Soil Carbon, Lal R, Kimble JM, Follett RF, Stewart BA (eds). CRC Press : Boca Raton, FL; ۳۴۹-۳۵۹.
- Doran J.W., Sarrantonio M. and Lieberg M.A. ۱۹۹۶. Soil health and sustainability. Advanced Agronomy, ۵۶: ۱-۵۴.
- Doran J.W. and Parkin T.B. ۱۹۹۴. Defining and assessing soil quality. In: J.W. Doran D.C. Coleman D.F. Bezdicsek and B.A. Stewart (Eds), Defining soil quality for a sustainable environment. Soil Society of America, Special Publication No. ۳۵, Madison, Wisconsin, USA, pp. ۳-۲۱.
- Fallahzade J. and Hajbassaji M.A. ۲۰۱۲. The effects of irrigation and cultivation on the quality of desert soil in central Iran. Land Degradation and Development, ۲۳: ۵۳-۶۱.
- Geissen V., Sanchez-Hernandez R., Kampichler C., Ramos-Reyes R., Sepulveda-Lozada A., Ochoa-Goana S., de Jong B.H., Huerta-Lwanga E. and Hernandez-Daumas S. ۲۰۰۹. Effects of land Use Change on some Properties of Tropical Soils-An Example from Southeast Mexico. Geoderma ۱۵۱: ۸۷-۹۷.



- Haynes R.J. ۲۰۰۵. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: An overview. *Advances in Agronomy*, ۸۵: ۲۲۱-۲۶۸.
- Kemper D.W. and Rosenau R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and aggregate and aggregate size distribution. In: Klute A. (Ed.). *Methods of soil analysis. Part ۱. Physical properties*. The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. pp. ۴۲۵-۴۴۲.
- Khormali F. and Nabiollahi K. ۲۰۰۹. Degradation of Mollisols in western Iran as affected by land use change. *Journal of Agricultural Science and Technology*, ۱۱: ۳۶۳-۳۷۴.
- Page A.L, Miller R.H. and Keeney D.R. ۱۹۸۲. *Methods of soil Analysis. Part ۲. Chemical and microbiological properties*, ۲ Edition., American society of Agron. Monogr. ۹. ASDA and SSSA, Publisher., Madison, WI.
- Zhang X., Chen L., Fu B., Li Q., Qi X. and Ma Y. ۲۰۰۶. Soil organic carbon changes as influenced by agricultural land use and management: a case study in Yanhuai Basin, Beijing, China. *Acta Ecologica Sinica*, ۲۶: ۳۱۹۸-۳۲۰۸.
- Walkley A. and Black C.A. ۱۹۳۴. Estimation of organic carbon by chromic acid and titration method. *Soil Science*, ۳۷: ۲۸-۲۹.

Abstract

In this study, effects of four types of land uses including pasture, pomegranate orchard, alfalfa and wheat cultivation on soil quality properties, in Manzarieh region, Shahreza (Isfahan), were investigated. Soil quality properties such as soil microbial respiration, aggregate stability, total organic matter total nitrogen, particular organic matter (POM), POM in macroaggregates and microaggregates were measured. The results showed that the lands under the cultivation of orchard and alfalfa had the highest soil quality between four mentioned land uses. It seems that more spread of roots due to more irrigation and fertilization has led to increase in soil quality. In contrast, pasture lands had the lowest soil quality that has been possibly due to low rainfall and poor in soil organic matter.



تکنیک‌های نوین ارتقاء مقیاس سنجش از دور در بازیابی رطوبت خاک

مهدی درویشی^۱، نجمه نیسانی سامانی^۲، علی اشرفی^۱، غلامرضا احمدی^۳
۱- دانشجوی دکتری سنجش از دور دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، ۲- استادیار گروه سنجش از دور و جی آی اس دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، ۳- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشکده جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

رطوبت خاک یکی از پارامترهای مهم و زیربنایی در حوزه هیدرولوژی سطحی است که نقش عمده‌ای در کنترل رواناب و میزان نفوذ پذیری آب به درون خاک دارد. بنابراین داشتن اطلاعاتی دقیق از تغییرات زمانی و مکانی رطوبت خاک در مقیاسی قابل قبول جهت دستیابی به مدیریت پایدار آب / زمین، زمانبندی بهینه کشت و همچنین پیش بینی سیل و تغییرات اقلیمی حیاتی است. اغلب در کاربردهای هیدرولیکی و کشاورزی در مقیاسی وسیع، نیازمند نقشه رطوبت خاک در تفکیک مکانی-زمانی بالا هستیم. داده‌های سنجش از دور غیر فعال مایکروویو به همراه الگوریتم‌های تغییر مقیاس، یک رویکرد نوین در جهت نیل به تهیه نقشه رطوبت خاک در مقیاسی مناسب است. در این مقاله پس از مروری کوتاه بر تاریخچه تکنیک‌های ارتقاء مقیاس رطوبت خاک و اصول عملکرد آنها، به بررسی الگوریتم جدید فیزیک- مینا DisPATCh در بازیابی رطوبت خاک خواهد پرداخت.

واژه‌های کلیدی: رطوبت خاک، ارتقاء مقیاس، سنجش از دور، مایکروویو، الگوریتم DisPATCh

مقدمه

سابقه تخمین رطوبت خاک توسط داده‌های سنجش از دور به سال ۱۹۹۴، اتله و همکارانش با داده‌های باند مادون قرمز حرارتی، سال ۱۹۹۶، یولبای و همکارانش با داده‌های مایکروویو فعال و در همان سال توسط نیوکو و همکارانش با داده‌های مایکروویو غیر فعال بر می‌گردد. از آنجایی که در کاربردهای هیدرولوژی سطحی، جهت حصول به دقت قابل قبول در خروجی مدل‌های هیدرولیکی، نیاز به نقشه رطوبت خاک در مقیاس‌های مناسب (۱۰۰ متر و کمتر از آن) است- این امر تا کنون توسط اندازه‌گیری‌های نقطه‌ای و در محل انجام می‌شود- بنابراین امروزه ضرورت تهیه نقشه‌های رطوبت خاک در مقیاس‌های کوچک (تفکیک بالا) توسط سنجنده‌های سنجش از دور بیش از پیش احساس می‌شود. ضرورت این امر بدان جهت است که در روش سنتی تهیه نقشه رطوبت خاک، جمع‌آوری داده‌های رطوبت خاک به شکل نقطه‌ای، نیاز به حضور فرد کارشناس به همراه تجهیزات در محل دارد و در مواردی که با منطقه مطالعاتی وسیعی مواجه باشیم، نمونه برداری زمینی در ابعاد بالا اغلب پرهزینه، زمان‌بر و طاقت فرسا است. یکی از کاندیدهای بالقوه برای غلبه بر مشکلات و موانع فوق، استفاده از ماهواره‌های سنجش از دور جهت برآورد رطوبت خاک در تفکیک مکانی- زمانی بالا است. بازیابی رطوبت خاک توسط داده‌های سنجش از دور در محدوده امواج نوری (مرئی و مادون قرمز) به علت عدم دقت کافی و همچنین موضوع عدم قطعیت و در محدوده امواج مایکروویو (در سیستم فعال) به علت حساسیت ضریب پراکندگی راداری به ساختار هندسی سطح و پوشش گیاهی و پیچیدگی مدلسازی آنها، از مشکلات استفاده از این محدوده طول موج‌ها / سیستم‌ها در بازیابی رطوبت خاک است. استفاده از محدوده امواج مایکروویو غیرفعال به علت عدم حساسیت به سطح و ارتباط فیزیکی قوی با تشعشع سطح زمین (ارتباط بین دمای درخشندگی، دمای سطح و توان تشعشعی) بهترین عملکرد را در بازیابی رطوبت خاک در بین داده‌های سنجش از دور از خود نشان می‌دهد. مشکل عمده تصاویر مایکروویو غیرفعال، تفکیک مکانی پایین آنها است. استفاده از داده‌های سنجش از دوری رطوبت خاک بزرگ مقیاس (در حدود چندین کیلومتر) در مقیاس مدلسازی (کمتر از چند صد متر) منجر به عدم قطعیت در عملکرد مدل‌های هیدرولیکی سطح زمین می‌شود (شین و همکاران، ۲۰۱۳). جهت رفع این مشکل و ارائه نقشه رطوبت خاک- بویژه مقیاس‌های مورد نیاز در حوزه کشاورزی و مدیریت منابع آب- متخصصین سنجش از دور و علوم خاک اقدام به ابداع تکنیک‌ها و الگوریتم‌هایی جهت ارتقاء توان تفکیک (مقیاس) نقشه رطوبت خاک با استفاده از یکپارچه‌سازی داده‌های سنسورهای مختلف کرده‌اند، که به طور کلی از این روش‌ها تحت عنوان "تکنیک‌های ارتقاء مقیاس رطوبت خاک"^{۹۱} یاد می‌شود. عموماً در تکنیک‌های ارتقاء رطوبت خاک از یکپارچه‌سازی داده‌های سنجش از دور فعال (تفکیک بالا- نوری) برای ارتقاء مقیاس و بازیابی رطوبت خاک از داده‌های مایکروویو غیرفعال (تفکیک پایین) استفاده می‌شود. نتایج صحت سنجی به دست آمده از اعمال تکنیک‌های ابداعی ارتقاء مقیاس رطوبت خاک، همبستگی و دقت بالایی در مقایسه با داده‌ها زمینی از خود نشان می‌دهد (جدول ۱). این مقاله به بررسی جزئیات روش شناسی تکنیک‌های ارتقاء مقیاس رطوبت خاک و آخرین دستاوردها و پیشرفت‌ها در این حوزه می‌پردازد.

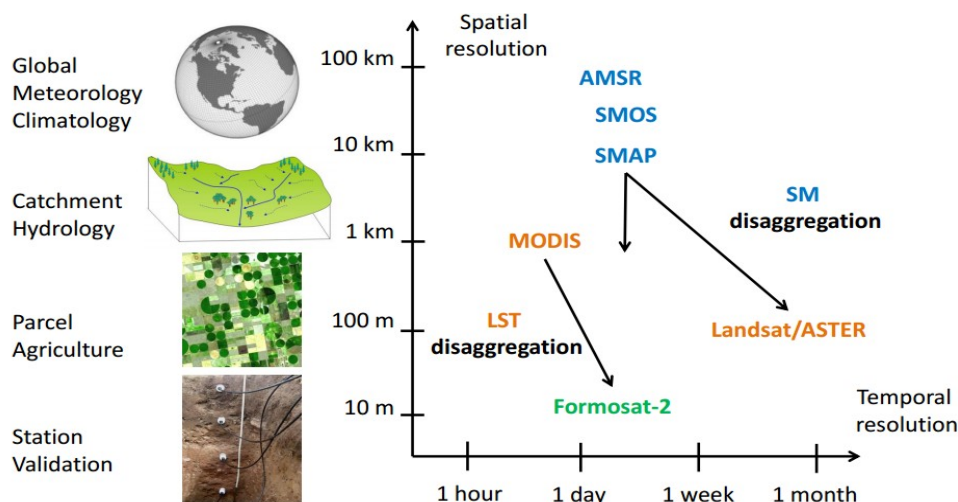
جدول ۱ - مطالعات صورت گرفته بر روی ارتقاء مقیاس رطوبت خاک با استفاده از ترکیب داده‌های سنجش از دور و مدلسازی

^{۹۱} Downscaling/disaggregation of soil moisture

محققین	روش شناسی	مکان و زمان	نتایج
مرلین و همکاران، ۲۰۱۰	رابطه بین قابلیت تبخیری خاک و رطوبت خاک	منطقه یانکو، جنوب استرالیا، ۲۰۰۶	ضریب همبستگی ۹/۰ و $RMSE = 0.12/0$
پیلس و همکاران، ۲۰۱۱	ایجاد مدل بین دمای خاک، NDVI و رطوبت خاک	منطقه یانکو، جنوب استرالیا، ۲۰۱۰	ضریب همبستگی ۱۴/۰ و $RMSE = 9/0$
مرلین و همکاران، ۲۰۰۸	الگوریتم ارتقاء مقیاس بر روی تصویر MODIS	منطقه یانکو، جنوب استرالیا، ۲۰۰۶	$RMSE$ بین ۴/۱ و ۸/۱ درصد
مرلین و همکاران، ۲۰۰۹	مدل ترتیبی	منطقه یانکو، جنوب استرالیا، ۲۰۰۶	$RMSE = 0.62/0 = 0.45/0$ و بایاس

مواد و روش‌ها

به طور کلی تکنیک ارتقاء مقیاس مکانی ابزاری برای پیش بینی متغیرهای بزرگ مقیاس به داده های اقلیمی در مقیاس محلی یا ایستگاهی هستند که می توان از آنها به عنوان ورودی هایی برای مدل های هیدرولیکی استفاده کرد (شکل ۱).



شکل ۱ - ارتقاء مقیاس داده های رطوبت خاک از داده های بزرگ مقیاس (تفکیک پایین - چندین ده کیلومتر) مایکروویو غیرفعال (به رنگ آبی) به داده های رطوبت خاک کوچک مقیاس (تفکیک بالا - چندین ده متر) اپتیک (به رنگ نارنجی و سبز) (مرلین و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ ب) از آنجایی که مدل سازی های هیدرولیکی در حال حرکت به سمت مدل سازی با رویکرد مدل سازی توزیعی هستند، بنابراین سازگاری مقیاس داده با مقیاس مدل از اهمیت حیاتی برخوردار است (آزادی عمل در رسیدن از یک مقیاس به مقیاسی دیگر). عموماً همه تکنیک های ارتقاء مقیاس بازبانی رطوبت خاک به نوعی از یک مدل سلسله مراتبی مشخص و یا از مدل های مبتنی بر قانون فراکتال استفاده می کنند. در مدل های هیدرولوژی توزیع شده به شکل گسترده ای از تغییر مقیاس مشخصه های رطوبت خاک در تفکیک های مکانی متفاوت استفاده می شود. در اغلب این روشها، شرایط پوشش گیاهی و میزان همگنی مکانی منطقه ثابت فرض می شود، در صورتی که در دنیای واقعی ما با شرایط پویا و ناهمگونی مکانی در منطقه مورد مطالعه روبرو هستیم و جهت صحت سنجی الگوریتم های ارتقاء مقیاس نیازمند لحاظ کردن معیار های فوق الذکر هستیم. در برخی مطالعات از داده های مختلف سنجش از دور جهت برآورد رطوبت خاک برای رسیدن به قدرت تفکیک بالاتر (۲ km و کمتر) - با استفاده از داده های مایکروویو تفکیک پایین (۱۰ km و بیشتر) - استفاده می شود، مانند شاخص سطح برگ (LAI)^{۸۰}، حرارت سطح زمین (LST)^{۸۱} هر دو از محصولات MODIS و پوشش سطح (LC)^{۸۲} استفاده می کنند. مدل های تجربی ارتقاء مقیاس رطوبت خاک (استفاده از داده های سنجش از دور) عموماً مبتنی بر روش های آماری مانند رگرسیون، درخت چند مقیاس و روش های زمین آماری (مانند کریجینگ) هستند. گروهی دیگر از الگوریتم ها از روش مثلثی / ذوزنقه ای و با استفاده از مدل های آماری برای برنمایی داده های مستقل در درون یک مثلث / ذوزنقه فرضی (تشکیل شده از داده های مشاهداتی) بهره می برند. در روشی به نام (DisPATCH)^{۸۳} از فاکتور کارایی تبخیر خاک^{۸۴} به

^{۸۰} Leaf Area Index

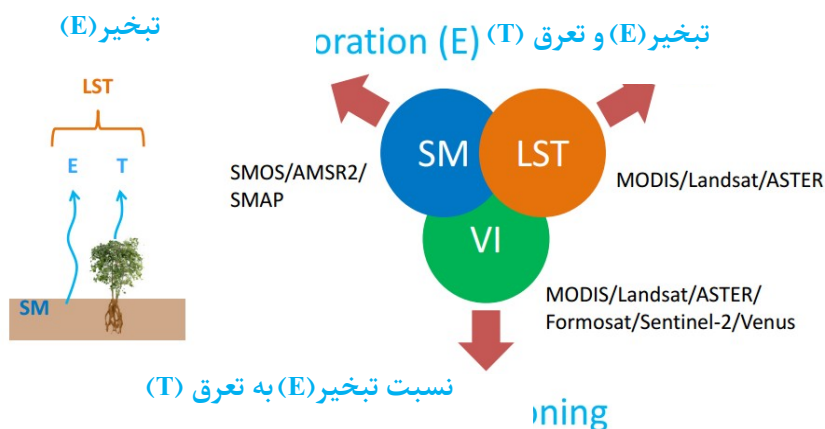
^{۸۱} Land Surface Temperature

^{۸۲} Land Cover

^{۸۳} Disaggregation based on Physical And Theoretical scale Change

^{۸۴} Soil Evaporative Efficiency

عنوان تابعی از شاخص $NDVI^{85}$ و LST و با استفاده از رابطه مثلثی بین کارایی و رطوبت خاک در دو مقیاس برای برآورد رطوبت خاک در تفکیک‌های بالاتر استفاده می‌شود (مرلین و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ ب). در همه روش‌های ذکر شده بالا، الگوریتم‌های ارتقاء مقیاس از یک چند جمله‌ای درجه دو به عنوان ابزاری برای بهینه‌سازی استفاده می‌کنند. از آنجایی که منحنی‌های درجه دو در پروسه برازش به طور قابل توجهی مستعد از دادن اطلاعات ساختاری در داده هستند (به خصوص در مواردی که منطقه مورد مطالعه شامل ناهمگونی شدید غیرخطی و شرایط متغیر باشد)، که این یک نقطه ضعف به حساب می‌آید. برای فائق آمدن بر چنین نقطه ضعفی می‌توان از ساختار سلسه مراتبی بیزین 86 که از اطلاعات توابع چگالی احتمال (PDFs) 87 استفاده می‌کند بهره برد (ویکل و همکاران، ۲۰۰۵)، اما بار محاسباتی سنگین آن یکی از معایب این روش است. استفاده از الگوریتم‌های غیرپارامتریک مبتنی بر توصیف کننده‌های داده که اطلاعات را از چند جمله‌ای‌های مرتبه بالاتر استخراج می‌کنند، یکی از رویکردهای بهینه سازی الگوریتم‌های ارتقاء مقیاس رطوبت خاک است. استفاده از اطلاعات متقابل و آنتروپی برگرفته از تئوری اطلاعات که در آن چند جمله‌ای درجه دو به صورت اسکالرهای و توابع، توزیع شده‌اند، یکی از تکنیک‌های کارآمد در این زمینه است (پرینسیپه، ۲۰۱۰). در یک روش به خصوص مبتنی بر تئوری اطلاعات، از اطلاعات متقابل و آنتروپی برای تولید تجزیه سلسله مراتبی از داده مکانی بر حسب اسکالرهای مکانی اطلاعات استفاده می‌شود که جایگزینی مناسب برای چند جمله‌ای‌های آماری درجه دو است. استفاده از تکنیک مبتنی بر تئوری اطلاعات منجر به حفظ حداکثر اطلاعات و جمع آوری کامل ساختار تصادفی داده جهت نیل به یک ارتقاء مقیاس رطوبت خاک بهینه می‌شود (بویژه در شرایط ناهمگون و متغیر یک منطقه). به طور کلی در ادغام (تلفیق) داده‌های سنجش از دوری نوری و میکروویو جهت برآورد رطوبت خاک (تفکیک بالا) یا از روش مثلثی (پارامترهای دمای سطح، رطوبت خاک و پوشش گیاهی) استفاده می‌شود، یا از روش دوزنقه‌ای (افزوده شدن پوشش گیاهی دچار تنش آبی شده به عنوان ضلع / پارامتر چهارم). در این روش ادغام داده‌ها نیز عموماً از دو رویکرد محاسباتی الف) تجربی محض (برازش چند جمله‌ای) و ب) نیمه فیزیکی 88 (مبتنی بر متغیر تبخیر) استفاده می‌شود. در روش تجربی محض ابتدا رطوبت خاک در تصویر با قدرت تفکیک بالا (داده نوری) به صورت یک تابع چند جمله‌ای (متغیرهای درجه حرارت سطح LST ، شاخص پوشش 89 گیاهی و آلبیدوی سطح) بیان می‌شود، سپس تابع چند جمله‌ای جهت تعیین پارامترهای برازش بر روی تصویر با قدرت تفکیک پایین (داده میکروویو) اعمال می‌شود و در پایان، چند جمله‌ای (با پارامترهای برازش شده) در تصویر تفکیک بالا جهت برآورد رطوبت خاک اعمال می‌شود. در روش تجربی محض از آنجایی که یک روش مشارکتی است، بنابراین به علت ماهیت غیر خطی چند جمله‌ای، میانگین رطوبت خاک برآورد شده در تصویر تفکیک بالا معادل با رطوبت خاک در تصویر میکروویو نیست. در روش نیمه فیزیکی همانند روش تجربی از رویکرد مشابه چندجمله‌ای برازش شده متغیرهای داده نوری استفاده می‌شود، اما در این روش به طور فیزیکی یک ارتباط مکانی بین کارآمدی تبخیر و رطوبت واقعی خاک برقرار می‌شود (به علاوه در این روش از داده‌های کمکی اقلیمی و خاک نیز استفاده می‌شود). در شکل ۲ رابطه بین پارامترهای درگیر در داده‌های متفاوت سنجش از دور جهت ارتقاء مقیاس رطوبت خاک (SM) 90 را می‌توان مشاهده نمود. در ادامه به بررسی مدل نیمه فیزیکی DisPATCh خواهیم پرداخت.



شکل ۲- شاخص‌های به کار رفته در مدلسازی و ادغام داده‌های سنجش از دور جهت ارتقاء مقیاس رطوبت خاک

⁸⁵ Normalized Difference Vegetation Index

⁸⁶ Bayesian hierarchical framework

⁸⁷ Probability Density Functions

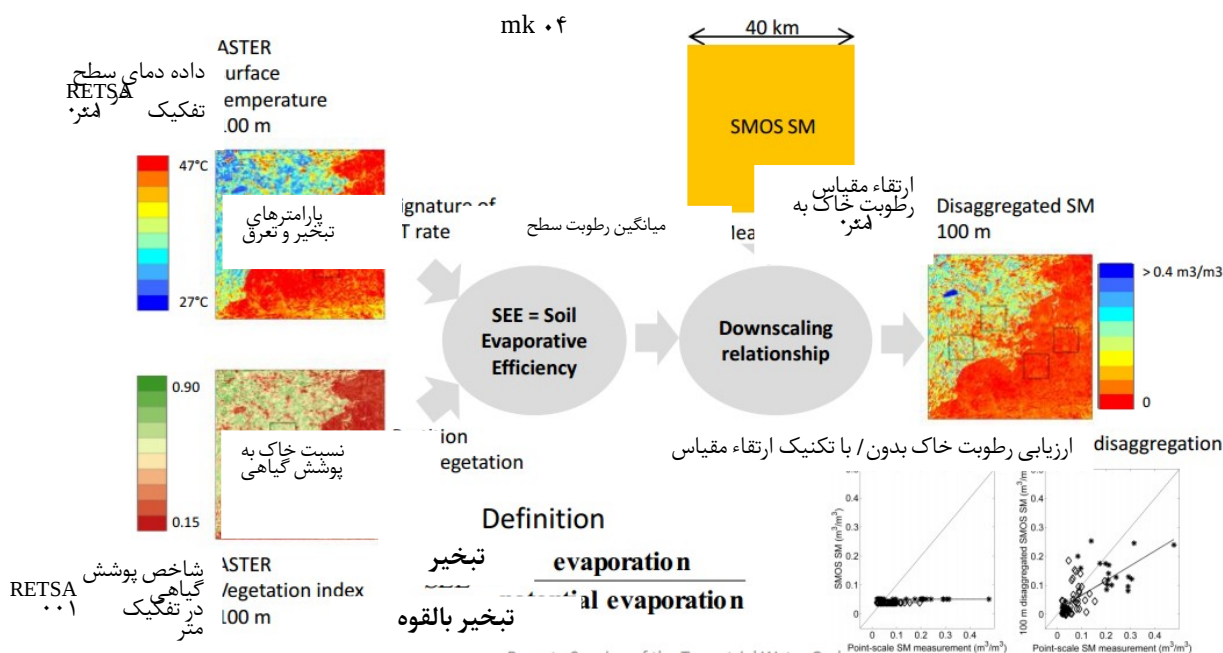
⁸⁸ Semi-physical

⁸⁹ Vegetation Index

⁹⁰ Soil Moisture (MS)

روش شناسی الگوریتم DisPATCh

تکنیک مبتنی بر DisPATCh یک الگوریتم جهت ارتقاء مقیاس رطوبت خاک (SM) بر اساس داده های دمایی خاک در تفکیک بالا است. این الگوریتم دمای خاک سطح زمین را با استفاده از یک مدل نیمه تجربی کارایی تبخیر خاک و بسط سری تیلور مرتبه اول حول میانگین رطوبت خاک منطقه مطالعاتی به رطوبت خاک تبدیل می کند. این الگوریتم بر روی داده های (SMOS)^{۱۱} سازمان فضایی اروپا توسعه یافته است. این داده ها از نوع داده های غیرفعال میکروویوی در سنجش از دور است که داده های رطوبت خاک را در ابعاد پیکسل های 40×40 km در اختیار ما قرار می دهد. با استفاده از این الگوریتم، رطوبت خاک با قدرت تفکیک (مقیاس) 40 km با استفاده از داده های دمایی سطح (به دست آمده از داده های ASTER) به داده های رطوبت خاک به قدرت تفکیک 100m (مقیاس) ارتقاء می یابد. در ادامه معادلات به کار رفته در این الگوریتم اشاره می شود.



شکل ۲- اصول و روش شناسی الگوریتم DisPATCh (مرلین و همکاران، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ ب)

$$SM_{HR,i} = SM_{SMOS} + \left(\frac{\partial SEE_{mod}}{\partial SM} \right)_{SMOS}^{-1} \times \left(SEE_{HR,i} - \frac{1}{N} \sum_{j \in SMOS} SEE_{HR,j} \right), \quad SEE_{mod} = \frac{SM}{SM_p} \quad (1)$$

در معادله (۱) عبارت داخل پرانتز اول مدل SEE است و اولین جمله SEE در پرانتز دوم مربوط به داده MODIS/ASTER است که از رابطه (۲) به دست می آید.

$$T_{mod} = f_s \left(SEE T_{s,min} + (1-SEE) T_{s,max} \right) + f_{vgu} T_{v,min} + f_{vgn} T_{v,max}, \quad SEE_{HR,i} = \frac{T_{s,max} - T_{s,i}}{T_{s,max} - T_{s,min}} \quad (2)$$

^{۱۱} Soil Moisture and Ocean Salinity



در معادله (۲) عبارت f_s ضریب تاثیر مربوط خاک عریان، f_{vgu} پوشش گیاهی بدون تنش، f_{vgn} پوشش گیاهی تحت تنش آبی و T دما است. بنابراین با توجه به معادلات، مقدار رطوبت خاک برای هر پیکسل در مقیاسی ارتقاء یافته تر محاسبه می شود.

بحث و نتایج
رطوبت خاک یک پارامتر مهم در بسیاری از کاربردهای متنوع، به ویژه در کشاورزی (رطوبت منطقه ریشه گیاه) و هیدرولوژی (به عنوان ورودی مدل های هیدرولیکی) است. نیاز به داشتن اطلاعات مکانی دقیق (تفکیک مکانی) در بازه تکرار زمانی کوتاه مدت (تفکیک زمانی) از رطوبت خاک یکی از نیازهای کاربران حوزه های مختلف و همچنین یکی از چالش های پیش رو در برابر متخصصین علوم خاک است. در یک دهه گذشته با ظهور سنجنده های پیشرفته سنجش از دوری چون SMOS و SMAP فرصتی بی نظیر برای متخصصان علوم خاک و زمین پدیده آورده تا به برآورد رطوبت خاک در گستره وسیعی از یک منطقه در قدرت تفکیک مکانی ۵۰ m تا ۱ km و تا دقت $\pm 0.04 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ دست یابند.

منابع

- Merlin O., Hydrol. ۲۰۱۳b. An original interpretation of the wet edge of the surface temperature-albedo space to estimate cropevapotranspiration (SEB-1S), and its validation over an irrigated area in north-western Mexico Earth Syst. Sci., ۱۷, ۳۶۲۳-۳۶۳۷.
- Merlin O., F. Jacob, J.-P. Wigneron, J. Walker and G. Chehbouni. ۲۰۱۲a. Multi-dimensional disaggregation of land surface temperature using high-resolution red, near-infrared, shortwaveinfrared and microwave-L bands IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, ۵۰ (۵), pp. ۱۸۶۴-۱۸۸۰.
- Shin, Y., and B. P. Mohanty. ۲۰۱۳. Development of a deterministic downscaling algorithm for remote sensing soil moisture footprint using soil and vegetation classifications. Water Resour. Res., ۴۹, doi:۱۰.۱۰۰۲/wrcr.۲۰۴۹۵.
- Merlin O., A. Al Bitar, J. P. Walker, and Y. Kerr. ۲۰۱۰. An improved algorithm for disaggregating microwave-derived soil moisture based on red, near-infrared and thermal-infrared data. Remote Sensing of Environment, vol. ۱۱۴, no. ۱۰, pp. ۲۳۰۵-۲۳۱۶.
- Piles M., A. Camps, M. Vall-llossera et al. ۲۰۱۱. Downscaling SMOSderived soil moisture using MODIS visible/infrared data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. ۴۹, no. ۹, pp. ۳۱۵۶-۳۱۶۶.
- Merlin O., A. Chehbouni, J. P. Walker, R. Panciera, and Y. H. Kerr. ۲۰۰۸. A simple method to disaggregate passive microwavebased soil moisture. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. ۴۶, no. ۳, pp. ۷۸۶-۷۹۶.
- Merlin O., A. Al Bitar, J. P. Walker, and Y. Kerr. ۲۰۰۹. A sequential model for disaggregating near-surface soil moisture observations using multi-resolution thermal sensors. Remote Sensing of Environment, vol. ۱۱۳, no. ۱۰, pp. ۲۲۷۵-۲۲۸۴.
- Wikle C. K. and L. M. Berliner. ۲۰۰۵. Combining information across spatial scales. Technometrics, vol. ۴۷, no. ۱, pp. ۸۰-۹۱, Feb.
- Principle J., Information Theoretic Learning. ۲۰۱۰. Renyi's Entropy and Kernel Perspectives. New York, NY, USA: Springer-Verlag.

Abstract

Soil moisture is significant and fundamental parameters in field of surface hydrology that has a great role at run-off control and water permeability. Therefore, having accurate knowledge about temporal-spatial variations of soil moisture in acceptable scale to reach the sustainable management of water/soil, optimal cultivation time, flood prediction and climate changes is vital. In most hydraulic and agricultural applications we need soil moisture mapping in high temporal-spatial resolution. Passive microwave remotely sensed data along with downscaling algorithms is new approach to retrieval of soil moisture in high resolution. This paper after short reviewing on background of soil moisture retrieval techniques and its principles, consider the physic-based algorithm DisPATCh.



بررسی پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از مدل‌های فرکتالی

سپیده مفیدی^۱، مهدی همایی^۲، ابراهیم پذیرا^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات گروه خاکشناسی تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

ساختمان خاک به طور مستقیم و غیرمستقیم بر رشد گیاه و تولید بهینه محصول تأثیر می‌گذارد. از آنجا که ساختمان خاک تا کنون به طور کیفی بیان شده است یکی از روش‌های نوین برای توصیف کمی ساختمان خاک استفاده از هندسه فرکتالی می‌باشد. هدف از این پژوهش، بدست آوردن بُعد فرکتالی خاکدانه‌ها و ارزیابی پایداری آنها بود. بدین منظور، از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری یک منطقه زراعی ۳۰ نمونه تهیه و با استفاده از روش الک‌های تر و خشک و با کمک چهار مدل فرکتالی تعداد-اندازه و جرم-اندازه ریو و اسپوزیتو، تعداد-اندازه مندلیبات و جرم اندازه تیلر و ویتکرفت، بُعد فرکتالی تعیین گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش بُعد فرکتالی، پایداری خاکدانه‌ها کاهش و ناپایداری آنها افزایش می‌یابد. بنابراین نمونه‌های که در آن بُعد فرکتالی زیاد است، ساختمان ضعیفتر یا به عبارتی خاکدانه‌ها ناپایدارتر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: بُعد فرکتالی، پایداری خاکدانه‌ها، مدل‌های فرکتالی

مقدمه

اطلاع از خواص فیزیکی خاک جهت بهره‌وری و استفاده از آن، دارای اهمیت ویژه‌ای است. یکی از مهمترین این خواص، ساختمان خاک است که مفهوم آن شیوه قرار گرفتن ذرات خاک در کنار یکدیگر می‌باشد. پایداری خاکدانه‌ها در ارزیابی ساختمان خاک اهمیتی فراوان دارد. زیرا اگر خاکدانه‌ها بر اثر جذب آب و یا برخورد با ابزار خاک‌ورزی، متلاشی نشوند، گویای این واقعیت خواهد بود که آبیاری، بارندگی، زهکشی و عملیات کاشت، داشت و برداشت تأثیر سوئی بر ساختمان خاک نداشته و خاک از یک پایداری نسبی و مطلوب برخوردار است (بای بوردی، ۱۳۸۸). ماده آلی در پایداری ساختمان خاک نقش مؤثری دارد. فرآیندهای خاکدانه‌سازی با ماده آلی نه تنها به مقدار و ترکیب شیمیایی ماده آلی بستگی دارد، بلکه به آرایش و چگونگی پیوندهای ماده آلی با اجزاء معدنی خاک نیز وابسته است. اکسیدهای آهن و آلومینیم نیز به تنهایی و یا در ترکیب با مواد آلی باعث پایداری ساختمان خاک میشوند (Aringhieri and Sequi, ۱۹۷۹). ساختمان خاک با اثر بر چرخه کربن و دیگر عناصر غذایی، جذب، ذخیره و حرکت آب، تهویه، رسانایی گرمایی خاک، مقاومت مکانیکی و مقاومت در برابر فرسایش، بر رشد گیاه و تولید بهینه محصول اثر می‌گذارد (Diaz-Zorita et al., ۲۰۰۲). دستیابی به وضعیت بهینه ساختمانی و ارتقاء پایداری خاکدانه‌ها، یکی از مهم‌ترین اهداف کشاورزی پایدار و حفاظت محیط‌زیست به حساب می‌آید (Bronick and Lal, ۲۰۰۵). به‌منظور بیان ساختمان خاک به صورت یک ویژگی قابل سنجش به مفهوم کمی آن نیاز بوده و با پیدایش هندسه فرکتالی ابزار ریاضی مناسبی برای این بررسی در علم خاکشناسی فراهم شده است. Zhong و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی بُعد فرکتالی توزیع اندازه ذرات خاک به کمک مدل یانگ (۱۹۹۳) بیان کردند، بُعد فرکتالی ابزاری مناسب برای تعیین میزان پایداری خاک و افزایش بیابانزایی است و نشان دادند بین درجه بیابانزایی و بُعد فرکتالی رابطه معنی‌داری وجود دارد. در این پژوهش بُعد فرکتالی با توجه به میزان شن و رس بین ۱۷۹/۲ و ۶۱۱/۲ تعیین گردیده است. Filgueira و همکاران (۲۰۰۶) برای تعیین توزیع اندازه ذرات خاک به بررسی مدل‌های فرکتالی (Tyler and Wheatcraft, ۱۹۹۲) و (Filgueira et al., ۲۰۰۳) روی پنج نمونه خاک در آرژانتین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با کاهش میزان شن، بُعد فرکتالی برای سیلت کاهش می‌یابد و با افزایش میزان رس بُعد فرکتالی برای سیلت افزایش می‌یابد. در این پژوهش بین دو مدل استفاده شده تفاوت معنی‌داری از نظر بُعد فرکتالی بدست آمده، ملاحظه نشده است. در پژوهش دیگری Wang و همکاران (۲۰۰۶) خصوصیات فرکتالی خاکهایی را که تحت کاربریهای مختلف در مناطق خشک و نیمه‌خشک فلات تبت چین قرار داشتند، بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بُعد فرکتالی توزیع اندازه‌ی ذرات به تغییرات کاربری اراضی حساس می‌باشد. با توجه به اینکه کمی‌سازی ساختمان خاک با استفاده از هندسه فرکتالی کمتر مورد توجه پژوهشگران داخلی بوده است بدین منظور هدف از این پژوهش، استخراج بُعد فرکتالی خاکدانه‌ها و ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها در نمونه‌ها با توجه به بُعد فرکتالی بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۳۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری یک منطقه زراعی در دشت ورامین برداشت شد. علاوه بر نمونه‌های دست‌خورده، نمونه‌های دست‌نخورده نیز تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. با استفاده از داده‌های بدست آمده از آزمایشگاه جرم ویژه ظاهری و



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

درصد رطوبت تعیین و با استفاده از روش سری الکهای خشک و تر و مدلهای فرکتالی، پارامترهای فرکتالی محاسبه گردید. در نهایت با ترسیم نمودار هر مدل در حالت تر و خشک برای هر نمونه و مقایسه سطح زیر نمودار و همچنین محاسبه اختلاف بُعد خشک و تر و درصد پایداری و ناپایداری خاکدانهها، نمونهها هم به روش ترسیمی و هم محاسبه‌های از پایدارترین تا ناپایدارترین مرتب شدند. چهار مدل مختلف توزیع تجمعی جهت برازش توزیع جرم اندازه و تعداد اندازه خاکدانهها در دو حالت خشک و تر استفاده شد. برای تعیین بُعد مدل جرم-اندازه Riuie و Sposito (a1991) از رابطه زیر استفاده شد:

(۱)

که در آن i وزن مخصوصظاهری کلاس اندازه نام (Mg/m^3) ، ρ_i وزن مخصوصظاهری بزرگترین خاکدانه، d_i میانگین قطر خاکدانههای کلاس اندازه نام (mm) ، d_0 میانگین قطر بزرگترین خاکدانه و D_m بُعد فرکتالی جرم می باشد. برای محاسبه بُعد مدل تعداد-اندازه Riuie و Sposito (b1991) از رابطه زیر استفاده شد:

(۲)

که در آن d_k میانگین قطر خاکدانهها برای کلاس k ام، A ثابت مدل، N_k تعداد تجمعی خاکدانهها که از رابطه‌ی زیر محاسبه می گردد.

$$N_k = \sum_{i=0}^k N(d_i) \quad (3)$$

و $N(d_i)$ یا تعداد خاکدانهها نیز از رابطه زیر بدست می آید:

$$N(d_i) = \frac{M(d_i)}{(d_{.3} \rho_i)} \quad (4)$$

که در آن d_i میانگین قطر خاکدانهها (m) ، $M(d_i)$ جرم خاکدانه (kg) و i جرم مخصوص ظاهری خاک میباشد. بُعد فرکتالی مدل جرم-اندازه Tyler و Wheatcraft (۱۹۹۲) از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{M(r < R)}{Mt} = \left(\frac{r}{RL}\right)^{3-D_m} \quad (5)$$

که در آن D_m بُعد فرکتال جرمی، $M(r < R)$ جرم تجمعی خاکدانهها بر روی غربالها با اندازههای کوچکتر از R ، جرم خاکدانهها، RL بالاترین اندازه منفذ غربال و r میانگین قطر خاکدانهها در هر کلاس میباشد. بُعد فرکتالی مدل تعداد-اندازه Mandelbort از رابطه زیر بدست می آید:

$$N(r > R) = kr^{-D} \quad (6)$$

که در آن r اندازه قطر نرمال شده خاکدانهها در هر بخش اندازههای (میانگین اندازه مش الک (m) با اندازه مش الک بزرگتر از آن)، $N(r > R)$ تعداد تجمعی خاکدانههای با اندازه r که از مقیاس اندازههای R بزرگتر است و با قطر الک تعیین میشود، K مقدار ثابت، D بُعد فرکتالی که به شکل و حد پراکندگی ذرات بستگی دارد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۱ دامنه بُعد فرکتالی جرم-اندازه Riuie و Sposito در حالت خشک از $۸۵۸/۲$ تا $۹۲۴/۲$ و در حالت تر از $۹۰۱/۲$ تا $۹۹۴/۲$ تغییرات داشت. ضریب تبیین در این مدل از $۷/۰$ تا $۹۹/۰$ متغیر بود. دامنه بُعد فرکتالی D_m برای مدل Tyler و Wheatcraft (۱۹۹۲) در حالت خشک از $۵۲۵۷/۲$ تا $۷۸۵۳/۲$ و در حالت تر از $۲۴۳۵/۲$ تا $۵۵۴۸/۲$ تغییرات داشت. ضریب تبیین در این مدل از $۰۰۵/۰$ تا $۹۸/۰$ متغیر بود و همانطور که از دامنه ذکر شده برای این دو مدل مشخص است در هیچ یک از نمونهها بُعد فرکتالی بیشتر از ۳ مشاهده نگردید. بنابراین می توان نتیجه گرفت که این دو مدل قادر به بیان توزیع فرکتالی خاکدانهها میباشدند. دامنه بُعد فرکتالی در مدل تعداد-اندازه Riuie و Sposito از $۷۶۶/۲$ تا $۵۹۵/۳$ در حالت خشک و از $۳۴۸/۲$ تا $۱۸۴۷/۳$ در حالت تر تغییرات داشت. ضریب تبیین در این مدل از $۹۶/۰$ تا $۹۹/۰$ متغیر بود. دامنه بُعد فرکتالی تعداد-اندازه Mandelbort نیز در حالت خشک از $۸۸۷/۲$ تا $۷۲۱/۳$ و در حالت تر از $۲۱۳۹/۲$ تا $۲۲۱۸/۳$ تغییرات داشت. ضریب تبیین در این مدل از $۹۶/۰$ تا $۹۹/۰$ متغیر بود. مدل تعداد-اندازه Mandelbort به دلیل اینکه دارای ضریب تبیین بیشتری است بنابراین به عنوان بهترین مدل در نظر گرفته می شود.

جدول ۱- ویژگیهای آماری متغیرهای مورد بررسی

متغیر	نوع آزمایش	تعداد نمونهها	کمترین	میانگین	بیشترین	انحراف معیار	خطای استاندارد
-------	------------	---------------	--------	---------	---------	--------------	----------------



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۰۱/۰	۰۷/۰	۷/۲	۶/۲	۵/۲	۳۰	الک خشک	بُعد جرم-اندازه تیلر و
۰۱/۰	۰۸/۰	۵/۲	۴/۲	۲/۲	۳۰	الک تر	ویت گرفت
۰۳/۰	۱/۰	۵/۳	۰/۳	۷/۲	۳۰	الک خشک	بُعد تعداد- اندازه ریو و
۰۳/۰	۱/۰	۱/۳	۸/۲	۳/۲	۳۰	الک تر	اسپوریتو
۰۰۲/۰	۰۱/۰	۹/۲	۸/۲	۸/۲	۳۰	الک خشک	بُعد جرم- اندازه
۰۰۴/۰	۰۲/۰	۹/۲	۹/۲	۹/۲	۳۰	الک تر	ریو و اسپوریتو
۰۳/۰	۱/۰	۷/۳	۱/۳	۸/۲	۳۰	الک خشک	بعد تعداد-اندازه مندلیبر
۰۳/۰	۱/۰	۲/۳	۸/۲	۲/۲	۳۰	الک تر	

پایداری خاکدانه‌ها و ساختمان خاک، به ذرات ریز خاک وابسته می‌باشد. با افزایش اندازه ذرات پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد. در این پژوهش کمی‌سازی ساختمان خاک به کمک مدل‌های فرکتالی صورت گرفت. پارامترهای مورد نیاز مانند جرم ویژه ظاهری، میزان رطوبت خاک و غیره اندازه‌گیری و به چهار مدل فرکتالی مورد بررسی برآش داده شد و بهترین مدل تعیین شد. در کل نتایج نشان می‌دهد که با افزایش اختلاف بُعد خشک و تر، پایداری خاکدانه‌ها کاهش و درصد ناپایداری آنها نیز افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت از آنجا که مطالعه بر روی ساختمان خاک نقش مهمی در مدیریت استفاده و بهره‌وری از خاک دارد و همچنین به علت بالا بودن هزینه‌های آزمایشگاهی سنجش ساختمان خاک و مشکل بودن اندازه‌گیری مستقیم آن، استفاده از مدل‌های فرکتالی به دلیل تنوع و دقت زیاد، می‌تواند راهگشای بسیاری از مشکلات در زمینه ارزیابی ساختمان خاک باشد.

منابع

- بای بوردی، م. ۱۳۸۸. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- Aringhieri, R. and P. Sequi. ۱۹۷۹. The arrangement of organic mater in a soil crumb. PP. ۱۴۵-۱۵۰. Emerson, W.W. and A. R. Dexter. (Eds.), Modification of Soil Structure.
- Bronick, C.J. and R. Lal. ۲۰۰۵. Soil structure and management: a review. Geoderma ۱۲۴: ۳-۲۲.
- Diaz-Zorita, M., J. H. Grove and E. Perfect. ۲۰۰۲. Disruptive methods for assessing soil aggregation: a review. Soil Till. Res. ۶۴: ۳-۲۲.
- Filgueira, R.R. Fournier, L.L. Crisola, C.I. Gelati, P. and Garcia, M. G. ۲۰۰۶. Particle-size distribution in soils: A critical study of the fractal model validation. Geoderma, ۱۳۴: ۳۲۷-۳۳۴.
- Rieu, M., and Sposito, G. ۱۹۹۱a. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties: I. Theory. SSSAJ, ۵۵(۵): ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Rieu, M. and Sposito, G. ۱۹۹۱b. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties: . Applications. Soil Sci. Soc. Am. J., ۵۵: ۱۲۳۹-۱۲۴۴.
- Su, Y.Z. Zhao, H.L. Zhao, W.Z. and Zhang, T.H. ۲۰۰۴. Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. Geoderma, ۱۲۲: ۴۳-۴۹.
- Wang, X. Li, M.H. Liu, S. and Liu, G. ۲۰۰۶. Fractal characteristics of soils under different land-use patterns in the arid and semiarid regions of the Tibetan Plateau, China. Geoderma, ۱۳۴: ۵۶-۶۱.

Abstract

Soil structure directly and indirectly influences growth and optimal production of plant. Since soil structure has been not yet defined quantitatively, the so-called fractal geometry as a novel method can be used to describe to quantity of soil structure is the usage of. The purpose of this research is the catch of fractal dimension of aggregate stability. The objective of this investigation was to determine fractal dimension to assess stability of soil aggregates for this purpose, ۳۰ samples were taken from ۰-۳۰ cm soil depth of area large agricultural area. The collected soil samples were taken to the laboratory and subjected to wet and dry sieving experiments. Furthermore, four fractal models including the number-size and mass-size of Rieu and Sposito, number-size of Mandelbort, mass-size of Tyler and Wheatcraft were used to obtain the fractal dimensions. The obtained results indicated that by increasing the fractal dimension, aggregate stability decreases and vice versa. Consequently, samples with lower fractal dimensions have stronger aggregate stability.



بررسی قابلیت تولید جریان سطحی بین شیارها طی بارندگی در خاک‌های با بافت مختلف

علی‌رضا واعظی^۱، ناصر فکوری‌ایوند^۲، کامبیز رستمی مانگ‌هلاتی^۳
۱-دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک
دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

وقوع جریان سطحی موجود بین شیارها در هدر رفت خاک و عناصر غذایی به ویژه در زمین‌های کشاورزی اهمیتی بسیار زیاد دارد. میزان تولید جریان سطحی به ویژگی‌های خاک از جمله بافت خاک بستگی دارد. در این تحقیق، میزان جریان سطحی در بین شیارها در چهار خاک با بافت‌های مختلف شامل شنی، لومی، لوم رسی و رسی تحت باران‌های شبیه‌سازی شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوتی معنی‌دار بین خاک‌ها از نظر تولید جریان سطحی بین شیارها وجود دارد ($p < 0.05$). بالاترین جریان سطحی در خاک رسی (۵/۵۵ میلی‌متر) مشاهده شد. در خاک شنی به دلیل داشتن نفوذپذیری بالا جریان سطحی مشاهده نگردید. شدت تولید جریان سطحی طی بارندگی تغییرات فاحشی نشان داد. طی بارندگی، به دلیل تخریب تدریجی سطح خاک و افزایش ذخیره رطوبتی خاک، شدت جریان افزایش یافت. در خاک لوم به دلیل بالا بودن پایداری خاکدانه‌ها شدت تولید جریان سطحی طی بارندگی تدریجی بود.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاکدانه، محتوای رطوبتی خاک، نفوذپذیری خاک

مقدمه

جریان سطحی عبارت از جریان کم عمق ضعیف در اراضی با شیب پایین است که به دلیل فزونی شدت بارندگی یا آب شدن برف از شدت نفوذ آب به خاک به وجود می‌آید. این نوع از جریان به واسطه داشتن تنش برشی نقشی مهم در انتقال ذرات خاک و وقوع فرسایش آبی دارد (Foster et al, ۱۹۸۵). از آنجایی که جریان سطحی به ویژه در مناطق شیب‌دار نقش زیادی در انتقال ذرات ریز خاک و مواد آلی و نیز عناصر غذایی دارد، مسئول کاهش حاصلخیزی خاک و نیز آلودگی آب‌های سطحی است (Alvarez-Mozos et al, ۲۰۱۴). با غنی کردن جریان سطحی از نظر رسوب، تنش برشی جریان آب افزایش یافته و منجر به تشدید شرایط تشکیل شیار در خاک می‌شود (Dunne and Aubrey, ۱۹۸۶). در دامنه‌هایی که با فقدان پوشش گیاهی مواجه هستند جریان سطحی آب نقش اساسی در انتقال ذرات خاک دارد. همچنین، شدت برخورد قطرات باران همراه با تداوم بارندگی سبب تخریب و شکسته شدن خاکدانه‌ها به ذرات ریزتر می‌شوند که نتیجه آن کاهش نفوذ در اثر تراکم سطح خاک و وقوع جریان سطحی است (Zheng et al, ۲۰۰۸). در مطالعه صورت گرفته توسط (Vahabi and Nikkami, ۲۰۰۸) اثر بافت خاک، رطوبت اولیه خاک، شیب و پوشش گیاهی در میزان رسوب تولیدی حاصل از جریان سطحی با استفاده از بارانساز در حوزه آبخیز طالقان پرداختند. نتایج نشان داد که درصد رس، سیلت و رطوبت اولیه خاک هم بستگی مثبت و درصد شن نیز هم بستگی منفی با میزان رسوب تولیدی داشت. واعظی و همکاران (۱۳۸۷) اثر برخی از ویژگی‌های خاک‌های آهکی را بر رواناب بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که شن درشت، ماده آلی و آهک، تولید رواناب را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. بنابراین جریان بین‌شیاری به دلیل اینکه مهمترین عامل مؤثر در وقوع فرسایش بین‌شیاری است دارای اهمیت زیادی است (Aggassi and Bradford, ۱۹۹۹).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در چهار خاک با بافت مختلف شامل شنی، رسی، لومی و لوم رسی اجرا شد. حدود ۳۵۰ کیلوگرم از هر خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد. خاک‌ها به شیب یکنواخت ۱۰ درصد در کرت‌هایی به ابعاد ابعاد $2/1 \times 1$ متر (به صورت طولی در راستای شیب) به فاصله ۳ متر از هم در عرض شیب منتقل شدند. پیرامون کرت‌ها با استفاده از ورق گالوانیزه به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و طول ۴/۴ متر مسدود شدند. در انتهای هر کرت، تعداد دو سوراخ به قطر ۵ سانتی‌متر برای تعبیه لوله انتقال جریان سطحی ایجاد گردید و در انتهای لوله مخزن جمع‌آوری جریان سطحی جاگذاری شد. پیش از اعمال باران، اندکی رطوبت (۱۰ درصد) به سطح خاک‌ها افزوده و خاک تا رسیدن به تخلخل اولیه متراکم شد. نمونه‌های دست‌خورده از هر خاک تهیه و پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. در این نمونه‌ها توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه با استفاده از الک‌های ۲ و ۸ میلی‌متری به روش وزنی، جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری با استفاده از سیلندرهای فلزی با قطر داخلی ۵ و ارتفاع ۹/۴ سانتی‌متر، هدایت هیدرولیکی اشباع از روش بار ثابت و پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر اندازه‌گیری شد. همچنین ماده آلی نمونه‌ها به روش والکی-بلک، کربنات کلسیم معادل از روش خنثی سازی با سود نرمال و گچ به روش استون، اندازه‌گیری شد.

برای ایجاد باران از یک دستگاه شبیه ساز باران که مشخصات باران آن مطابق با ویژگی های منطقه بود، استفاده گردید. پیش از اعمال هر باران، نمونه ای خاک از سه نقطه ی طول کرت برداشته و رطوبت اولیه خاک به روش جرمی در آزمایشگاه تعیین شد. بارندگی با فاصله پنج روز با شدت ۶۰ میلی لیتر در ساعت و مدت یک ساعت اعمال شد. در فاصله زمانی ۵ دقیقه حجم مخلوط جریان سطحی و رسوب یادداشت شد. حجم جریان سطحی از طریق کسر حجم رسوب از کل حجم جریان سطحی و رسوب به دست آمد و به دنبال آن عمق جریان سطحی در هر کرت محاسبه شد. برای مقایسه خاک های با بافت مختلف از نظر میزان تولید جریان سطحی از روش تجزیه واریانس با آزمون دانکن استفاده شد. برای انجام امور آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. همچنین جهت رسم نمودارهای مربوط به جریان سطحی با زمان بارندگی از نرم افزار Excel استفاده گردید.

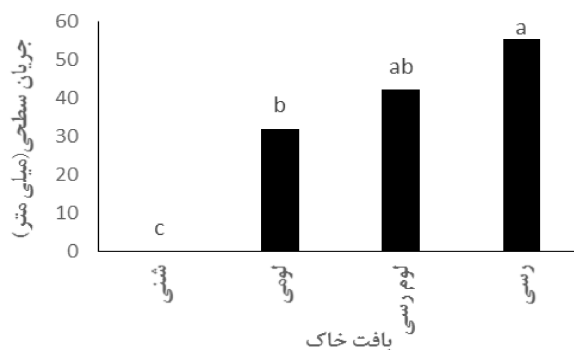
نتایج و بحث

نتایج تجزیه ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک ها در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی ویژگی خاک ها نشان داد که خاک شنی دارای بیشترین میزان سنگریزه (۲۴ درصد) و خاک رسی دارای کمترین میزان آن (۳۱/۴ درصد) بود. مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک ها از ۲۱/۰ سانتی متر بر ساعت در خاک رسی تا ۱/۸ سانتی متر بر ساعت در خاک شنی تغییر کرد. خاک ها اغلب دارای پایداری خاکدانه کمتری بودند. خاک لومی دارای بالاترین مقدار پایداری خاکدانه (۸۶/۱ میلی متر) و خاک شنی عملاً فاقد خاکدانه پایدار بود. خاک شنی دارای کمترین مقدار ماده آلی (۲۲/۰ درصد) و خاک لومی دارای بیشترین مقدار ماده آلی (۲۴/۱ درصد) بود. مقدار کربنات کلسیم معادل در آن ها از ۵ درصد در خاک شنی تا ۲/۱۵ درصد در خاک رسی تغییر کرد. مقدار گچ در نمونه های خاک از ۶۹/۰ درصد در خاک شنی تا ۱/۹ درصد در خاک رسی متغیر بود.

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد بررسی

بافت خاک			ویژگی های خاک
رسی	لومرسی	لومی	شنی
۰۰/۴	۵۱/۴۴	۷۰/۴۳	۰۵/۹۲
۲۴/۳۹	۴۹/۲۲	۵۵/۳۲	۴۵/۵
۷۶/۵۶	۰۰/۳۳	۷۵/۲۳	۵۰/۲
۳۱/۴	۲۰/۱۵	۴۰/۱۰	۰۰/۲۴
۴۱/۲	۵۰/۲	۵۶/۲	۷۰/۲
۲۷/۱	۲۲/۱	۴۲/۱	۷۴/۱
۵۴/۰	۷۳/۰	۸۶/۱	۰۰/۰
۲۱/۰	۲۵/۰	۶۸/۱	۱۰/۸
۵۲/۰	۷۰/۰	۲۴/۱	۲۲/۰
۲۶/۱۵	۹۴/۱۱	۴۵/۱۰	۰۰/۵
۰۱/۹	۷۳/۶	۳۳/۱	۶۹/۰

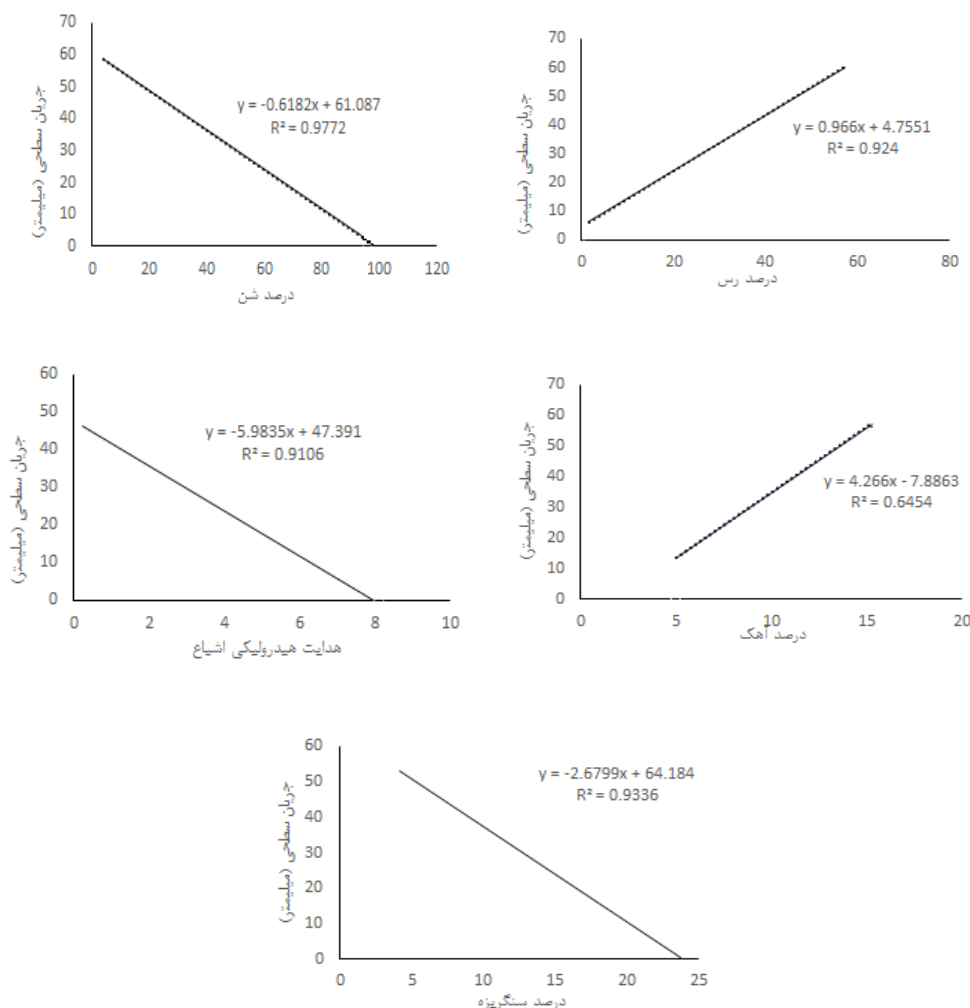
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوتی معنی دار بین خاک ها از نظر تولید جریان سطحی وجود دارد ($p < 0.05$). مقایسه میانگین تولید جریان سطحی در خاک های مختلف (شکل ۱) نشان داد که تولید جریان سطحی در خاک رسی بیشترین (۵۱/۵۵ میلی متر) بود به طوری که جریان سطحی در این خاک نسبت به خاک لومی، لوم رسی و شنی به ترتیب ۵۷، ۷۶ و ۱۰۰ درصد بیشتر بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین جریان سطحی در خاک های مورد بررسی

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

برای تعیین عوامل مؤثر بر جریان سطحی، رابطه بین تولید جریان سطحی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تولید جریان سطحی به نوبه خود تحت تأثیر درصد شن ($p < 0.05$)، درصد رس ($p < 0.05$)، درصد سنگریزه ($p < 0.05$)، هدایت هیدرولیکی اشباع ($p < 0.05$) و درصد کربنات کلسیم ($p < 0.05$) قرار دارد (شکل ۲). در پژوهش صورت گرفته خاک رسی به دلیل وجود ماده آلی کم (0.52%)، پایداری خاکدانه پایین (0.54 میلی‌متر) و همچنین نفوذپذیری پایین، میزان تولید جریان سطحی نسبت به سایر خاک‌های مورد آزمایش بیشتر بود. که با نتایج (Santos et al., 2003) مطابقت داشت. این در حالی است که در خاک شنی به دلیل نفوذپذیری بالا، جریان سطحی مشاهده نشد که با نتایج (Ramos et al., 2003) مطابقت داشت. جریان سطحی در خاک لومرسی به دلیل ماده آلی پایین‌تر که عامل کاهش پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی اشباع آن بود بیش‌تر از خاک لومی مشاهده شد. با افزایش مقدار کربنات کلسیم، میزان جریان سطحی افزایش یافت که با نتایج واعظی و همکاران (۱۳۸۷) مغایرت داشت چرا که در این آزمایش میزان کربنات کلسیم موجود در خاک تأثیر چندانی بر بهبود ساختمان خاک و در نتیجه کاهش جریان سطحی نداشت (جدول ۱).

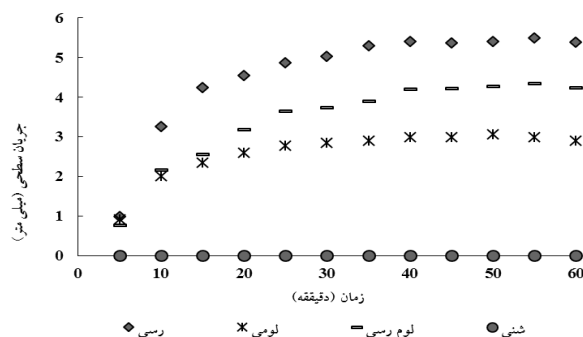


شکل ۲- رابطه بین تولید جریان سطحی با درصد شن، رس، سنگریزه، آهک و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

ماده آلی نقشی مهم در پایداری ساختمان خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری و نگهداری آب در خاک دارد (Tejada and Gonzalez, 2007). در خاک رسی به دلیل کمبود مواد آلی، پایداری خاکدانه‌ها کم و در نتیجه نفوذپذیری خاک کاهش یافته است. بنابراین میزان تولید جریان سطحی در خاک رسی طی بارندگی نسبت به سایر خاک‌ها شدیدتر بود (شکل ۳). در خاک لومی به دلیل ماده آلی



بیشتر، پایداری خاکدانه‌ها افزایش یافته و بنابراین شدت تولید جریان کمتر بود. در مطالعه‌ای (Romos and Nacci ۲۰۰۳) نشان داد که مقاومت به پراکنده شدن و ظرفیت نفوذ بالا در خاک‌های با خاکدانه‌های پایدار، موجب کاهش جریان سطحی می‌گردد.



شکل ۳- تغییرات زمانی تولید جریان سطحی طی بارندگی در خاک‌های با بافت مختلف

منابع

- واعظی ع، بهرامی ح، صادقی س و مهدیان م. ۱۳۸۷. تغییرات مکانی رواناب در بخشی از خاک‌های آهکی ناحیه نیمه خشک. در شمال غربی ایران. نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد ۱۵، شماره ۵، صفحه‌های ۲۱۳ تا ۲۲۵.
- Alvarez-Mozos, J., Abad, E., Go i, M., Gimé nez, R., Campo, M.A., Diez, J., Casali, J., Arive, M., Diego, I. ۲۰۱۴. Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part ۱: Effects on runoff and soil loss. Catena, ۱۱۸: ۱۶۸-۱۷۸
- Dunne, T. and Aubry, B. F. ۱۹۸۶. Evaluation of Hortons theory of sheetwash and rill erosion on the basis of field experiments. In: Abrahams, A.D. (Ed.), Hillslope Processes. Allen and Unwin, Boston, pp. ۳۱- ۵۳.
- Foster, G. R., Flanagan, D. C., Nearing, M. A., Lane, L. J., Risse, M. and Finkner, S. C. ۱۹۹۵. Hillslope erosion component. In: Flanagan, D. C. and Nearing, M. A. (eds.), USDA-Water Erosion Prediction Project, Technical Documentation. NSERL. Report No. ۱۰, National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana.
- Miller, W. P. and Baharuddin, M. K. ۱۹۸۷. Interrill erodibility of highly weathered soils. Commun. soil science plant analysis, ۱۸: ۹۳۳-۹۴۵.
- Romos, M. C., Nacci, S. and Pla, I. ۲۰۰۳. Effect of raindrop impact and its relationship with aggregate stability to different disaggregation forces. Department of Environment and Soil Science, University of Lleida, AlcaldeRoviraRoure, ۱۹۱, ۲۵۱۹۸ Lleida, Spain. Catena, ۵۳: ۶۵-۳۷۶.
- Santos, F.L., Reis, J. L., Martins, O.C., Castanheria, N.L. and Serralherio, R. P. ۲۰۰۳. Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. Biosystems Engineering, ۸۶(۳): ۳۵۵-۳۶۴.
- Tejada, M. and J.L. Gonzalez. ۲۰۰۷. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. Soil Tillage Res. ۹۳: ۱۹۷-۲۰۵.
- Vahabi, J. and D. Nikkami. ۲۰۰۸. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. Intl. J. Sediment Res. ۲۳: ۳۷۵-۳۸۵.
- Zheng, H., Chen, F.L., Ouyang, Z.Y., Tu, N.M., Xu, W.H., Wang, X.K., Miao, H., Li, X.Q., Tian, Y.X., ۲۰۰۸. Impacts of reforestation approaches on runoff control in the hilly red soil region of Southern China. J. Hydrol. ۳۵۶ (۱-۲), ۱۷۴-۱۸۴.

Abstract

Surface flow which occurs between two rills plays an important role in the soil loss as well as nutrient loss particularly in agricultural soils. It can be affected by soil properties especially soil texture. In this study, surface flow produced between the rills by the simulated rainfalls was investigated in four soil textures including sand, loam, clay loam, and clay. Significant difference was found among the soil textures in the surface flow ($p < 0.05$). The highest surface flow between the rills was observed in clay (۵۵.۵ mm) whereas sand didn't produce surface flow during rainfalls which this result was related to its high infiltration rate. The rate of surface flow varied



obviously during each rainfall. Increasing in aggregate breakdown and soil moisture content during each rainfall induced surface flow production in the soils. Loam appeared to have a gradual surface flow trend during rainfall which could be related to its grater structure stability.



تأثیر کیفیت آب آبیاری بر پایایی یک خاک لومرسی

افروز تقی‌زاده قصاب^۱، آزاده صفادوست^۲، محمدرضا مصدقی^۳
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا، ۲-استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۳-دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

خطر شوری و سدیمی شدن ممکن است توسط عواملی از جمله: نوع خاک، شیب زمین و مدیریت و نوع سیستم آبیاری و زهکشی، روش‌های کود دهی و حاصلخیزی و دیگر روش‌های مدیریت آب و خاک به وجود آید. در این مطالعه، اثرات کیفیت آب (نسبت جذب سدیم، SAR و شوری، EC) بر پایایی یک خاک لومرسی مورد بررسی قرار گرفت. از خاک لومرسی نمونه‌های دست‌خورده برداشته شد و سپس به وسیله آب با کیفیت بدون محدودیت، حداقل محدودیت و محدودیت شدید، ساخته شده با نمک‌های NaCl و CaCl₂، تیمار شدند. سپس درصد رس قابل پراکنش، حد روانی، حد خمیری و حد انقباض خاک‌های تیمار شده تعیین گردید. نتایج نشان داد که کیفیت آب آبیاری دارای اثرات قابل توجهی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بود. آب با کیفیت محدودیت شدید دارای بیشترین درصد رس قابل پراکنش بود که این ویژگی باعث ایجاد تغییر شرایط رطوبتی مناسب برای خاک‌ورزی، افزایش شاخص خمیرایی و کاهش شاخص تردی گردید.

کلمات کلیدی: رس قابل پراکنش، شوری و قلیائیت، شاخص خمیرایی، شاخص تردی

مقدمه

یکی از مشکلات مهم در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود منابع آب مناسب است که بخش وسیعی از ایران را شامل می‌شود. با توجه به کاهش منابع آب مناسب برای بهره‌برداری و مصارف روزافزون آن در جوامع شهری، صنعتی و افزایش رشد جمعیت، کشت زمین‌های شور و استفاده از آب‌های حاوی نمک محلول مورد توجه قرار می‌گیرد. شوری منابع آب و خاک در ایران در نتیجه پدیده‌های طبیعی، شوری و یا سدیمی شدن اولیه یا فسیلی، و حاصل از فعالیت‌های انسانی، شوری و یا سدیمی شدن ثانویه نامیده می‌شود (قریشی و همکاران، ۲۰۰۷). شوری و سدیمی شدن ثانویه زمین‌های نیز می‌تواند به علت آبیاری با منابع آب با کیفیت نامناسب اتفاق افتد. بنابراین آبیاری با آب نامناسب سبب افزایش EC و SAR خاک‌های کشاورزی می‌گردد (جلالی، ۲۰۰۲).
تجمع املاح موجود در خاک (شوری و سدیمی بودن) بر ویژگی‌های خاک موثر می‌باشند. در این نوع خاک‌ها مشکلات ساختمانی همچون نشست، تورم، پراکنش رس خاک و ایجاد سله وجود دارد (قراییه و همکاران، ۲۰۱۰). مقدار رس قابل پراکنش برای تشخیص ناپایداری خاک بکار برده می‌شود، زیرا هرچه پایداری ساختمان خاک بالاتر باشد، درصد رس پخش قابل پراکنش بیشتر خواهد بود. پایداری خاک ناشی از ویژگی‌هایی از خاک است که موجب پایداری آن در مواجهه با تنش‌ها و یا تغییر شکل ماندگار آن تحت اثر نیروهای تغییر شکل دهنده می‌گردد. حدود پایداری خاک از ویژگی‌های مکانیکی مهم خاک هستند که عموماً در رده‌بندی خاک‌های چسبنده به کار می‌روند. آتربرگ خاکشناس سوئدی حدود و مرزهایی را برای پایداری خاک تعیین نمود که پس از گذشت یک قرن هنوز مورد استفاده بوده و به نام وی، حدود آتربرگ، شناخته می‌شوند. این حدود شامل: حد روانی، حد خمیرایی، حد انقباض، حد چسبندگی و حد پیوستگی می‌شود که سه حد اول دارای اهمیت بیشتری می‌باشد (هوکمود و همکاران، ۲۰۰۳).
حدود آتربرگ یکی از موارد لازم و با اهمیت برای تخمین دامنه رطوبت مناسب جهت عملیات خاک‌ورزی می‌باشد، زیرا در این رطوبت توزیع مناسب اندازه خاکدانه با حداقل نیروی لازم حاصل می‌شود (نایاناکا، ۲۰۱۴). دکستر و برد (۲۰۰۱) نقطه عطف منحنی نگهداشت آب را رطوبت مناسب و بهینه برای انجام عملیات خاک‌ورزی دانستند که با ۹/۰ رطوبت حد خمیری منطبق بود. کار آبی خاک، در ارتباط با عملیات زراعی بر خاک می‌باشد که می‌توان آن را ترکیبی از تردپذیری و قابلیت به هم زدن خاک با حداقل تخریب و تراکم آن دانست (ارل، ۱۹۹۷). مطالعات نشان داده است که وضعیت کارایی خاک در خاک‌های چسبنده با مقدار رطوبت خاک در پایین‌ترین حد پلاستیکی آتربرگ در ارتباط است (مولر، ۱۹۹۰، دکستر و برد؛ ۲۰۰۱). مصدقی و همکاران (۲۰۰۰)، تردپذیری یک خاک لومرسی سیلتی را در رطوبت‌های ۶/۰، ۸/۰، ۱ برابر PL، با افزودن کود گاوی به خاک مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش‌گران دریافتند با افزایش کود گاوی به خاک، تراکم ناشی از عبور ماشین‌های کشاورزی، کاهش و حد بحرانی تردد خاک از ۶/۰ PL به ۸/۰ PL افزایش می‌یابد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر کیفیت آب آبیاری (EC و SAR) بر پایایی یک خاک لومرسی بررسی شد. برای این منظور از یک خاک لومرسی واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان همدان نمونه‌برداری دست‌خورده انجام گرفت. نمونه‌های خاک به وسیله تیمار آب



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

با کیفیت بدون محدودیت، حداقل محدودیت و محدودیت شدید (آیرز و وستکات، ۱۹۸۵)، به ترتیب با EC و SAR (۱ و ۱)، (۱ و ۷/۰) و (۱۲ و ۲/۰) ساخته شده با نمک‌های NaCl و CaCl₂، تیمار شدند. مقدار رس قابل پراکنش خاک به روش پیت اندازه‌گیری شد (کمیت‌ه ارزیابی خاک، ۲۰۰۹). حد روانی خاک (LL) به وسیله دستگاه کاساگراند، حد خمیری (PL) و حد انقباض با استفاده از روش BS شماره ۱۳۷۷ (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش از سه نقطه برای تعیین حد روانی استفاده گردید. حد خمیری درصد رطوبتی است که در آن فتیله به قطر ۳ میلی‌متر شروع به ترک خوردن می‌کند و فتیله می‌شکند. حد انقباض یک خاک مقدار رطوبتی است که در آن با کاهش رطوبت، کاهش حجم اتفاق نمی‌افتد اما درجه اشباع آن هنوز ۱۰۰ درصد است (هلتز و کواکز، ۱۹۸۱). تفاوت مقدار رطوبت در دو حد روانی و خمیری بیان‌کننده، شاخص خمیرایی (PI) و تفاوت مقدار رطوبت بین دو حد خمیری و انقباض نشان‌دهنده، شاخص تردی (FI) می‌باشد.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول (۱) آورده شده است کاربرد تیمارهای آب با سه کیفیت بدون محدودیت، حداقل محدودیت و محدودیت شدید دارای اثرات معنی‌دار بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بود. رس خاک به دلیل بار آن و سطح ویژه زیاد آن نسبت به شن و سیلت، مهم‌ترین بخش ماتریس خاک محسوب می‌شود. بار موجود بر روی سطح رس توسط یون‌های هیدراته شده با بار مثبت خنثی می‌شود (غدیر و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین با افزایش سدیم، ذرات رس متلاشی یا پراکنده می‌شوند. همانطور که نتایج نشان می‌دهد افزایش رس قابل پراکنش با افزایش سدیم در آب آبیاری رابطه مستقیم دارد (جدول ۲). در واقع سدیم زیاد منجر به آماس در خاک می‌شود که ممکن است باعث متلاشی شدن ساختمان خاک و پراکنده شدن ذرات رس می‌شود. منظور از متلاشی شدن ساختمان خاک، تبدیل خاکدانه‌ها به ذرات اولیه شامل شن، سیلت و رس می‌باشد (مکنیز، ۲۰۰۳). کیفیت آب از نظر شوری و قلیائیت با استفاده از دو فاکتور EC و SAR مشخص می‌شود. بر اساس فرمول SAR، افزایش EC باعث کم شدن اثر سدیم موجود در آب آبیاری می‌شود. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار رس قابل پراکنش در آب با محدودیت شدید که دارای پایین‌ترین EC، ۲/۰ و بالاترین SAR، ۱۲ می‌باشد، بدست آمد (جدول ۲). در دو کیفیت بدون محدودیت و حداقل محدودیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. احتمالاً این دو تیمار آب به دلیل داشتن EC بالا اثر منفی سدیم بر رس را کاهش داده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کیفیت آب آبیاری بر روی فاکتورهای حد سیلان (LL)، حد خمیری (PL)، حد انقباض (SL)، شاخص (SL)، شاخص خمیرایی (PI)، شاخص تردی (FI)، رس قابل پراکنش (CDIS)

منبع تغییرات	درجه آزادی	LL	PL	SL	PI	FI	CDIS
کیفیت آب آبیاری	۲	**	۹۵/۲۳**	۸۸/۶۸**	**	۱۹/۴۶**	۷۱/۶۲**
		۹۰/۱۱۸			۱۹/۲۰۰		

* بیانگر اثر معنی‌دار در سطوح آماری ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های تأثیر کیفیت آب آبیاری بر روی رطوبت‌های (W/W) حد سیلان (LL)، حد خمیری (PL)، حد انقباض (SL)، شاخص خمیرایی (PI)، شاخص تردی (FI)، درصد رس قابل پراکنش (CDIS)

کیفیت آب آبیاری	LL	PL	SL	PI	FI	C _{DIS}
بدون محدودیت	۹۳/۳۴ ^a	۹۰/۲۰ ^a	۳۱/۱۱ ^b	۰۹/۹ ^c	۵۸/۹ ^a	۰۲/۲ ^b
حداقل محدودیت	۱۶/۳۰ ^b	۲۹/۱۹ ^b	۷۵/۱۱ ^b	۸۶/۱۰ ^b	۵۳/۷ ^b	۴۰/۲ ^b
محدودیت شدید	۰۰/۳۰ ^c	۳۶/۲۱ ^a	۸۲/۱۸ ^a	۵۶/۱۳ ^a	۵۴/۲ ^c	۹۴/۲۵ ^a



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

همچنین مشاهده می‌شود که سه تیمار آب مذکور دارای اثرات معنی‌داری بر FI، LL، PL، SL، PI بودند (جدول ۱). در واقع کیفیت آب آبیاری با تأثیر بر میزان رس قابل پراکنش، ویژگی‌های مذکور را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به جدول (۲) آب آبیاری با محدودیت شدید دارای بیشترین حد انقباض و حد خمیری بود. که می‌توان نتیجه گرفت که میزان سدیم بالای موجود در آب، به دلیل شعاع هیدروژنی بزرگ، موجب افزایش پراکنش رس و افزایش رطوبت برای شکل‌پذیری خاک شده است. همانطور که اشاره شد، افزایش EC می‌تواند در کاهش این شرایط نامطلوب کمک کند. در نتیجه این تغییرات شاخص‌های خمیریایی (PI) و شاخص تردی (FI) نیز دچار تغییرات قابل توجهی شده‌اند. این دو شاخص برای تعیین رطوبت مناسب در عملیات خاک‌ورزی اهمیت بسیاری دارند. با توجه به جدول (۲) آب با EC و SAR (۲/۰ و ۱۲) با ایجاد بیشترین مقدار رس قابل پراکنش (میانگین ۹۴۷/۲۵)، بیشترین تأثیر را بر روی شاخص خمیریایی و شاخص تردی خاک گذاشت. به طوریکه شاخص خمیریایی با بیشترین مقدار، ۵۶۲۹/۱۳ و شاخص تردی با کمترین مقدار ۵۴۳۴/۲ برای این تیمار کیفیت آب آبیاری بدست آمد (جدول ۲).

رطوبت مناسب برای خاک‌ورزی بین PL و SL قرار دارد که با شاخص تردی FI در نظر گرفته می‌شود. چون رفتار خاک در این دامنه ترد است و خاک در این دامنه رطوبتی به هنگام خاک‌ورزی به ادوات کشاورزی نمی‌چسبد (علیزاده، ۱۳۸۳). رفتار خاک بین LL و PL، خمیری و نامناسب بوده، که با شاخص خمیریایی PI در نظر گرفته می‌شود و اگر در این دامنه رطوبتی عملیات خاک‌ورزی انجام شود خاک به ادوات کشاورزی می‌چسبد. در رطوبت کم‌تر از SL انرژی مورد نیاز خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. هنگامی که خاک‌ورزی در رطوبت PL انجام شود، زبری خاک سطحی حداقل خواهد بود. PL حداکثر مقدار رطوبتی است که در آن خاک‌ورزی بدون تخریب ساختمان خاک، موجب خرد شدن کلوخه‌ها هنگام عملیات تهیه بستر می‌گردد. در مقدار رطوبت خاک نزدیک به PL، تردی خاک حداکثر بوده (اوتومو و دکستر، ۱۹۸۱) و در رطوبت بیشتر از PL، درصد کلوخه ایجاد شده توسط خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. همچنین خاک‌ورزی در رطوبت‌های خاک کم‌تر از رطوبت بهینه نیز موجب افزایش درصد کلوخه می‌گردد. بنابراین، استفاده از آب آبیاری با محدودیت شدید شرایط خاک را برای انجام عملیات کشاورزی نامطلوب می‌کند، که می‌تواند به دلیل افزایش بیشتر میزان رس قابل پراکنش نسبت به سایر تیمارهای آب باشد. در حالیکه آب آبیاری با کیفیت بدون محدودیت، EC و SAR به ترتیب ۱ و ۱، با ایجاد رس قابل پراکنش کمتر (۰۲/۲)، شاخص خمیریایی کوچک‌تر (۰۹/۹) و شاخص تردی بالاتر (۵۸/۹) نسبت به دو تیمار دیگر شرایط بهتری را برای انجام عملیات خاک‌ورزی ایجاد کرد (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

بررسی اثر کیفیت آب آبیاری بر قوام یا پایایی خاک نشان داد، که کیفیت آب آبیاری از عوامل مؤثر بر تعیین زمان گاورو شدن خاک می‌باشد. در واقع آب آبیاری با میزان سدیم بالا، سبب تخریب و متلاشی شدن خاکدانه‌ها و افزایش رس قابل پراکنش در خاک می‌باشد، که شاخص‌های خمیریایی و تردی خاک تأثیر گذار است. آب با کیفیت نامناسب (محدودیت شدید) سبب افزایش رطوبت حد خمیری و کاهش رطوبت حد تردی می‌شود که از عوامل تعیین‌کننده بر زمان خاک‌ورزی می‌باشند. با افزایش شعوری خاک، اثرات مخرب یون سدیم کاهش یافته و کیفیت آب آبیاری متوسط و در نتیجه اثرات تخریبی آن بر خاک کمتر می‌شود.

منابع

- علیزاده، ا. ۱۳۸۳. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- Ayers R.S., D.W. Westcott. ۱۹۸۵. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage paper, No. ۲۹, Rev. ۱, FAO, Rome.
- BS ۱۳۷۷-۲:۱۹۹۰. Methods of test for soils for civil engineering purposes. Determination of Atterberg limits.
- Dexter, A. R., and Bird, N. R. A. ۲۰۰۱. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve. Soil & Tillage Research, ۵۷: ۲۰۳-۲۱۲.
- Earl, R. ۱۹۹۷. Prediction of trafficability and workability from soil moisture deficit. Soil & Tillage Research, ۴۰: ۱۵۵-۱۶۸.
- Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I. and Shraah, S.H. ۲۰۱۰. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. Soil Use Manage, ۲۶: ۹۳-۱۹۵.
- Holtz R. D., Kovacs W. D. (۱۹۸۱). In An Introduction to Geotechnical Engineering. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc
- Hoogmoed, W. B., Candena-Zapata, M. and Perdok, U. D. ۲۰۰۳. Laboratory assessment of the workable range of soils in the tropical zone of Veracruz, Mexico. Soil & Tillage Research, ۷۴: ۱۶۹-۱۷۸.
- Jalali, M. ۲۰۰۲. Composition of irrigation waters in west of Iran. WCSS. Bangkok, Thailand, ۱۷: ۲۱۸-۱-۲۱۸-۴.
- McKenzie, M. ۲۰۰۳. Salinity and sodicity — what's the difference?. The Australian Cotton grower, ۲۴: ۲۸-۳۲.
- Mosaddgi, M. R., Hajbasi, M. A., Hemmat, A. and Afyini, M. ۲۰۰۰. Soil compactibility as affect by moisture content and farmyard manure in central Iran. Soil & Tillage Research, ۵۵: ۸۷-۹۷.



- Muller, L., Tille, P. and Kretschmer, H. ۱۹۹۰. Trafficability and workability of alluvial clay soils in response to drainage status. *Soil & Tillage Research*, ۱۶: ۲۷۳-۲۸۷.
- Nayanaka, V.G.D., and Mapa, R.B. ۲۰۱۴. Use of Atterberg limits for structure and tillage management of five great soil groups of Srilanka. *Proceedings of the Peradeniya Univ. International Research Sessions, Sri Lanka, Vol. ۱۸*.
- Qadir, M., Oster, J. D., Schubert, S., Noble, A. D. and Sahrawat, K. L. ۲۰۰۷. Phytoremediation of Sodic and Qureshi, A. S., Qadir, M., Heydari, N., Turrall, H. and Javadi, A. ۲۰۰۷. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. ۳۰p. (IWMI Working Paper ۱۲۵).
- Saline-Sodic Soils. *Advances in Agronomy*, ۹۶: ۱۹۷-۲۴۷.
- Soil Survey Staff. ۲۰۰۹. *Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. ۵۱, Version ۱.۰. R. Burt (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Utomo, W.H. and Dexter, A.R. ۱۹۸۱. Soil friability. *J. Soil Sci.* ۳۲, ۲۰۳-۲۱۳.

Abstract

Salinity and sodium hazard may be created by factors including: soil type, field slope and drainage, irrigation system type and management, fertilizer and manuring practices, and other soil and water management practices. In this study the effects of water quality (sodium adsorption ratio, SAR and salinity, EC) on soil consistency of a clay loam soil were investigated. Disturbed soil samples were collected from clay loam soil and were treated with different water with quality of none limitation, moderate limitation and severe limitation. NaCl and CaCl₂ salts were used to prepare the different water treatment. The percentage of dispersible clay, liquid limit, plasticity limit and shrinkage limit were determined. Results showed that the water with severe limitation resulted in the most dispersible clay that change the appropriate moisture condition for tillage, increase the plasticity index and decrease friability index.



تأثیر استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده شهری بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی در دو بافت مختلف

الهام نمازی^۱، ابراهیم پذیرا^۲، یعقوب حسینی^۳، داود صمصام پور^۴
۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۲- استاد تمام گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۳- استادیار گروه آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بندرعباس، ۴- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان

چکیده

بحران آب یکی از مسائل اساسی مناطق دچار خشکسالی متوالی مانند ایران است بنابراین استفاده از آب های نامتعارف در جایی که آب با کیفیت مناسب در دسترس نیست رو به فزونی است یکی از این منابع پساب فاضلاب تصفیه شده شهری است. به کار گیری از پساب فاضلاب در کشاورزی بسته به خصوصیات آن می تواند سودمند یا زیانبار باشد و کیفیت پساب باید با توجه به اثرات آن بر روی خاک و گیاه ارزیابی شود. لذا در این تحقیق اثر توأم پساب تصفیه شده شهری و بافت خاک بر عملکرد گیاه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در این بررسی از تیمارهای آبیاری در ۵ سطح (آب شهر (بدون پساب)، ۷۵ درصد آب معمولی و ۲۵ درصد پساب فاضلاب شهری ۵۰، درصد آب معمولی و ۵۰ درصد پساب فاضلاب شهری، ۲۵ درصد آب معمولی و ۷۵ درصد پساب فاضلاب شهری، پساب فاضلاب شهری (بدون اضافه کردن آب شهر))، بافت خاک در دو سطح شنی و رسی در دوره ۸ ماه استفاده گردید. نتایج نشان داد که کاربرد پساب تا نسبت ۵۰ درصد عملکرد را افزایش داده است و در نسبت های پساب ۷۵ و ۱۰۰ درصد این خصوصیات کاهش یافته است. در مورد خصوصیات خاک با افزایش نسبت پساب میزان شوری و سار خاک افزایش می یابد لذا با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان کرد که استفاده از پساب فاضلاب شهری بندرعباس با احتیاط باید صورت گیرد و توصیه می شود استفاده از آن به صورت مخلوط با آب معمولی یا به صورت آبیاری یکی در میان معمولی و پساب صورت گیرد.

واژه های کلیدی: بافت خاک، پساب فاضلاب شهری تصفیه شده، عملکرد

مقدمه

با توجه به بحران کمبود منابع آب و لزوم بهره برداری از منابع آب غیر متعارف، بهره گیری مطلوب و بهینه از پساب فاضلاب شهری یکی از مباحث مهم تحقیقاتی می باشد. در ایران تاکنون در مورد امکان بهره برداری از این منبع، تحقیقاتی صورت گرفته است ولی به نظر می رسد که در زمینه اعمال مدیریت صحیح در بهره برداری از پساب فاضلاب تصفیه شده در راستای حفظ شرایط زیست محیطی و افزایش رانندگی بهره برداری لازم است، تحقیقات جامع تری صورت گیرد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۳). به منظور بررسی (کریم زاده و همکاران، ۱۳۹۱) تأثیر پساب بر هدایت هیدرولیکی اشباع، با انتخاب مزارع با بافت های شنی، لوم سیلتی و رس در محدود تصفیه خانه پرکنندآباد مشهد که در ۵ سال گذشته به طور پیوسته تحت آبیاری با آب پساب بوده اند، نمونه دست نخورده تهیه و در آزمایشگاه با استفاده از پساب و مخلوط حجمی یکسان از آب و پساب مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع تعیین گردید. نتایج نشان داد که آبیاری مزارع با پساب مقدار ماده جامد معلق ۶۰ میلی گرم در لیتر موجب کاهش هدایت هیدرولیکی در بافت های مختلف می شود. کاهش این پارامتر در خاک با بافت رس به میزان ۹٪ و در خاک های لوم سیلتی و شنی به ترتیب ۴/۵ و ۲٪ بود. طی تحقیق (نز، ۲۰۰۶) دیگر نیز نشان داده شد که گونه خاک بر روی عملکرد گیاه تأثیر دارد زیرا در هنگام آبیاری با پساب فاضلاب شهری تصفیه شده عملکرد گیاه در خاک سبک بیشتر از بافت سنگین بوده است. ولگر (۲۰۰۹) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو مزرعه با بافت خاک لومی سیلتی و شن که به ترتیب به مدت ۱۲ و ۲۲ سال با پساب آبیاری شده بودند را با مزارع شاهد مقایسه نمود، نتایج بررسی نشان داد که وزن مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای آبیاری با پساب کاهش یافت و افزایش میزان عناصر در تیمار آبیاری با پساب در خاکی با بافت لومی سیلتی بیشتر بود. سپاسخواه و کاریزی (۲۰۱۱) اعلام کردند که خصوصیات مختلف خاک به دلیل آبیاری با پساب در بافت های مختلف خاک تغییر می کند. از جمله ضریب هدایت هیدرولیکی در خاک های مختلف بدلیل استفاده از پساب کاهش می یابد. کاهش مذکور در خاک های لومی رسی بیشتر از لوم و لومی شنی می باشد. ضمناً در صورت استفاده متناوب آب و پساب در آبیاری اراضی به گونه ای که پس از هر بار عبور آب به زمین موجب بهبود هدایت اشباع آب در خاک می گردد. با توجه به موارد بیان شده و گسترش سیستم جمع آوری فاضلاب و تصفیه فاضلاب در استان هرمزگان در طول سال های اخیر نیاز به انجام طرح های مطالعاتی در راستای استفاده مجدد از پساب فاضلاب دیده می شود در همین سو فعالیت پژوهشی حاضر بر روی استفاده مجدد از پساب فاضلاب تصفیه شده استان هرمزگان در کشاورزی صورت گرفته است.



مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در شهر بندرعباس با جمعیت ۴۳۵۷۵۱ نفر در جنوب کشور ایران واقع شده است (عرض جغرافیایی ۲۷۱۲ درجه و طول جغرافیایی ۵۶۲۲) به صورت گلخانه ای انجام شده است و ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۰ متر و میانگین سالانه بارندگی ۹/۱۸۵ میلی‌متر می‌باشد

ب) مواد به کار رفته

پساب تصفیه شده از تصفیه خانه فاضلاب بندرعباس تامین گردید که روش تصفیه به صورت لجن فعال بوده و فاضلاب مورد استفاده برای آزمایش از آخرین مرحله تصفیه برداشت شد و همچنین به عنوان تیمار شاهد از آب معمولی استفاده گردید. خاک شنی و رسی از ۱۰ کیلومتری جنوب بندرعباس منطقه نهالستان و بستانو برداشت گردید. نشای گیاه گوجه فرنگی نیز از سازمان جهاد کشاورزی تهیه گردید.

ج) روش انجام تحقیق

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. جهت انجام تحقیق، تیمارهای بافت خاک در دو سطح شنی و رسی، آبیاری در ۵ سطح (آب معمولی، پساب فاضلاب شهری، ۲/۱ آب معمولی و ۲/۱ پساب فاضلاب شهری، ۴/۳ پساب فاضلاب شهری و ۴/۱ آب معمولی، ۴/۱ پساب فاضلاب شهری و ۴/۳ آب معمولی) در حین رشد سطوح مختلف پساب اعمال گردید و عملکرد کل هر بوته نیز در طول کشت اندازه گیری شد.

پس از اتمام دوره کشت خاک گلدان‌ها استخراج شد و پس از کوبیدن خاک و گذراندن از الک ۲ میلی‌متری عصاره خاک با دستگاه عصاره گیر تهیه و جهت محاسبه املاح و بعضی خواص به آزمایشگاه منتقل شد میزان کلسیم و منیزیم به روش کربوسلی و همکاران تعیین و میزان سدیم خاک توسط فلیم فتومتر مشخص گردید. برای اندازه‌گیری اسیدیته (مسی ند، ۱۹۸۲) و EC (کلوت، ۱۹۸۶) توسط دستگاه pH و هدایت سنج دیجیتال قرائت شد. پس از اندازه‌گیری میزان سدیم و کلسیم و منیزیم خاک به روش‌های فوق الذکر میزان نسبت سدیم جذبی خاک از روی فرمول (۱) محاسبه می‌شود:

$$SAR = \frac{[Na]}{\sqrt{1/2[(Ca)+(Mg)]}} \quad (1)$$

د) آنالیز آماری

بر روی داده‌های جمع‌آوری شده آنالیز واریانس صورت گرفت و در نهایت داده‌ها حاصل با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

الف) تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس در رابطه با صفات مربوط به خاک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی در جدول (۱) ارائه شده است و این نتایج نشان می‌دهد تمامی صفات مورد مطالعه در بخش رویشی در سطح ۱ درصد برای کلیه منابع تغییر (درصد پساب، بافت خاک و اثر متقابل این دو متغیر) به جز اثر متقابل درصد پساب و بافت خاک بر عملکرد معنی دار بوده است.

جدول (۱): تجزیه واریانس داده‌ها در رابطه با صفات مربوط به خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		pH خاک	EC خاک	کلسیم خاک	منیزیم خاک	سدیم خاک
درصد پساب (B)	۴	۲۸۸۲/۰ ^{ns}	۸۷/۳۴ ^{ns}	۵/۲۳۶ ^{ns}	۹۸/۷۱ ^{ns}	۶/۹۱۶ ^{ns}
بافت خاک (C)	۱	۳۷۴۹/۳ ^{ns}	۵/۱۵۹ ^{ns}	۰/۱۴۵۶ ^{ns}	۲۴/۴۲۴ ^{ns}	۴/۹۱۹۴ ^{ns}
اثر متقابل BC	۴	۰۲۲۹/۰ ^{ns}	۲۶/۴ ^{ns}	۷/۹۰ ^{ns}	۴۰/۲۳ ^{ns}	۱/۱۱۵ ^{ns}
خطا	۶۰	۰۰۰۵/۰	۰۵/۰	۶/۱	۰۹/۰	۴/۱
ضریب تغییرات (C.V) %		۳/۰	۲/۵	۶/۱۴	۱/۶	۳/۴

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ب) تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر خصوصیات خاک

مقایسه میانگین تاثیر اثر متقابل نسبت‌های پساب و بافت خاک نشان داده است میزان خصوصیات خاک در تمام سطوح پساب در بافت رسی بالاتر از بافت شنی می‌باشد و همچنین بین دو بافت شنی و رسی در همه سطوح پساب تفاوت معنی داری وجود داشته است و بافت خاک بر روی بسیاری از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تاثیر دارد (مسی کالی ۲۰۰۳) از آنجا که میزان رس در خصوص تبادل کاتیونی و حفظ و نگهداری کاتیون‌های تاثیر زیادی دارد در این تحقیق نیز نشان داده شد که در بافت رسی با داشتن میزان رس ۵۲ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری داشته که خود منجر به بالا رفتن میزان عناصر کلسیم، منیزیم و سدیم در خاک شده است علاوه بر آن وجود منافذ درشت در خاک داری بافت شنی منجر به ابشویی بهتر و شستشوی عناصر از سطح خاک می‌شود ولی در خاک های رسی درست عکس خاک های شنی می‌باشد و شستشوی در این خاک کمتر صورت می‌گیرد و تجمع عناصر بیشتری به وجود می‌آید که خود منجر به افزایش شوری خاک می‌شود. طی تحقیقی (شونین و همکاران، ۲۰۰۴) که بر روی چند نوع خاک با بافت مختلف صورت گرفت، نتایج نشان داد که همبستگی مثبت بین شوری خاک و رس خاک گزارش داده شد بنابراین با مشخص کردن بافت خاک می‌توان علاوه بر پی بردن به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک میزان ذخایر آب و خاک را نیز مشخص کرد و نسبت به اصلاح و احیای مراتع با تکیه بر بافت خاک رطوبت خاک اقدام کرد که در این تحقیق نیز نشان داده شد، افزایش شوری در خاک رسی بیشتر از بافت شنی بوده است که ارتباط بین میزان رس و خصوصیات شوری خاک را نشان می‌دهد. با افزایش میزان پساب در هر دو بافت میزان خصوصیات خاک نیز افزایش می‌یابد و در تمام تیمارها تفاوت معنی داری وجود دارد، از جمله این خصوصیات میزان اسیدیته خاک است که بر بسیاری از خصوصیات خاک و جذب عناصر غذایی تاثیر دارد (راتان، ۲۰۰۵) و با توجه به اینکه در این تحقیق نشان داده شد که میزان اسیدیته خاک با افزایش نسبت پساب در خاک تغییر کرده است و متعاقب آن جذب عناصر غذایی نیز در خاک تغییر می‌کند. طی پژوهشی گانس و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که استفاده از پساب فاضلاب شهری به عنوان آب آبیاری باعث می‌شود، شوری خاک را بالا ببرد که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد و این تجمع شوری منجر به محدودیت در رشد گیاه به وسیله افزایش فشار اسمزی و سمیت یون‌ها و کاهش قابلیت دسترسی عناصر مغذی می‌شود و همچنین با نتایج دانفونسیکا (۲۰۰۷) و نجفی و ناصر (۲۰۰۹)، کروناد و همکاران (۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد. جیان و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از آبیاری با پساب فاضلاب شهری نشان دادند که استفاده از پساب با گذشت زمان باعث شوری خاک شده و فاکتورهای موثر در شور شدن خاک شامل: (۱) وجود سدیم قابل جذب در پساب، (۲) نفوذ پذیری خاک (۳) غلظت بی کربنات مثل کلسیم و منیزیم و کربنات‌ها (سانتوز، ۲۰۰۴ و تیلمن و سورپاننی، ۲۰۰۲)

جدول (۲): مقایسه میانگین صفات مورد بررسی خاک تحت تاثیر اثر متقابل نسبت‌های مختلف پساب فاضلاب در آب آبیاری و بافت خاک

SAR خاک (?)	سدیم خاک (ppm)	منیزیم خاک (ppm)	کلسیم خاک (ppm)	Ec خاک (میلی موس)	pH خاک	صفت	
						نسبت پساب (%)	نسبت بافت خاک
i۰۲/۵	j۸۸/۹	j۲۴/۱	g۸۰/۲	g۵۷/۱	j۳۸/۷	شنی	صفر
de۴۹/۱۱	e۵۴/۲۷	e۳۱/۴	d۶۰/۷	d۹۵/۳	e۸۲/۷	رسی	
h۷۸/۷	i۴۶/۱۵	i۲۲/۲	fg۷۳/۳	f۲۸/۲	i۵۵/۷	شنی	۲۵
cd۱۸/۱۲	d۷۸/۳۱	d۱۱/۵	c۲۰/۹	c۶۸/۴	d۸۷/۷	رسی	
g۱۲/۹	h۱۷/۱۸	h۸۴/۲	fg۲۲/۴	e۷۴/۲	h۶۵/۷	شنی	۵۰
e۰۰/۱۳	c۳۷/۳۵	c۸۲/۵	c۳۶/۱۰	c۶۶/۴	e۹۲/۷	رسی	
fg۸۰/۹	g۰۹/۲۰	g۲۹/۳	ef۱۶/۵	d۹۳/۳	g۷۱/۷	شنی	۷۵
b۴۵/۱۴	b۳۹/۴۱	b۹۶/۷	b۲۰/۱۳	b۱۸/۶	b۹۷/۷	رسی	
ef۴۱/۱۰	f۲۱/۲۳	f۸۷/۳	de۵۸/۶	d۰۶/۴	f۷۷/۷	شنی	۱۰۰
a۳۵/۱۶	a۸۱/۵۱	a۹۸/۱۱	a۳۶/۲۲	a۴۳/۸	a۰۹/۸	رسی	

میانگین‌های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

ج) تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب بر عملکرد گیاه گوجه فرنگی

بررسی اثر سطوح مختلف پساب بر روی عملکرد تک بوته نشان داده است که با افزایش سطوح پساب تا ۵۰ درصد میزان عملکرد تک بوته افزایش یافته است و در سطوح پساب ۷۵ و ۱۰۰ درصد میزان عملکرد کاهش یافته است که با سطوح دیگر پساب تفاوت معنی دار داشته است. حد آستانه شوری گیاه گوجه فرنگی در تحقیقات در استان ۴ مشخص شده است که در نسبت ۵۰ درصد پساب شوری روند افزایشی بالای ۴ رسیده که این موضوع حاکی از کاهش میزان عملکرد بوته گوجه فرنگی شده است. نتایج تحقیقی بر روی استفاده از پساب فاضلاب تصفیه شده نشان داده است که شوری بالا در پساب بر روی رشد و عملکرد گیاه تاثیر دارد (پدوپولوس و همکاران، ۲۰۰۶) که نتایج این تحقیق نیز این موضوع را نشان داده است. شوری از طریق کاهش وزن میوه و ویژگی‌های بازارپسندی آن (تولید میوه کوچک) اثر منفی بر عملکرد دارد. ساتو و همکاران اظهار داشتند که با افزودن شوری محلول غذایی، وزن تر میوه گوجه فرنگی کاهش یافت که نتیجه این تحقیق نیز نشان داده است که با افزایش شوری از ۵۰ درصد به بالا روند شدیداً افزایشی داشته که باعث کاهش معنی دار وزن میوه نسبت به سطوح آبی پایین تر از ۵۰ درصد شده است که این موضوع خود منجر به کاهش عملکرد شده است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

بررسی اثر نوع بافت خاک بر روی عملکرد تک بوته (جدول ۳) نشان داده است که میزان عملکرد میوه در بافت شنی بالاتر از بافت رسی به میزان ۸۸ درصد بوده است و بین دو بافت خاک تفاوت معنی داری وجود داشته است. کاترجی و همکاران در سال ۲۰۰۲ طی تحقیقی نشان دادند که نوع بافت خاک بر روی عملکرد گیاه گوجه فرنگی تاثیر دارد هر چه که بافت درشت تر باشد عملکرد گوجه فرنگی در آن افزایش یافته است و طی تحقیق دیگر نیز نشان داده شد که گونه خاک بر روی عملکرد گیاه تاثیر دارد زیرا در هنگام آبیاری با پساب فاضلاب شهری تصفیه شده عملکرد گیاه در خاک سبک بیشتر از بافت سنگین بوده است (توز، ۲۰۰۶) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

جدول (۳)- تاثیر نوع بافت خاک و سطوح مختلف پساب بر روی عملکرد تک بوته (گرم)
سطوح پساب (درصد)

بافت خاک	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	میانگین
شنی	a۸/۲۰۸۳	a۸/۲۰۵۸	a۸/۲۱۷۶	b۲/۱۶۵۷	b۶/۱۵۲۱	A۶/۱۸۹۹
رسی	c۶/۱۱۴۴	c۲/۱۱۷۸	c۰/۱۲۷۲	d۱/۷۳۶	d۹/۷۱۳	B۰/۱۰۰۹
میانگین	B۲/۱۶۱۴	B۵/۱۶۱۸	A۴/۱۷۲۴	C۶/۱۱۹۶	C۸/۱۱۱۷	

میانگین های موجود در هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

منابع

- کریم زاده م، علیزاده ا و م محمدی آریا. ۱۳۹۱. اثرات آبیاری با پساب بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک. نشریه آب و خاک ۲۶(۶): ۱۵۴۷-۱۵۵۳.
- نجفی پ. موسوی س ف و م فیضی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد پساب فاضلاب تصفیه شده شهری در روش های مختلف آبیاری سیب زمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۱): ۶۱-۷۰.
- A.O.A.C. ۱۹۷۵. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. ۱۲th ed. Washington D.C. pp. ۳۷۷-۳۷۸, ۷۷۷.
- Abedi-Koupai, J., Mostafazadeh-fard, B., Afyuni, M., and Bagheri, M.R. ۲۰۰۶. Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. *Plant Soil and Environment*, ۵۲(۸), ۳۳۵-۳۴۴.
- Al Salem, S.A., ۱۹۹۶. Environmental considerations for wastewater reuse in agriculture. *Water Sci. Technol.* ۳۳(۱۰-۱۱), ۳۴۵-۳۵۳.
- Da Fonseca, A.F., Melfi, A.J., Monteiro, F.A., Montes, C.R., Almeida, V.V., Herpin, U., ۲۰۰۷b. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton ۸۵ bermudagrass. *Agric. Water Manage.* ۸۷, ۳۲۸-۳۳۶.
- Gunes, A., Inal, A., & Alpaslan, M. ۱۹۹۶. Effect of salinity on stomatal resistance, proline, and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition*, ۱۹, ۳۸۹-۳۹۶.
- Jean E. T. McLain * Clinton and F. Williams. ۲۰۱۲. Assessing environmental impacts of treated wastewater through monitoring of fecal indicator bacteria and salinity in irrigated soils. *Environ Monit Assess.* ۱۸۴: ۱۵۵۹-۱۵۷۲.
- Klute, A. (۱۹۸۶). *Methods of soil analysis. part ۲-chemical and biochemical methods.* Second edition. Agronomy No. ۹. American Society of Agronomy, Inc Soil Science of American, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- Korboulewsky, N., S. Dupouyet and G. Bonin. (۲۰۰۲). Environmental risks of applying sewage sludge compost to vineyards; CARBON, heavy metals, nitrogen and phosphorus accumulation. *J. Environ. Qual.* ۳۱: ۱۵۲۲-۱۵۲۷.
- McNeal, E. O., (۱۹۸۲). Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis Part ۲. Chemical and Microbiological Properties.* ASA Inc. SSSA Inc. Publishers, NY, USA.
- Najafi, P. ۲۰۰۶. Effects of using subsurface drip irrigation and treated municipal wastewater in irrigation in small communities. *Agric. Water Manage.*, ۳۸: ۲۳۳-۲۳۴.
- Papadopoulos, F., Parissopoulos G., Papadopoulos A., Fdragas A., Ntanos D., Prochaska C and I Metaxa. ۲۰۰۹. Assessment of Reclaimed Municipal Wastewater Application on Rice Cultivation. *Environmental Management.* ۴۳: ۱۳۵-۱۴۳.
- Rattan R.K., Datta S.P., Chhonkar P.K., Suribabu, K. and A.K. Singh. ۲۰۰۵. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* ۱۰۹: ۳۱۰-۳۲۲.



- Santos, A.P.R., ۲۰۰۴. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sólido, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrófico cultivado com capim- Tifton ۸۵. M.S. Thesis., ESALQ, University of São Paulo.
- Sepaskhah.A.R and Karizi A.۲۰۱۱.Effects of alternative use of waste water and fresh water on soil saturated hydrolic conductivity. J of Agronomy and Soil Science. ۵۷: ۱۴۹-۱۵۸.
- Shevnin, V., O. Delgado, A. Mousatov & Aryjov, ۲۰۰۴. Soil resistivity measurements for clay content estimation and its application for petroleum contamination study, SAGEEP, Colorado. Springs, P: ۳۹۶-۴۰۸.
- Tillman, R.W., Surapaneni, A., ۲۰۰۲. Some soil-related issues in the disposal of effluent on land. Aust. J. Exp. Agric. ۴۲, ۲۲۵-۲۳۵.
- Toze, S., ۲۰۰۶. Reuse of effluent water—benefits and risks. Agric. Water Manage. ۸۰, ۱۴۷-۱۵۹.
- Vogeler I. ۲۰۰۹. Effect of long-term wastewater application on physical soil properties, water air soil pollut. ۱۹۶: ۳۸۵-۳۹۲.

Abstract

The water crisis is one of the fundamental issues in areas with consecutive droughts such as Iran; therefore the use of unconventional waters where high quality water is not available is growing. One of these sources is the recycled municipal wastewater. The use of wastewater in agriculture can be beneficial or harmful, depending on its characteristics and wastewater quality and it should be evaluated based on its effects on soil and crops. Therefore, in this study, the combined effect of urban wastewater and soil on yield of tomato plants has been studied. A factorial experiment was performed in a completely randomized design with three replications. In this study, the treatments was performed at the Δ level of tap water (no wastewater), ۷۵% tap water and ۲۵% wastewater, ۵۰% tap water and ۵۰% waste water and ۷۵% tap water and ۲۵% wastewater, and waste water (without adding tap water), with the soil texture in two level of the sand and clay for ۸ months. The results showed that wastewater up to ۵۰% increases yield while in the ratio of ۷۵% and ۱۰۰%, the properties is reduced. By increasing the waste water, the soil salinity and SAR increases. Considering the results, it may be stated that the use of urban wastewater should be done with caution and the use as a mixture of tap water and alternatively irrigation with tap water is also recommended.



کارایی فازی ممدانی در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از بعد فرکتال

یاسر استواری^۱، مرتضی بهمنی^۱، کامران عسگری^۱ و میثم شیخی^۲
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشجوی کارشناسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

برآورد خصوصیات دیریافت خاک با استفاده از خصوصیات زودیافت خاک موجب صرف جویی در هزینه و زمان می‌گردد. در این پژوهش به ارزیابی روش فازی ممدانی در برآورد CEC خاک‌های UNSODA با استفاده از خصوصیات زودیافت پرداخته می‌گردد. در این مقاله از اطلاعات ۱۰۰ نمونه خاک UNSODA استفاده گردید. جهت ایجاد توابع عضویت فازی از بعد فرکتال و ماده آلی به عنوان متغیرهای ورودی استفاده گردید. نتایج نشان داد که ماده آلی و بعد فرکتال اجزای بافت خاک متغیرهای مناسب ورودی خوبی در روش فازی ممدانی هستند. بر اساس خطوط ۱ به ۱ روش فازی ممدانی کارایی مناسبی در برآورد CEC از خود نشان داد.

کلمات کلیدی: خصوصیات دیریافت، بعد فرکتال، فازی ممدانی، UNSODA

مقدمه

ظرفیت تبدالی کاتیونی (CEC) از مهمترین خصوصیات خاک در ارتباط با توانایی خاک در نگهداری آب و مواد غذایی و همچنین شاخص خوبی برای کیفیت و بهره‌وری و مدیریت آلودگی خاک است که به عنوان ورودی در مدل‌های خاک و زیست محیطی مورد استفاده می‌باشد (استواری و همکاران، ۱۳۹۴؛ و کشاورزی و همکاران، ۲۰۱۱). اندازه‌گیری CEC بسیار وقت‌گیر، زمان‌بر و پرهزینه است، لذا برآورد آن با استفاده از خصوصیات زودیافت و به کمک توابع انتقالی و روش‌های داده کاوی از اهمیت بسزایی برخوردار است (استواری و بیگی، ۱۳۹۲؛ استواری و همکاران، ۲۰۱۵). منطق فازی از روش‌های مرسوم داده کاوی در توسعه توابع انتقالی است (استواری و همکاران، ۲۰۱۴). استفاده از داده‌های اجزای بافت خاک در برآورد خصوصیات دیریافت خاک بسیار مورد توجه قرار گرفته است (بیگی و استواری، ۱۳۹۱). از جمله خصوصیات مربوط به اجزای بافت خاک که در برآورد خصوصیات دیر یافت استفاده می‌گردد بعد فرکتال اجزای بافت خاک است (استواری و بیگی، ۱۳۹۲).

روش فازی مبتنی بر قوانین فازی و توابع عضویت فازی است. در این روش بر خلاف روش اقلیدسی که مبتنی بر صفر و ۱ می‌باشد، مقادیر بین صفر و ۱ را در نظر خواهد گرفت (استواری و همکاران، ۲۰۱۵). کشاورزی و همکاران (۲۰۱۱) به مدلسازی برآورد CEC با استفاده از روش‌های فازی و شبکه عصبی مصنوعی پرداختند. در هر دو روش فازی و شبکه عصبی مصنوعی از خصوصیات زودیافت خاک (درصد رس و ماده آلی) به عنوان متغیر ورودی استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که روش فازی کارایی بالاتری نسبت به روش شبکه عصبی در برآورد CEC داشت. استواری و همکاران (۲۰۱۵) به مقایسه روش‌های فازی ممدانی و رگرسیون درختی در برآورد FC پرداختند. پارامترهای DG، BD و CLAY به عنوان متغیرهای ورودی در هر دو روش انتخاب شد. نتایج آن‌ها نشان داد که روش رگرسیون درختی نسبت به روش فازی ممدانی در برآورد FC از کارایی بالاتری برخوردار بود. استواری و همکاران (۲۰۱۵) با ارزیابی روش فازی ممدانی و روش ویلکوکس در تعیین کیفیت آب زیرزمینی دشت مرودشت پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که روش فازی ممدانی در تعیین کلاس‌های آب بخوص در حاشیه مرزهای کلاس‌ها کارایی بالاتری دارد. لذا در این پژوهش با استفاده از داده‌های UNSODA به ارزیابی روش فازی ممدانی در برآورد CEC پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از داده‌های ۱۰۰ نمونه خاک بانک اطلاعاتی UNSODA استفاده شد. داده‌ها به دو دسته ۷۵ تایی (مجموعه صحت سنجی) و ۲۵ تایی (اعتبار سنجی) تقسیم شدند. مجموعه داده‌های صحت سنجی برای ایجاد توابع عضویت فازی مورد استفاده قرار گرفت. از مجموعه داده‌های اعتبار سنجی برای سنجش اعتبار منطق فازی استفاده شد. داده‌های دسته دوم طوری انتخاب شدند که دارای توزیع بافتی یکسانی با داده‌های دسته اول باشند.

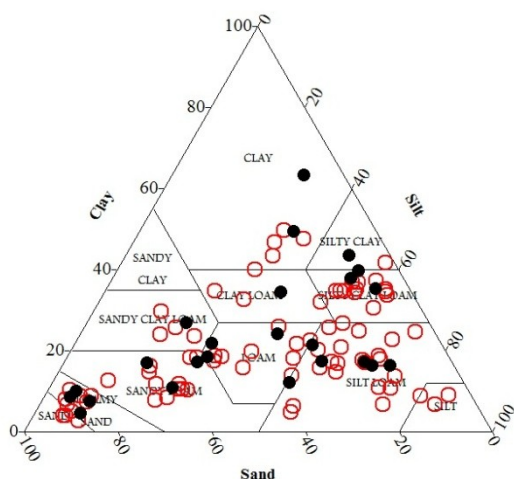
در این پژوهش جهت محاسبه بعد فرکتال از رابطه‌ی ارائه شده توسط سپاسخواه و تفته (۲۰۱۳) استفاده گردید:

$$D = 3 - 0.118 \left[- \ln \left(\frac{P_{cl}}{100} \right) + \left(\frac{P_{si} + P_{sa}}{100} \right) \right] \quad (1)$$

که در این معادلات Psi، Psa و Pcl به ترتیب درصدشن، سیلت و رس هستند. جهت بررسی کارایی روش فازی ممدانی از خطوط ۱ به ۱ (مقادیر اندازه گیری شده در برابر برآورد شده) استفاده گردید. در این پژوهش جهت ایجاد توابع عضویت فازی از نرم افزار مطلب (MathWorks، ۲۰۰۹) استفاده گردید.

نتایج و بحث

شکل ۱ توزیع بافت خاک‌های به کار رفته شده را نشان می‌دهد. گروه‌های خاک استفاده شده در ۱۱ کلاس از ۱۲ بافت کلاس USDA قرار دارند (شکل ۱). خلاصه آماری بافت، میانگین هندسی قطر ذرات (dg)، بعد فرکتال (D)، ماده آلی، چگالی ظاهری و CEC نمونه‌های خاک در جدول ۱ آمده است.



شکل ۲- توزیع بافت نمونه‌های مورد استفاده خاک. دایره‌های توخالی داده‌های صحت‌سنجی و دایره‌های توپر داده‌های اعتبارسنجی

جدول ۱- خلاصه آماری CEC و برخی از خصوصیات دیگر خاک در داده‌های صحت‌سنجی (A) و اعتبارسنجی (B) خاک UNSODA

ویژگی	واحد	میانگین		میانه		کمینه		بیشینه		انحراف معیار	
		B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
D	-	۷۲۴/	۷۱۳/	۷۰۵/	۷۱۰/	۵۲۴/	۵۱۶/	۹۰۱/	۸۵۸/	۰۹۲/	۰۸۲/
OM	%	۸۱/۰	۷۰/۰	۷۸/۰	۷۵/۰	۰۸/۰	۰۸/۰	۵۰/۷	۷۰/۷	۱/۲	۵/۱
CEC	meq/۱۰۰g	۴/۲۰	۵/۱۶	۳/۲۳	۶/۱۶	۷/۰	۷/۰	۶/۳۷	۳/۴۰	۹/۹	۴/۹

میانگین ماده آلی و CEC در دو مجموعه داده‌های صحت و اعتبارسنجی تفاوت معنی‌داری باهم ندارند ($p > 0.05$). مقدار میانگین و میانه متغیرها نزدیک به هم بوده حاکی از نرمال بودن توزیع داده‌ها است (جدول ۱).

توابع عضویت فازی

جهت برآورد CEC با استفاده از منطق فازی، اولین قدم ایجاد توابع عضویت فازی است. با توجه به همبستگی بالای درصد ماده آلی ($r = 0.68$) و بعد فرکتال ($r = -0.52$) با CEC نسبت به دیگر متغیرهای مستقل، لذا از این دو متغیر در برآورد CEC با استفاده از روش فازی ممدانی استفاده شد. بعلاوه در صورت استفاده از متغیرهای ورودی دیگر که اهمیت کمتری نسبت به درصد ماده آلی و بعد فرکتال دارند، تعداد قوانین فازی افزایش یافته که در نتیجه استفاده از روش فازی ممدانی با مشکل همراه خواهد شد. کشاورزی و همکاران (۲۰۱۱) از ماده آلی و درصد رس به عنوان متغیرهای ورودی منطق فازی در برآورد CEC استفاده کردند.

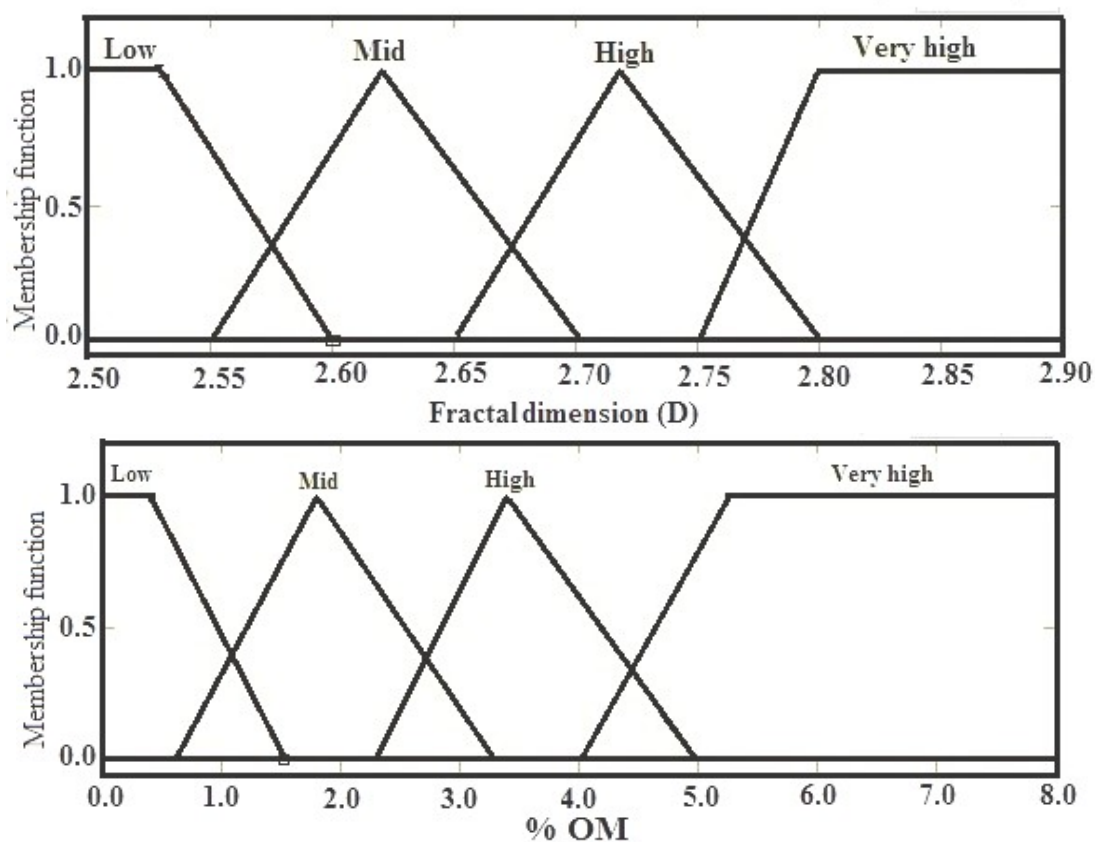
شکل ۲ توابع عضویت متغیرهای ورودی (فازی ماده آلی و بعد فرکتال) و متغیر خروجی (CEC) را نشان می‌دهد. تابع عضویت بعد فرکتال (D) در ۴ کلاس کم (۵۰/۲-۶۰/۲)، متوسط (۷۰/۲-۵۵/۲)، زیاد (۸۰/۲-۶۵/۲) و خیلی زیاد (۹۰/۲-۷۵/۲) کلاس بندی شد. تابع عضویت ماده آلی به ۴ کلاس کم (۵/۱-۰)، متوسط (۵/۳-۵/۰)، زیاد (۵/۲-۰/۵) و خیلی

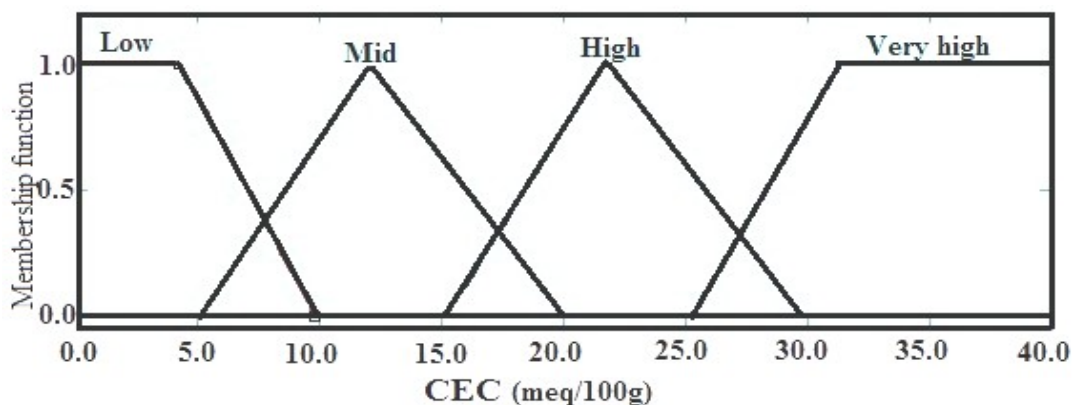


زیاد (۰/۸ - ۰/۴) کلاس بندی شد. تابع عضویت متغیر خروجی (CEC) نیز به ۴ کلاس کم (۰-۱۰)، متوسط (۲۰-۵۰)، زیاد (۳۰-۱۵) و خیلی زیاد (۲۵-۴۰) کلاس بندی شد (شکل ۲).

قوانین فازی

در این مطالعه ۱۶ قانون بر اساس دو متغیر ورودی ماده آلی (۴ کلاس) و بعد فرکتال (۴ کلاس) برای پیش بینی CEC نوشته شد. جدول ۳ تعدادی از قوانین را نشان می دهد (به دلیل کمبود فضا از آوردن همه قوانین خودداری می گردد). شکل ۳ نمودار ۱ به ۱ مقادیر اندازه گیری شده در برابر برآورد شده CEC را نشان می دهد.

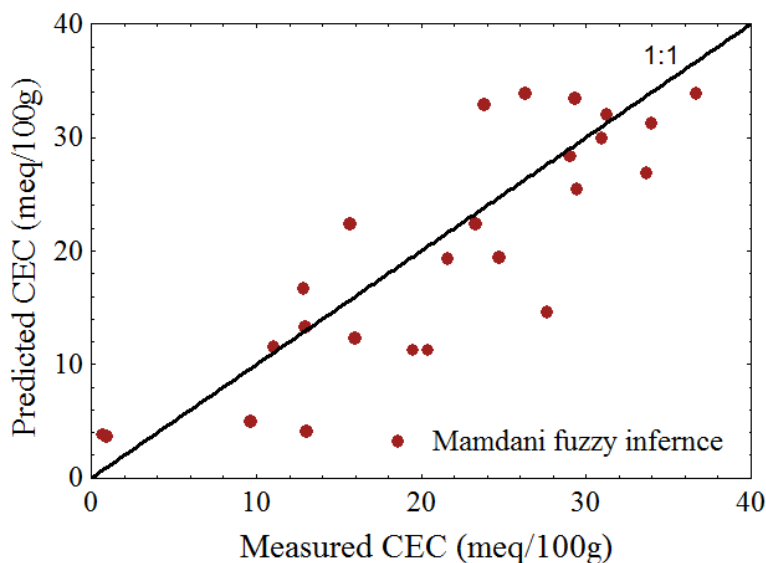




شکل ۲- توابع عضویت متغیرهای ورودی (ماده آلی و بعد فرکتال) و متغیر خروجی (CEC)

جدول ۲- برخی از قوانین فازی برآورد CEC با استفاده از بعد فراکتال و ماده آلی

.Num	Description	Result
۱	If D=Low and %OM=Low	Then CEC= Low
۲	If D= Medium and %OM=Very high	Then CEC= High
۳	If D= High and % OM= Very High	Then CEC= Very high



شکل ۳- نمودار ۱ به ۱ مقادیر اندازه گیری شده در برابر برآورد شده CEC

چنانچه از شکل ۳ مشخص است روش فازی ممدانی در برآورد CEC از کارایی مطلوبی برخوردار است زیرا که نقاط به صورت مناسب و قابل قبولی حول خط ۱ به ۱ پراکنده شده‌اند.

نتیجه گیری

در این مقاله باتوجه به اهمیت CEC به عنوان پارامتر شیمیایی مهم در خاک سعی شد به بررسی کارایی روش فازی ممدانی در برآورد این پارامتر پرداخته شود. نتایج نشان داد که ماده آلی و بعد فرکتال اجزای بافت خاک در برآورد به عنوان متغیرهای مناسبی خواهند بود. بعد فرکتال به دلیل دربرداشتن تأثیر اجزای بافت خاک (رس، شن و سیلت) توانایی زیادی را به عنوان متغیر ورودی در روش فازی دارد. بر اساس خطوط ۱ به ۱، روش فازی ممدانی در برآورد CEC از کارایی بالایی برخوردار است.



منابع

- استواری، ی. و بیگی، ح. ۱۳۹۲. پیشنهادتوابعانتقالیتخمینرطوبتخاکبراساسبعدفرکتالبافتخاک. نشریه آب و خاک مشهد. ۲۷ (۳): ۶۳۰-۶۴۱.
- استواری، ی. عسگری، ک. و متقیان، ح. ر. ۱۳۹۴. ارزیابی روش‌های رگرسیون درختی و خطی چندگانه در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی. نشریه آب و خاک مشهد. پذیرش نهایی و در نوبت چاپ.
- بیگی، ح. و استواری، ی. ۱۳۹۱. ارزیابی و مقایسه دو مدل گری $GM(1,1)$ و اسکگز در برآورد توزیع اندازه ذرات خاک‌هایدشت شهرکرد. نشریه آب و خاک مشهد. ۲۶ (۶): ۱۳۱۸-۱۳۲۸.
- Keshavarzi A., Sarmadian F., and Labbafi R. ۲۰۱۱. Modeling of Soil Cation Exchange Capacity Based on Fuzzy TableLook-up Scheme and Artificial Neural Network Approach. Modern Applied Science. ۵(۱): ۱۶۵-۱۶۵.
- MathWorks. ۲۰۰۹. MATLAB ۷.۰; Packaged software for technical computing, Release ۱۴. Natick (MA): The Math Works.
- Ostovari Y., Asgari K. and Cornelis W. ۲۰۱۵. Performance evaluation of pedotransfer functions to predict field capacity and permanent wilting point using UNSODA and HYPRES datasets. Arid land research and management. Accepted and waiting for publication.
- Ostovari Y., Beigi-Harchegani H. and Asgari K. ۲۰۱۵. A fuzzy logic approach for assessment and mapping of groundwater irrigation quality: a case study of Marvdasht aquifer, Iran. Archives of Agronomy and Soil Science. ۶۱ (۵): ۷۱۱-۷۲۳.
- Ostovari Y., Asgari K., Cornelis W. and Beigi-Harchegani H. ۲۰۱۵. Simple methods for estimating field capacity using Mamdani inference system and regression tree. Archives of Agronomy and Soil Science. ۶۱ (۶): ۸۵۱-۸۶۴.
- Sepaskhah A.R., and Tafteh A. ۲۰۱۳. Pedotransfer function for estimation of soil-specific surface area using soil fractal dimension of improved particle-size distribution. Archives of Agronomy and Soil Science ۵۹(۱): ۹۳-۱۰۳.

Abstract

Estimating of unavailable soil properties using soil easily properties can save time and cost. In this study, Mamdani fuzzy inference system is evaluated using UNSODA data set for estimating of CEC using soil easily properties. In this article, ۱۰۰ UNSODA soil samples were used. OM and fractal dimension as inputs parameters were used to create the fuzzy membership function. Results showed that fractal dimension and OM were good input parameters in Mamdani fuzzy inference system. Based on ۱:۱ linear, Mamdani fuzzy inference system had good performance to predict CEC.



مطالعه رابطه بین نفوذ آب باران و مقدار رطوبت اولیه در خاک‌های بافت مختلف

علی‌رضا واعظی^۱، مهران بهتری^۲
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک
دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند وقوع رواناب سطحی در خاک‌ها ایفا می‌کند. این مطالعه در دو خاک مختلف با بافت لومی، و لوم‌شنی در چهار سطح رطوبتی در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. اندازه‌گیری‌های صحرایی در کرت‌های رواناب به ابعاد ۸۰ سانتی‌متر × ۶۰ سانتی‌متر تحت باران شبیه‌سازی شده با شدت ۵۵ میلی‌متر در ساعت به مدت ۳۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، تفاوتی معنی‌دار بین دو خاک از نظر مقدار رطوبت اولیه نگه‌داشته شده در خاک (>۰.۱۰p) و عمق آب باران نفوذیافته (>۰.۱۰p) مشاهده شد. رابطه‌ای معنی‌دار منفی بین عمق آب باران نفوذ یافته و رطوبت اولیه در هر دو خاک مشاهده شد. در خاک لومی، اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالای رطوبتی بیش‌تر از سطوح پایین بود و در خاک لوم‌شنی نتایج برعکس بود.

واژه‌های کلیدی: باران شبیه‌سازی شده، کرت رواناب، عمق آب نفوذیافته، نفوذپذیری خاک

مقدمه

نفوذپذیری خاک از ویژگی‌های مهم فیزیکی خاک است که نقش تعیین کننده‌ای در فرآیند وقوع رواناب سطحی ایفا می‌کند. شرایط رطوبتی اولیه خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سطحی بوده که بر حرکت آب در خاک‌ها اثر می‌گذارد (ساند و چو، ۲۰۱۲). تأثیر رطوبت اولیه خاک در تولید رواناب ناشی از متفاوت بودن نفوذپذیری خاک در رطوبت‌های مختلف خاک می‌باشد. قطره باران به راحتی به خاکی با رطوبت اولیه پایین نفوذ کرده و حجم جریان‌های سطحی کاهش می‌یابد. در خاک سست زمانی که رطوبت اولیه خاک بالاست، نفوذپذیری کاهش یافته و حجم جریان‌های سطحی افزایش می‌یابد (بلیسی و بلیسی، ۲۰۱۰). در خاک‌هایی که سرعت نفوذ بالایی دارند، رواناب زمانی تولید می‌شود که با شدت بارش یا رطوبت اولیه خاک به طور قابل ملاحظه‌ای بالا باشد. در حالی که در خاک‌های با نفوذپذیری پایین، رواناب حتی در شدت‌های بارش پایین نیز تولید می‌شود (کاستیلو و همکاران، ۲۰۰۳). اثر رطوبت اولیه بر مقدار نفوذ آب به خاک موضوعی مهم است که در تحقیقات مختلف به آن پرداخته شده است. در پژوهشی لوک (۱۹۸۵) اثر رطوبت اولیه خاک بر فرسایش بارانی را مورد بررسی قرار داده و نشان داد که نفوذ آب به خاک و تولید رواناب تابعی خطی از مقدار رطوبت اولیه خاک می‌باشند. پنا و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر رطوبت خاک بر فرآیند تولید رواناب نشان دادند که در حالت نزدیک به اشباع، نفوذپذیری بسیار پایین خاک عامل اصلی ایجاد رواناب حتی در رخدادهای باران با تداوم اندک می‌باشد. ترومن و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که افزایش رطوبت اولیه خاک به طور آشکاری (تا حد ۴۰ درصد) نفوذپذیری را کاهش داده و باعث افزایش رواناب (بیش از ۶۰ درصد) می‌گردد. با وجود مطالعات متعدد در زمینه تأثیر رطوبت اولیه بر نفوذپذیری خاک، این تأثیر به هنگام بارندگی به صورت کمی و دقیق مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی تغییرات نفوذ آب به خاک تحت تأثیر باران به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو زمین با شیب یکنواخت ۱۰٪ اما با خاک متفاوت در چهار سطح رطوبتی و در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک‌ها، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک، نمونه‌های ۲ کیلوگرمی جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل گردید. توزیع اندازه ذرات به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه (۸-۲ میلی‌متر) به روش وزنی، جرم مخصوص ظاهری در صحرا به روش سیلندر، میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) به روش الک‌تر در مدت یک دقیقه، درصد کربن آلی خاک به روش والکل-بلک، درصد آهک به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک، pH خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر و شوری خاک در عصاره اشباع با استفاده از EC متر تعیین شدند. واحدهای آزمایشی که برای تعیین نفوذ آب باران تحت تأثیر رطوبت اولیه استفاده شد عبارت از عبارت از کرت‌هایی به ابعاد ۸۰ × ۶۰ سانتی‌متر مربع بود. برای ایجاد کرت‌ها، علف‌های هرز کنده شد و سطح آنها به طور مکانیکی تسطیح گشت. در پایین دست کرت‌ها مخزن جمع‌آوری رواناب سطحی قرار داده شد. خاک داخل کرت‌ها به روش ثقلی با آب اشباع شد. در فواصل زمانی یک، چهار، هفت و ده روز رطوبت جرمی خاک‌ها اندازه‌گیری گردید. مقدار نفوذ آب به خاک تحت باران شبیه‌سازی شده در هر یک از خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور یک دستگاه شبیه‌ساز باران به صورت بار ثابت با شدت ۵۵ میلی‌متر بر ساعت



طراحی گردید. هر کرت به صورت منظم تحت پنج رخداد بارش ۳۰ دقیقه‌ای با فاصله زمانی ده روزه از هم قرار گرفتند. مقدار (عمق) آب نفوذیافته به خاک به روش بیلان آبی محاسبه گردید. مقایسات بین دو خاک از نظر محتوای رطوبتی و عمق آب نفوذیافته بر اساس آزمون T با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت. روابط بین عمق آب نفوذیافته به خاک و رطوبت اولیه خاک بر مبنای توابع ریاضی (خطی، لگاریتمی، نمایی و ...) با استفاده از نرم افزار Excel به دست آمد.

نتایج و بحث

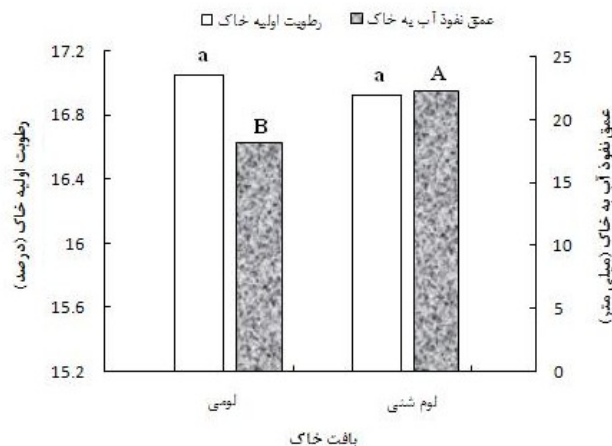
نتایج تجزیه ویژگی‌های خاک‌ها نشان داد که بافت خاک‌ها لومی و لوم رسی بود. جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. خاک‌ها عموماً دارای درصد سنگریزه بالا (به ترتیب ۲۴ و ۲۶ درصد) بوده و واکنش در محدوده خنثی تا کمی قلیایی و هدایت الکتریکی در محدوده غیر شور بودند. خاک‌ها از نظر ماده آلی فقیر (کمتر از ۱ درصد) بوده با این وجود به واسطه داشتن مقدار نسبتاً بالایی کربنات کلسیم معادل (بیش از ۱۰ درصد)، جزء خاک‌های آهکی بودند. پایین بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار بیانگر ناپایداری ساختمان خاک بود که یکی از علل آن خاکورزی‌های پیایی و محتوای پایین ماده آلی خاک‌ها بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

بافت خاک		ویژگی خاک
لوم‌شنی	لومی	شن (%)
۹/۶۲	۷/۳۶	سیلت (%)
۷/۲۲	۵/۴۲	رس (%)
۴/۱۴	۸/۲۰	سنگریزه (%)
۰۵/۲۶	۰۲/۲۴	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)
۳۰/۱	۳۲/۱	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (میلی‌متر)
۹۱/۱	۰۸/۲	واکنش
۴۳/۷	۸۷/۷	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
۹۸/۰	۲۲/۱	ماده آلی (%)
۷۴/۰	۹۴/۰	آهک (%)
۲/۱۲	۸/۱۳	

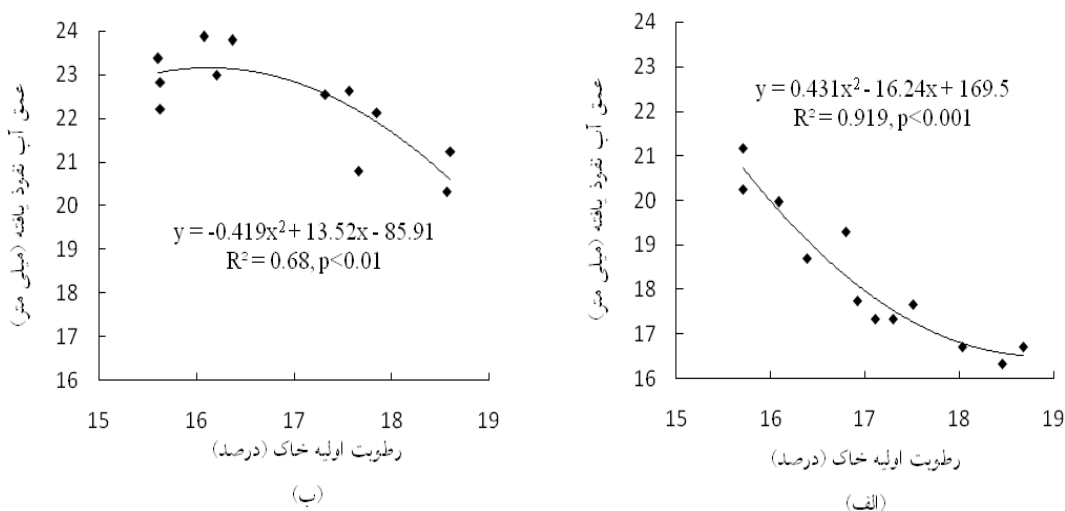
بررسی مقدار رطوبت اولیه در خاک‌ها پس از اشباع‌سازی نشان داد که در خاک لومی، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار رطوبت اولیه به ترتیب برابر ۹۲/۲۶ و ۱۵/۹ درصد، در خاک لوم‌شنی این مقادیر به ترتیب برابر با ۸/۲۸ و ۸۶/۱۱ درصد بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بافت خاک اثری معنی‌دار بر مقدار رطوبت اولیه نگه‌داشته شده در خاک ($p < 0.01$) و عمق نفوذ آب باران ($p < 0.01$) داشتند (شکل ۲). در پژوهشی اینگلیش و همکاران (۲۰۰۵) نیز نتیجه گرفتند که بافت خاک عامل مهم تعیین‌کننده مقدار رطوبت خاک در مناطق نیمه‌خشک است، با این وجود تأثیر آن می‌تواند توسط زمان و عمق پروفیل خاک تعدیل شود. همانطور که شکل ۲ مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر مقدار رطوبت اولیه و عمق نفوذ آب باران به خاک را نشان می‌دهد میزان رطوبت اولیه در خاک لومی ۰۵/۱۷ درصد و در خاک لوم‌رس‌شنی ۰۱/۱۶ درصد بود. عمق نفوذ آب در خاک لوم‌رس‌شنی ۶/۲۲ میلی‌متر) و در خاک لومی ۲۶/۱۸ میلی‌متر بود. وجود مقدار بیش‌تر رس و نیز مقدار بالاتر ماده آلی (۲۰۰۵) در خاک لومی موجب شد مکش خاک بیش‌تر باشد. این موضوع موجب بالاتر بودن رطوبت نگه‌داشته شده در این خاک نسبت به خاک دیگر شد. با این وجود داشتن تخلخل درشت نسبتاً بیش‌تر در خاک لوم‌رس‌شنی و پایین بودن ذخیره رطوبتی موجب شد مقدار نفوذ آب در آن نسبت به خاک لومی بالاتر باشد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۱- مقدار رطوبت اولیه (درصد) و عمق نفوذ آب باران (میلی متر) در خاک‌ها مورد بررسی

بر اساس نتایج رابطه‌ای معنی‌دار بین عمق نفوذ آب باران و رطوبت اولیه در خاک لومی ($p < 0.001$) و خاک لومی شنی ($p < 0.001$) وجود داشت (شکل ۲). در هر دو خاک عمق نفوذ آب باران با افزایش محتوای رطوبتی اولیه کاهش چشم‌گیری نشان داد. نتایج تحقیقات کوبلد و بریلی (۲۰۰۵) نیز نشان داد که رطوبت اولیه خاک اثری معنی‌داری بر نفوذپذیری خاک و تولید رواناب داشت. در خاک لومی، اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالایی رطوبتی بیش‌تر از سطوح پایین بود در حالی که در خاک لومی شنی اثر رطوبت اولیه بر عمق نفوذ در سطوح بالایی رطوبتی کم‌تر از سطوح پایین بود.



شکل ۲- رابطه بین عمق نفوذ آب باران و رطوبت اولیه در خاک لومی (الف) و خاک لومی شنی (ب)

منابع

- Belicci E., and Belicci R. ۲۰۱۰. Study the influence initial soil moisture and use on the phenomena of solid flows from the slopes of a hydrographical basin. Research Journal of Agricultural Science, ۴۲ (۳): ۱۱۲۵-۱۱۳۴.
- Castillo V.M., Gomez-Plaza A., and Martinez-Mena M. ۲۰۰۳. The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid catchments: a simulation approach. Journal of Hydrology, ۲۴۸: ۱۱۴-۱۳۰.
- English N.B., Weltzin J.F., Fravolini A., Thomas L., and Williams D.G. ۲۰۰۵. The influence of soil texture and vegetation on soil moisture under rainout shelters in a semi-desert grassland. Journal of Arid Environments, ۶۳: ۳۲۴-۳۴۳.



- Kobold M., and., Brilly M. ۲۰۰۵. The influence of soil moisture and evapotranspiration on runoff. Advanced weather radar system, Proceedings of International seminar, Locarno. ۱۷۹- ۱۸۶.
- Krull E.S., Skjemstad J.O., and Baldock J.A. ۲۰۰۵. Functions of soil organic matter and the effect on soil properties. CSIRO published. pp: ۱۲۹.
- Luk S.H. ۱۹۸۵. Effect of antecedent soil moisture content on rainwash erosion. *Catena*, ۱۲: ۱۲۹-۱۳۹.
- Malik R.S., Butter B.S., Anlauf R., and Richter J. ۱۹۸۷. Water penetration into soils with different textures and initial moisture contents. *Journal of Soil Science*, ۴۴: ۳۸۹-۳۹۳.
- Penna D., Tromp-van Meerveld H.J., Gobbi A., Borga M., and Dalla Fontana, G. ۲۰۱۰. The influence of soil moisture on threshold runoff generation processes in an alpine headwater catchment. *Hydrology. Earth System*, ۷: ۸۰۹۱-۸۱۲۴.
- Sande L., and Chu X. ۲۰۱۲. Laboratory experiments on the effect of micro topography on soil-water movement: spatial variability in wetting front movement. *Applied Engineering in Agriculture*, ۲۷: ۶۱۵-۶۲۰.
- Truman C.C., Potter T.L., Nuti R.C., Franklin D.H., and Bosch D.D. ۲۰۱۱. Antecedent water content effects on runoff and sediment yields from two coastal plain ultisols. *Agricultural Water Management*, ۹۸: ۱۱۸۹-۱۱۹۶.

Abstract

Soil infiltration is one of the most important soil physical properties which plays a key role in surface runoff process in the soils. This study was carried out in two soil textures including clay and sandy loam with four antecedent moisture levels using completely randomized design at three replicates. The field experiments were done in the runoff plots with ۶۰ cm × ۸۰ cm in dimensions using simulated rainfalls (۵۵ mm h^{-۱} for ۳۰ min). Significant differences were found between the soils in antecedent moisture content ($p < 0.001$) and infiltrated rain water ($p < 0.001$). Negative relationships were observed between infiltrated rain water and antecedent moisture content in the soils. Loam appeared to be more susceptible to infiltration in high moisture levels as compared to the low moisture levels, whereas sandy loam showed the contrast results.



مقایسه مدل سازی ارتفاع درختچه بادام کوهی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چند متغیره

محمد اقتداری^۱، علی اصغر بسالت پور^۲، زهره ناظم^۱
۱-دانشجوی کارشناس ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده

استفاده از روش های آزمایشگاهی اندازه گیری خصوصیات خاک موثر بر رشد گیاهان در سطوح مطالعاتی وسیع زمان بر و هزینه بر بوده، لذا این تحقیق به منظور بررسی میزان کارایی کاربرد فناوری جدید شبکه عصبی مصنوعی انجام گرفت. تحقیق در منطقه اطراف کارخانه ذوب آهن اصفهان به وسعت ۱۷۰۰ هکتار زیرکشت گونه های بادام کوهی (*Amygdalus Scoparia*)، با اقلیم خشک و نیمه خشک انجام گرفت. مطابق نتایج برنامه شبکه عصبی با ضریب همبستگی ۸۷/۰ برای ارتفاع گیاه بهتر از مدل های رگرسیون خطی توانایی پیش بینی نسبت به واقعیت را دارد. پ-هاش، شوری و درصد کربنات معادل لایه سطحی و درصد شن و رس، ماده آلی لایه زیرین بر اساس آنالیز حساسیت شبکه عصبی بیشترین تاثیر بر روی ارتفاع گیاه داشت.

واژه های کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، رگرسیون خطی، بادام کوهی.

مقدمه

اطلاع از ارتباطات اکولوژیکی بین شاخص های خاک و گونه های گیاهی در اجرای طرح های جنگل کاری و احیاء جنگلها بسیار حائز اهمیت می باشد. اخیرا دانشمندان علوم خاک علاقه ی زیادی به توسعه ی روش های غیر خطی و غیر مستقیم مثل شبکه عصبی در دانستن این روابط اکولوژیکی از خود نشان می دهند (بسالت پور و همکاران، ۲۰۱۳).

شبکه عصبی مصنوعی به عنوان مکمل کامپیوتر و نه جایگزین آن مطرح می شود. استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مناسب و انتخاب صحیح وزن ها یک شبکه عصبی مصنوعی، برای حل یک مسئله خاص را اصطلاحا آموزش می نامند. هدف از آموزش یک شبکه، کمینه کردن خطای بین خروجی شبکه و مقدار مطلوب آن (هدف) است. لذا مشخصه های اصلی شبکه عصبی مصنوعی معماری شبکه، الگوریتم آموزش و تابع فعال ساز (محرك یا انتقال) آن می باشد (منهاج، ۱۳۸۱).

ساختار شبکه های عصبی مصنوعی بسیار شبیه شبکه عصبی بیولوژیکی است. نورون های مصنوعی هم مانند نورون های بیولوژیکی داری قسمت های دریافت اطلاعات، پردازش اطلاعات و انتقال به دیگر نورون ها است. شبکه های عصبی مصنوعی دارای ساختار لایه ای می باشند که در هر لایه پردازش (ورودی^{۹۲}، پنهانی^{۹۳} و خروجی^{۹۴}) اطلاعات به صورت موازی و انتقال به لایه های دیگر رخ می دهد (تریسی و همکاران^{۹۵}، ۲۰۱۳). لایه ورودی گیرنده اطلاعات از محیط خارج و انتقال دهنده به لایه پنهانی می باشد. هر نورون از یک زیر لایه اول یک ترکیب خطی از اطلاعات حاصل از محیط خارج از تمام نورون های لایه قبلی ایجاد می کند. سپس در لایه پنهانی یک تابع غیر خطی تحت عنوان تابع فعال به علاوه پردازش ساخته می شود (باکو و همکاران^{۹۶}، ۲۰۱۰).

ارزیابی روش شبکه های عصبی مصنوعی در تعیین پارامترهای مدل نفوذپذیری نیز توسط جین و کومار^{۹۷} (۲۰۰۶) انجام شد و براساس نتایج به دست آمده به این نکته نیز اشاره شده است که برای مقایسه ارجعیت هر یک از روش مدل های آماری و یا شبکه های عصبی مصنوعی اتکا به پارامتر حداقل میانگین مربعات خطا کافی نبوده و مطالعات گسترده تر آماری پیشنهاد شده است.

دروموند و همکاران^{۹۸} (۱۹۹۵) جهت پیش بینی عملکرد سویا و ذرت در کشور آمریکا مطالعه ای به کمک ساختار انتشار به عقب شبکه عصبی مصنوعی انجام دادند. آنها خصوصیات از خاک مانند: مقدار فسفر، مقدار پتاسیم، پ-هاش، مواد آلی، عمق خاک سطحی و مقدار منیزیم را به عنوان داده های ورودی در نظر گرفتند. آنها نتایج به دست آمده از این مطالعه را با نتایج به دست آمده از مدل های آماری مقایسه کردند و نتایج رضایت بخشی به وسیله شبکه عصبی مصنوعی به دست آوردند، اگر چه مدل شبکه آنها برای افزایش دقت نیاز به اصلاحاتی در آینده داشت.

^{۹۲}- Input layer

^{۹۳}- Hidden layer

^{۹۴}- Output layer

^{۹۵}- Tracey et al.

^{۹۶}-Bacco et al.

^{۹۷}- Jain and Kumar ۲

^{۹۸}- Drummond



بسالت پور و همکاران (۱۳۹۲) دریافتند که از شبکه‌های عصبی مصنوعی به سبب قابلیت بالای آنها در مدل‌سازی به ویژه به سبب در نظر گرفتن روابط خطی و غیرخطی بین ورودی‌ها و خروجی، می‌توان برای برآورد مقاومت برشی سطح خاک در حوزه‌های آبخیز کشور استفاده نمود.

بر اساس تحقیقی مشخص گردید که پیش‌بینی محتوای کربن آلی را با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی نسبت به رگرسیون خطی نه دقیق‌تر است (Ingleby and Crowe, ۲۰۰۱).

نوابیان و همکاران (۲۰۰۴) امکان برآورد سریع هدایت آبی اشباع خاک توسط شبکه عصبی مصنوعی را بررسی و نتیجه گرفتند که در این مورد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مقایسه با روابط رگرسیونی عملکرد نسبتاً بهتری را دارند.

آقاجانی (۱۳۹۰) در پژوهشی امکان برآورد ماده آلی ذره‌ای^{۹۹} خاک متوجه گردید که شبکه‌های عصبی مصنوعی مقدار POM را بهتر برآورد و برای برآورد OM به جز زمان استفاده از ورودی‌های خاکشناسی که مدل‌های رگرسیون خطی دقت بهتری را از خود نشان داد. در استفاده از تمامی ورودی‌ها و ورودی‌های توپوگرافی شبکه عصبی مصنوعی بهتر عمل کرد.

این تحقیق بر این اساس آگاهی از نیاز رویشگاهی گونه گیاهی بادام کوهی در بیابان‌های اطراف کارخانه ذوب آهن به صورت یک طرح جنگل‌کاری زیرکشت و تعیین مشخصه‌های کمی و کیفی خاک موثر بر میزان رشد گیاه بادام کوهی با کمک ابزارها و روش‌های علمی نوین از جمله شبکه عصبی مصنوعی باعث به دست آوردن اطلاعات ارزشمندی در جهت ارائه راه حل‌های کاربردی در بهبود شرایط محیطی زیستی موجود و افزایش پوشش گیاهی به منظور احیا و بازسازی منطقه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در منطقه اطراف کارخانه ذوب آهن اصفهان به وسعت ۱۷۰۰ هکتار زیر کشت گونه‌ی گیاهی بادام کوهی (*Amygdalus Scoparia*) واقع شده بین طول‌های جغرافیایی "۱۵ و ۵۱" تا "۲۵ و ۵۱" و عرض جغرافیایی "۲۵ و ۳۲" تا "۳۲ و ۳۲"، با ارتفاع از سطح دریا ۱۶۹۲ متر، حداکثر، حداقل و متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب ۷/۴۰، ۱۲/۵- و ۵/۱۶ سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱/۱۶۹ میلی‌متر انجام گرفت. نقاط مورد نظر برای نمونه‌برداری ابتدا توسط عکس‌های هوایی، عکس ماهواره‌ای و سپس دستگاه GPS تعیین گردیدند.

آنالیزهای آزمایشگاهی شامل pH با دستگاه pH متر (Klute, ۱۹۸۶)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج متر (Page et al., ۱۹۹۱)، پتاسیم به روش استات آمونیوم توسط دستگاه فلیم‌فوتومتر، فسفر قابل جذب از روش اولسن (۱۹۸۲) و توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sammer, ۱۹۸۷)، آهک به روش تیتراسیون (Arnado, ۱۹۹۸) و بافت به روش هیدرومتر (بای‌وردی، ۱۳۷۹) انجام گرفت. ارتفاع بوته‌های بادام کوهی نیز در نزدیکتر محل به نمونه‌برداری خاک توسط متر اندازه‌گیری شد.

سپس برای اجرای برنامه شبکه عصبی تعداد کل داده‌های ورودی شامل ۱۸۰ نمونه خاک (۹۰ نقطه نمونه‌برداری از دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری) انتخاب شدند که ۷۰، ۱۵ و ۱۵ درصد داده‌ها به ترتیب به عنوان داده‌های آموزش، اعتبارسازی و تست مدل در نظر گرفته شدند. داده‌های خروجی ارتفاع بوته اندازه‌گیری شده انتخاب شد و یک مدل ارائه شده در این مدل تعداد ۱۰ نورون در لایه مخفی و ۸۰۰۰ اپیک بهترین ساختار شبکه عصبی با کم‌ترین خطای ممکن به روش سعی و خطا دست آمد. پیش‌بینی میزان ارتفاع گیاه با استفاده از شبکه عصبی Feed-forward backpropagation با توابع انتقال از نوع سیگموئیدی^{۱۰۰} و الگوریتم آموزش مارکوورت-لورنبرگ^{۱۰۱} در دو لایه با یک لایه پنهان در نرم‌افزار ۲۰۱۱ MatLab انجام شد.

در این تحقیق همچنین از برخی از شاخص‌های آماری برای مقایسه مدل شبکه عصبی و مدل رگرسیون چند متغیره خطی با نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ به روش ENTER مشخص شد. شاخص‌های آماری نظیر ضریب همبستگی (R)، ریشه میانگین مربعات خطا^{۱۰۲} و میانگین خطای مطلق^{۱۰۳} و فاکتور بازدهی مدل^{۱۰۴} استفاده گردید (بسالت پور و همکاران، ۲۰۱۳).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i]^2} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (2)$$

$$EF = \left\{ 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2} \right\} \quad (3)$$

y_i مقادیر اندازه‌گیری شده؛ \hat{y}_i مقادیر پیش‌بینی شده؛ \bar{y}_i متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده؛ n: تعداد کل مشاهدات.

^{۹۹} - Particulate organic matter

^{۱۰۰} Tansig

^{۱۰۱} Trainlm

^{۱۰۲} Root mean square error (RMSE)

^{۱۰۳} Mean absolute error (MAE)

^{۱۰۴} Efficiency factor (EF)



نتایج و بحث

در رده بندی امریکایی خاک منطقه به Aridisols calcids haplocalcids Tipic Haplo calcids تعلق داشت. خصوصیات خاک منطقه در جدول (۱) گردیده است. با استفاده از روش آنالیز حساسیت در نرم افزار شبکه عصبی مشخص گردید خصوصیات لایه زیرین خاک مثل درصد شن، درصد رس، درصد ماده آلی و کربنات کلسیم معادل با ضریب اهمیت بین ۰۹/۰ تا ۰۸/۰ بیشترین تاثیر را بر روی ارتفاع بادام کوهی داشته است. در حالی که خصوصیات لایه سطحی مثل پ-هاش، شوری، درصد کربنات کلسیم معادل لایه سطحی با ضریب اهمیت بین ۰ تا ۰۱/۰ از لحاظ میزان تاثیرگذاری در انتهای این دسته بندی قرار می گیرند. سایر خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه به ترتیب اهمیت شامل: پتاسیم قابل تبادل، فسفر قابل تبادل، درصد سیلت و درصد شن و درصد ماده آلی لایه سطحی خاک بود که از لحاظ اهمیت و تاثیرگذاری بر روی ارتفاع گیاه بادام کوهی در رنج متوسط این طبقه بندی قرار گرفتند.

جدول ۱- خصوصیات خاک سطحی و زیر سطحی منطقه مورد مطالعه

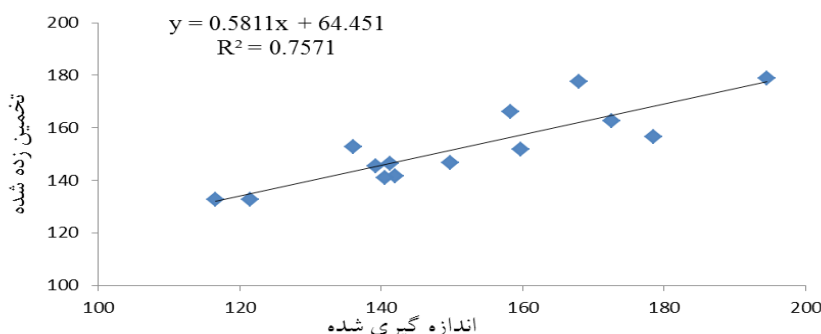
پارامتر واحد	پ-هاش	شوری	آهک	ماده آلی	بافت	پتاسیم قابل تبادل	فسفر قابل تبادل
	دسی زیمنس بر متر	درصد	درصد	درصد	میلی گرم بر کیلوگرم خاک	میلی گرم بر کیلوگرم خاک	میلی گرم بر کیلوگرم خاک
عمق ۰-۳۰ (سانتی متری)	۵۷/۸	۱۷/۰	۱۱/۳۵	۱۳/۰	sandy clay and sandy loam loam	۳۸/۳۱۶	۱۶/۴۲
عمق ۳۰-۶۰ (سانتی متری)	۶/۸	۱۶/۰	۵۳/۳۵	۱۲/۰	sandy clay and sandy loam loam	۴۲/۳۰۹	۴۵/۴۱

بالاترین ضریب همبستگی برای ارتفاع گیاه بادام کوهی در شبکه عصبی با ۱۰ نورون و ۸۰۰۰ ایپاک برابر ۸۷/۰ بود. همچنین مقادیر شاخص های آماری بدست آمده توسط مدل شبکه عصبی و مدل رگرسیون خطی چند متغییره در جدول (۲) ارایه گردید است. بالاترین شاخص های آماری توسط مدل شبکه عصبی در ارتباط با ارتفاع گیاه بادام کوهی بدست آمد. بهترین معادله خط برازش ارائه شده توسط مدل شبکه عصبی بین مقادیر پیش بینی شده ارتفاع گیاه بادام کوهی با مقدار اندازه گیری شده از درختچه های بادام کوهی در منطقه به صورت تصادفی، $Y = 0.5811x + 64.451$ با $R^2 = 0.7571$ (شکل ۱-) بود. در حالی که معادله خط حاصله نیز به صورت $Y = -0.2086x + 174.95$ با $R^2 = 0.051$ (شکل ۲-) بود.

با توجه به مقایسه ضریب همبستگی ارائه شده توسط مدل شبکه عصبی و مدل رگرسیون خطی بین پارامترهای خاکشناسی و ارتفاع گیاه بادام کوهی، به خوبی و با اطمینان می توان بیان کرد که روش شبکه عصبی مصنوعی توانایی پیش بینی میزان تاثیرگذاری شاخص های خاک را بر ارتفاع گیاه بادامک دارد (شکل های ۳ و ۴).

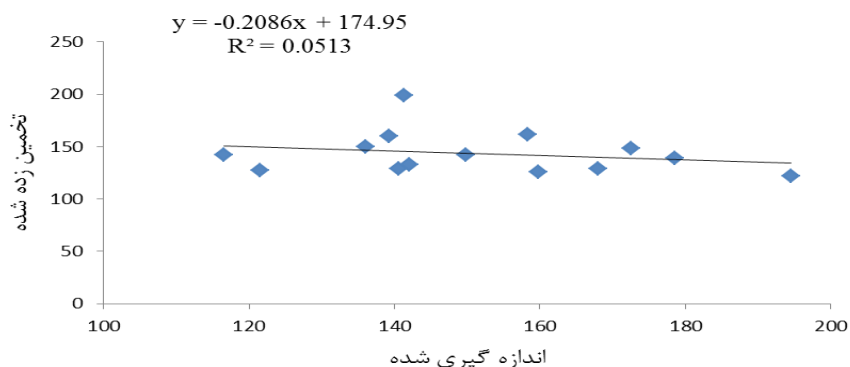
جدول ۲- نتایج شاخص های آماری ارزیابی ارتفاع گیاه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی

شاخص آماری				مدل ارتفاع گیاه
EF	MAE	RMSE	R	
۷۱/۰	-۰۶/۱	۲۹/۱۱	۸۷/۰	شبکه عصبی
-۴/۱	۹۱/۷	۷۳/۳۲	-۲۲/۰	رگرسیون خطی چند متغییره

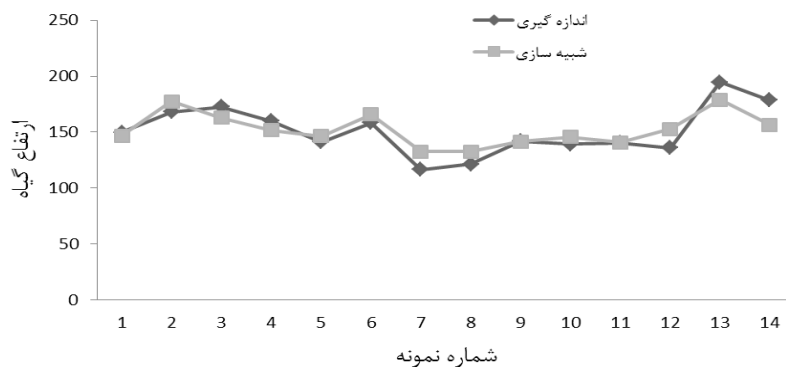


شکل ۱- پراکنش داده های اندازه گیری شده و تخمین زده شده و موقعیت خط رگرسیون در مدل شبکه عصبی مصنوعی

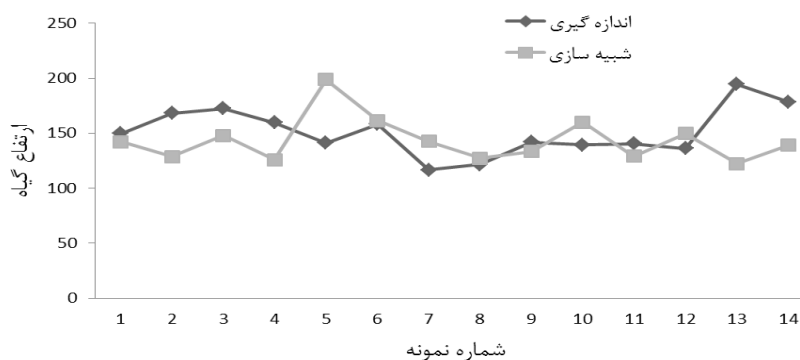
چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۲- پراکنش داده‌های اندازه‌گیری شده و تخمین زده شده و موقعیت خط رگرسیون در مدل رگرسیون خطی چند متغیره



شکل ۳- مقایسه ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شده بر حسب سانتی‌متر با تخمین زده شده توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی



شکل ۴- مقایسه ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شده بر حسب سانتی‌متر با تخمین زده شده توسط مدل رگرسیون خطی چند متغیره

همچنین با توجه به معادله ارائه شده برای منطقه توسط مدل شبکه عصبی می‌توان در سایر مناطق مورد نیاز قبل از اجرای طرح‌های حفاظت و ابخیزداری که هزینه‌بر و وقت‌گیر است، یک پیشگویی دقیق از میزان موفقیت اجرای طرح بدست آورد.

منابع

آقاجانی، م. ۱۳۹۰. برآورد ماده آلی ذره‌ای (POM) خاک در زیر حوزه منج با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- بای بوردی، م.، ۱۳۷۲، فیزیک خاک، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۵۲ تا ۵۳.
- بسالت پور، ع.ا.، شیرانی، ح. و اسفندیار پور بروجنی، ع. ۱۳۹۲. مدل سازی پایداری خاکدانه ها با استفاده از ماشین های بردار پشتیبان و رگرسیون خطی چند متغیره. پروژه دانشکده کشاورزی. دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان. صفحه ۸۳.
- مهناج، م.ب. ۱۳۸۱. مبانی شبکه های عصبی مصنوعی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر. ۷۱۵ صفحه.
- Besalatpour A.A., Ayoubi S., Hajabbasi M.A., Mosaddeghi M.R., and Schulin R.. ۲۰۱۳. Estimating wet soil aggregate stability from easily available data in a highly mountainous watershed. *Catena*. ۱۱۱: ۷۲-۷۹.
- Bocco M., Willington E., Arias M., ۲۰۱۰. Comparison of regression and neural networks models to estimate solar radiation. *Chilean Journal of Agricultural Research*. ۷۰, ۴۲۸-۴۳۵.
- Drmmond S.T, Sudduth K.A, Joshi A, Birrell S.J. ۱۹۹۵. Analysis and correlation methods for spatial data. *ASAE paper*. No. ۹۵-۱۳۳۵.
- Ingleby HR, Crowe TG. ۲۰۰۱. Neural network models for predicting organic matter content in Saskatchewan soils. *Cnadian Biosystems Engineering*, ۴۳:۷.۱-۷.۵.
- Jain A., and Kumar A. ۲۰۰۶. An evaluation of artificial neural network technique for the determination of infiltration model parameters, *Applied Soft Computing*, ۶: ۲۷۲-۲۸۲.
- Klute A. ۱۹۸۶. Methods of soil Analysis. Part ۱, Physical and Mineralogical Methods. ۲ the soils. Soc. Amer Inc.
- Navvabian M., Liaghat E.M., and Homaei M. ۲۰۰۴. Rapid Estimation of Hydraulic Conductivity using Neural Networks. In: Proceedings of the second National Student Conference on Water and Soil Resources. Shiraz Uni. Press, Pp: ۲۰۳-۲۱۱.
- Nelson D. W. and Sommers L.E., ۱۹۸۷, Total carbon, organic carbon and organic matter, PP. ۵۳۹-۵۷۷. In: page A.L., Miller R.H. and Keeney D.R., (۲nd ed.), methods of soil analysis. Part ۲- Chemical and Microbiological properties (۲nd ed.), Agronomy ۹.
- Olsen S.R., Cole C.V. Watunable F .S., and Dean L.A.. ۱۹۵۴. Estimation of available P in soil by extraction with Na-bicarbonate. Circular, No. ۹۳۹ USDA. US. Government, Washangton DC.
- Page, A. L, ۱۹۹۱, Methods of soil analysis, (۲nd ed.), ASA and SSSA, Madison, WS, USA.
- Tracey J.A., Zhu J., Crooks K.R., ۲۰۱۱. Modeling and inference of animal movement using artificial neural networks. *Environmental and Ecological Statistics* ۱۸, ۳۹۳-۴۱۰.

Abstract

Using of laboratory method to estimate of soil properties that effect on plant growth in wide scale take more time and expense. Therefore, this study was done to assessment efficiency of artificial neural networks as new method. The Zob-ahan Factory' Amygdalus scoparia forest is ۱۷۰۰ hectares with arid and semi-arid regime. The results show that artificial neural networks (ANNs) program with ۰.۸۷ correlation coefficient for height of Amygdalus scoparia could have better antedate for this indicator than liner regressive model. Also, sensitive selection by ANNs denoted that soil characteristics of upper layer especially pH, EC, calcium carbonate equivalent, and sand, clay, organic matter percentages of deep layer were more effective on growth index of height Amygdalus scoparia.



پیش بینی جریان رودخانه با استفاده از روش K - نزدیک ترین همسایگی

کبری مومنی^۱، محمد رضا یزدانی^۲، علی اصغر ذوالفقاری^۲، محمد رحیمی^۲، سیدحسن کابلی^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان زدایی دانشگاه سمنان، ۲- استادیاران دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان

چکیده

دستیابی به روش‌های مطمئن پیش بینی جریان رودخانه‌ها به منظور برنامه ریزی در بهره برداری به موقع از منابع آب از اهمیت روزافزونی برخوردار است. با توجه به اهمیت پیش بینی جریان رودخانه در مدیریت منابع آب روش‌های مختلفی برای مدل کردن جریان رودخانه‌ها بکار برده می‌شوند. در این تحقیق از روش غیر پارامتریک KNN برای پیش بینی جریان رودخانه‌های چناران و درکش در استان خراسان شمالی استفاده شده است. برای دستیابی به بهترین پیش بینی ۶ سناریو با استفاده از روش KNN مورد آزمون قرار گرفته است که با توجه به کمترین مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و بیشترین کارایی مدل (EF) و ضریب همبستگی (R)، بهترین سناریو برای پیش بینی استخراج گردید.

واژه‌های کلیدی: K - نزدیک ترین همسایگی، جریان رودخانه، سناریو.

مقدمه

افزایش تقاضا برای آب در مناطق مختلف، نیاز به مدیریت بهینه منابع آب را بیش از پیش نشان می‌دهد. پیش بینی دقیق و به موقع منابع آب در دسترس را می‌توان نکته کلیدی در برنامه ریزی، مدیریت و بهره برداری بهینه از منابع آب قلمداد کرد. بر این پایه دستیابی به روش‌های مطمئن پیش بینی جریان رودخانه‌ها به منظور برنامه ریزی در بهره برداری به موقع از منابع آب از اهمیت روزافزونی برخوردار است (فتاحی، ۱۳۹۱). جهت طراحی بهینه و قابل اعتماد سیستم‌هایی مانند مخازن سدها و برنامه ریزی کارآمد در مدیریت منابع آب، تخمین صحیح آینده رودخانه اهمیت زیادی دارد (سیواکومار و همکاران، ۲۰۰۲). پیش بینی جریان رودخانه‌ها با توجه به اهمیت آن در طراحی تأسیسات آبی، آبیگری از رودخانه‌ها، برنامه ریزی بهره برداری از مخازن سدها، کنترل فرسایش و رسوب رودخانه‌ها و غیره از دیرباز مورد توجه مهندسان آب بوده است. از سوی دیگر با توجه به محدودیت منابع آب شیرین قابل استحصال، پیش بینی هر چه دقیق‌تر دبی جریان و تغییرات آن در طول رودخانه از ارکان اساسی برنامه ریزی و مدیریت منابع آب‌های سطحی است. تاکنون روابط و الگوهای گوناگون و پیچیده ای برای پیش بینی میزان آبدی رودخانه‌ها ارائه شده است (داندانه مهر، ۱۳۸۹).

یکی از روش‌های که برای تولید داده‌های آب و هوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش KNN^{۱۰۵} است که برای تولید مصنوعی داده‌های آب و هوایی استفاده شده است. الگوریتم K- نزدیک ترین همسایگی، یکی از مهم ترین و توسعه یافته ترین رویکردهای غیر پارامتریک می‌باشد که در بسیاری از پژوهش‌های نوین به کار گرفته شده است (جلالی و همایی، ۱۳۹۰). در تحقیق راجاگوپلان (۱۹۹۹) روش نزدیک ترین K- همسایگی (KNN) با مدل سری زمانی پارامتری مقایسه شد که برتری روش K - نزدیک ترین همسایه به اثبات رسید. در مطالعه قربانی (۱۳۹۳) مدل KNN نسبت به دو روش ماشین بردار پشتیبان (SVM)^{۱۰۶} و درخت تصمیم (M5) در ریزمقیاس نمایی بارش بر اساس داده‌های مدل گردش عمومی NCEP در ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه کارایی بهتری داشته است. عزمی و عراقی نژاد (۱۳۹۰) برای پیش بینی جریان رودخانه در محدوده حوضه بالادست زاینده رود از روش رگرسیون K- نزدیک ترین همسایگی استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که KNN بهبود یافته دارای عملکرد بهتری بوده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور پیش بینی جریان رودخانه توسط مدل K- نزدیک ترین همسایگی، از آمار دو ایستگاه هیدرومتری و ۱۳ ایستگاه بارانسنجی و ۲ ایستگاه تخیرسنجی در استان خراسان شمالی با طول دوره آماری مشترک ۳۰ سال (۱۳۶۰-۱۳۸۹) استفاده شده است. ۷۰ درصد از داده‌ها (۲۱ سال) جهت آموزش مدل و ۳۰ درصد باقی مانده (۹ سال) برای آزمون مدل بکار گرفته شد. همچنین برای دستیابی به بهترین پیش بینی از دبی، سناریوهای مختلفی طراحی و مورد آزمون قرار گرفت که در جداول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- سناریوهای مورد آزمون برای رودخانه چناران

^{۱۰۵} - K-Nearest Neighbor
^{۱۰۶} - Support Vector Machine

ساختار	تابع
S ₁	Q = f(P ₁ , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r , T ₁ , T _r , T _r , T _r)
S _r	Q = f(P ₁ , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r)
S _r	Q = f(P ₁ , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r , P _r , Q _(t-1))
S _r	Q = f(P _{1(t-1)} , P _{r(t-1)} , P _{r(t-1)} , P _{r(t-1)} , P _{r(t-1)} , P _{r(t-1)} , P _{r(t-1)})
S _Δ	Q = f(SPI ₁ , SPI _r , SPI _r , SPI _r , SPI _Δ , SPI _r , SPI _r , T ₁ , T _r , T _r , T _r)
S _Δ	Q = f(SPI ₁ , SPI _r , SPI _r , SPI _r , SPI _Δ , SPI _r , SPI _r , Q _(t-1))

K- نزدیک ترین همسایگی (KNN)

یکی از روش‌های مدل سازی در داده کاوی، الگوریتم K- نزدیک ترین همسایگی است. این الگوریتم جزء روش‌های یادگیری نظارت شده است که در پیش بینی استفاده می‌شود. در این تکنیک، تعداد بهینه ای از نمونه‌های موجود در یک مجموعه که دارای شبیه ترین ویژگی‌ها به نمونه هدف باشند (K) در نظر گرفته می‌شود و سپس جایابی و طبقه بندی عنصر هدف در این مجموعه از داده‌ها، با تعیین فاصله‌ها و سپس وزن دهی عناصر آموزش دهنده صورت می‌پذیرد.

در یک بانک داده مرجع دبی، نزدیک ترین (مشابه ترین) دبی‌ها به دبی مورد آزمون انتخاب و این دبی‌ها با توجه به میزان مشابهت به دبی مورد آزمون وزن دهی می‌شوند. به این ترتیب که در ابتدا فواصل اقلیدسی بین دبی مورد آزمون و دبی‌های مرجع محاسبه شده، سپس تعداد K عدد از نزدیک ترین دبی‌ها بر اساس فاصله به دست آمده، وزن دهی می‌شوند. در انتها با توجه به وزن هر یک از دبی در مجموعه ای با K عدد دبی (نزدیک ترین همسایه)، برآوردی از داده‌های هدف که مورد آزمون واقع شده‌اند، صورت می‌پذیرد (نمس و همکاران، ۲۰۰۶). در این تحقیق فاصله اقلیدسی بین نمونه‌های هدف با هریک از نمونه‌ها در بانک داده مرجع از رابطه زیر بدست آمد:

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^x \Delta a_{ij}^2} \quad (1)$$

که در آن، d_i نشان دهنده فاصله i امین دبی از بانک داده مرجع تا دبی هدف می‌باشد. Δa_{ij} : اختلاف فاصله دبی هدف، از i امین دبی و j امین متغیر موجود در بانک داده مرجع می‌باشد و x : تعداد متغیر ورودی نمونه‌های دبی (مانند بارندگی و دما) است. در اینجا منظور از فاصله، میزان شباهت و نزدیکی دو نمونه مورد نظر می‌باشد. به طوری که هرچه مقدار به دست آمده از d کوچک‌تر باشد شباهت دو نمونه مورد نظر بیشتر است.

یکی از مشکلات موجود در استفاده از مدل KNN این است که یک واحد اختلاف در یک متغیر ممکن است که به اندازه یک واحد اختلاف در متغیر دیگر اهمیت نداشته باشد. به عنوان مثال در این تحقیق تغییر یک واحد در داده‌های دما به عنوان یک متغیر اهمیت کمتری نسبت به تغییر یک واحد در داده‌های دبی دارد. به همین منظور قبل از هر گونه محاسباتی، ابتدا داده‌های مورد استفاده در تحقیق با استفاده از رابطه ۲ استاندارد شد:

$$a_{ij(temp)} = \frac{[a_{ij} - \bar{a}_j]}{\sigma(a_j)} \quad (2)$$

که در آن، $a_{ij(temp)}$: مقدار عددی موقت استاندارد شده i امین صفت برای هریک از نمونه‌ها، a_{ij} : نماینده i امین متغیر از i امین دبی است. \bar{a}_j و $\sigma(a_j)$ به ترتیب میانگین و انحراف معیار مقادیر مشاهده ای از i امین متغیر در بانک داده‌های مرجع می‌باشد.

سپس مقادیر نهایی تبدیل شده i امین متغیر از i امین دبی $a_{ij(trans)}$ با توجه به دامنه کمترین تا بیشترین مقدار $a_{ij(temp)}$ از رابطه ۳ بدست آمد و بجای مقادیر اعداد واقعی به عنوان داده‌های ورودی مورد استفاده قرار گرفت (نمس و همکاران، ۲۰۰۶).

$$a_{ij(trans)} = \frac{[\max[\text{range}(a_{j=1(temp)}), \dots, \text{range}(a_{j=x(temp)})]]}{\text{range}(a_j(temp))} \quad (3)$$



در مرحله بعد، وزن دهی نمونه دبی‌های آموزش دهنده (K) بر اساس فاصله‌های به دست آمده بین دبی هدف و هر یک از دبی‌های تعیین شده در K طبق رابطه‌های ۴ صورت گرفت.

$$W_i = \frac{d_{i(rel)}}{\sum_{i=1}^K d_{i(rel)}} \quad (4)$$

که در آن، W_i : وزن i امین نمونه از دبی‌های آموزش دهنده (K) است و $d_{i(rel)}$ فاصله نسبی هدف و نمونه i ام می‌باشد که از رابطه ۵ بدست آمده است:

$$d_{i(rel)} = \left[\frac{\sum_{i=1}^k d_i}{d_i} \right]^P \quad (5)$$

در تحقیق نسبی و همکاران (۲۰۰۶) کمترین مقدار خطای تخمین در P های نزدیک به ۱ بدست آمده است که روش KNN به مقادیر مختلف P، حساسیت اندکی داشته است. در این تحقیق بهترین مقدار P از تکنیک ارزیابی تقاطعی بدست آمد. پس از وزن دهی نمونه‌ها، برآورد مقادیر دبی در نمونه‌های هدف از طریق محاسبه میانگین وزنی دبی در نمونه دبی‌های K با استفاده از رابطه ۶ صورت گرفت.

$$P_i = \sum_{i=1}^K w_i o_i \quad (6)$$

که در آن، P_i : مقدار دبی پیش بینی شده دبی هدف، W_i : وزن مربوط به i امین دبی در K و O_i : مقدار دبی اندازه گیری شده i امین دبی در K است.

در آخرین مرحله، جهت ارزیابی و مقایسه سناریوهای مختلف در مدل از معیارهای مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)^{۱۷}، کارایی مدل (EF)^{۱۸} و ضریب همبستگی (R) استفاده شده است.

نتایج و بحث

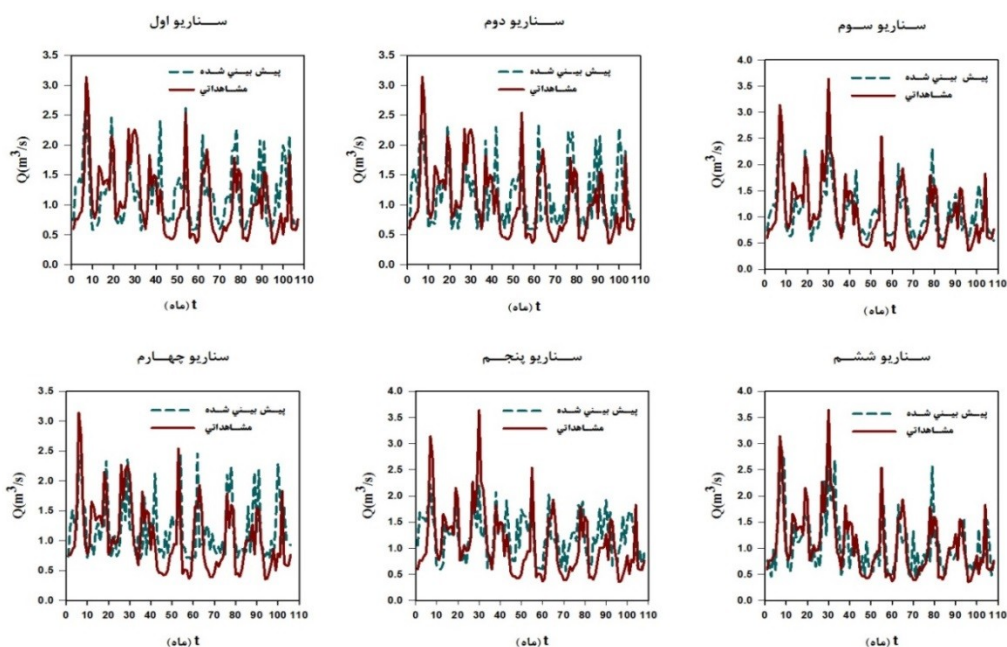
بهینه سازی هم زمان P و K به گونه ای انجام شد که به ازای هر مقدار P از ۱/۰ تا ۲ (با فاصله‌های ۰.۱) K های مختلف از ۱ تا ۳۰ در نظر گرفته شده و مقدار RMSE آن‌ها بدست آمده است. در این تحقیق با توجه به تعداد نمونه‌های بانک مرجع، مقدار خطای برآورد در دامنه ای از مقادیر مختلف K محاسبه شد و بر اساس روش ارزیابی تقاطعی، بهترین تعداد برای K، زمانی که خطای تخمین‌ها (RMSE) به کمترین مقدار خود رسید تعیین گردید. نتایج تحقیق نشان داد، حساسیت روش KNN به مقادیر P اندک می‌باشد و تغییر مقدار P باعث تغییر بسیار اندکی در RMSE شده است. بنابراین مقدار P در این تحقیق ۱ در نظر گرفته شد. نتایج بدست آمده برای پیش بینی جریان رودخانه‌های چناران و درکش در جدول (۲) و شکل‌های (۱ و ۲) زیر نشان داده شده است.

^{۱۷}- Root Mean Square Error

^{۱۸}- Efficiency of Model

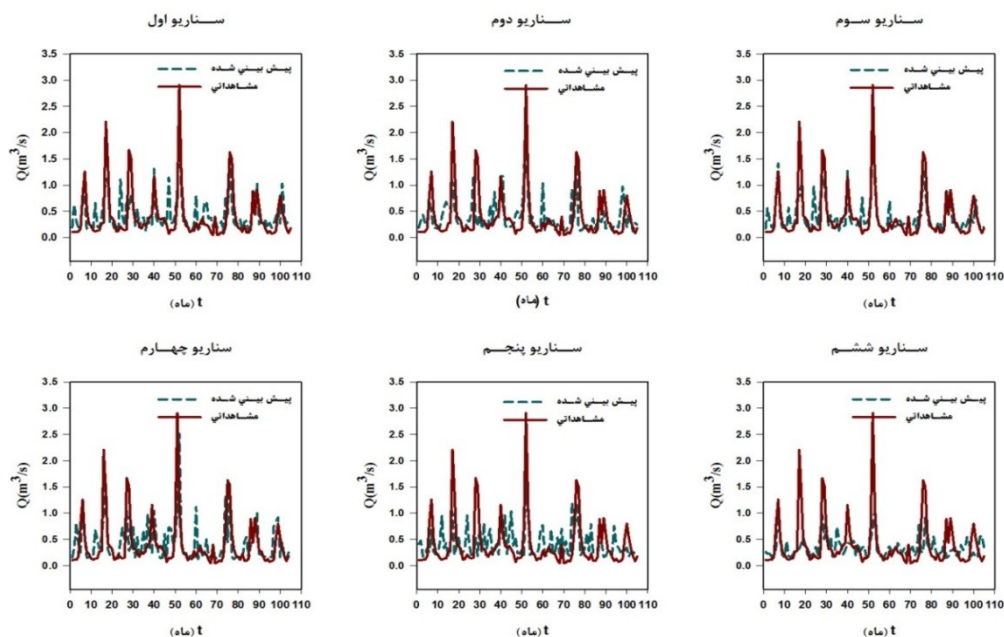
جدول ۲- نتایج سناریوهای مختلف برای پیش بینی جریان رودخانه های چناران و درکش

رودخانه درکش					رودخانه چناران				
R	EF	RMSE (m ³ /s)	K value	سناریو	R	EF	RMSE (m ³ /s)	K value	سناریو
۶۴/۰	۳۵/۰	۶۷/۰	۱۳	۱	۶۵	۳۶/۰	۵۰/۰	۲۵	۱
۵۵/۰	۲۷/۰	۷۲/۰	۹	۲	۵۹/۰	۲۶/۰	۵۴/۰	۲۵	۲
۷۴/۰	۴۴/۰	۶۳/۰	۱۴	۳	۷۹/۰	۶۳/۰	۳۸/۰	۱۳	۳
۵۳/۰	۲۷/۰	۷۲/۰	۱۱	۴	۴۷/۰	۱۱/۰	۵۹/۰	۲۷	۴
۴۶/۰	۱۹/۰	۷۵/۰	۱۴	۵	۵۴/۰	۲۱/۰	۵۶/۰	۲۶	۵
۴۵/۰	۱۴/۰	۷۸/۰	۱۴	۶	۶۹/۰	۴۴/۰	۴۷/۰	۱۳	۶



شکل ۱- نمودارهای نتایج مدل KNN برای سناریوهای مختلف در پیش بینی جریان رودخانه چناران

پس از بررسی ساختارهای مختلف ورودی برای پیش بینی دبی رودخانه چناران و محاسبه آماره های EF، RMSE و R، با توجه به جدول ۲ مشخص گردید که سناریو سوم بهترین پیش بینی را برای دبی داشته است. بنابراین می توان گفت جریان رودخانه چناران در یک ماه مشخص بیشتر به بارندگی در همان ماه و دبی در یک ماه قبل بستگی داشته است.



شکل ۲- نمودارهای نتایج مدل KNN برای سناریوهای مختلف در پیش بینی جریان رودخانه درکش

نتایج مربوط به شکل ۲ و جدول ۲ نشان می‌دهد که در سناریو سوم، مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) $0.63/0$ ، کارایی مدل (EF) $0.44/0$ و ضریب همبستگی (R) ۷۴ درصد بوده است. بنابراین سناریو سوم بهترین پیش بینی را برای جریان رودخانه درکش داشته است. در نتیجه جریان رودخانه درکش در هر ماه به بارندگی همان ماه و دبی ماه قبل وابستگی بیشتری داشته است.

منابع

- جلالی، و. و همایی، م. ۱۳۹۰. ارائه مدلی غیرپارامتریک با استفاده از تکنیک k- نزدیک‌ترین همسایه در برآورد جرم مخصوص ظاهری خاک. مجله علوم آب و خاک-علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۵ شماره ۵۶ صفحات ۱۸۱-۱۹۱.
- داننده مهر، ع. مجدزاده طباطبائی، م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر توالی دبی روزانه در پیش بینی جریان رودخانه‌ها با استفاده از برنامه ریزی ژنتیک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۲، صفحه‌های ۳۲۵-۳۳۳.
- عزمی، م. و عراقی، ش. ۱۳۹۰. توسعه روش رگرسیون K- نزدیک‌ترین همسایگی در پیش بینی جریان رودخانه. نشریه آب و فاضلاب، شماره ۲، صفحه‌های ۱۰۸-۱۱۹.
- فتاحی، ا. دلآور، م. نوحی، ک. ۱۳۹۱. پیش بینی جریان رودخانه‌های کارون شمالی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، جلد ۲۷. صفحه‌های ۵۱-۷۷.
- قربانی، خ. ۱۳۹۳. ارزیابی مدل‌های داده کاوی در ریزمقیاس نمایی بارش بر اساس داده‌های مدل گردش عمومی NCEP (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه). مجله پژوهش آب ایران. سال ۸، شماره ۱۵، صفحه‌های ۱۷۷-۱۸۶.
- El-Shafie A, RedaTaha M and Noureldin A, ۲۰۰۷. A neuro-fuzzy model for inflow forecasting of the Nile river at Aswan high dam. Water Resources Management ۲۱: ۵۳۳-۵۵۵.
- Nemes, A., Rawls, W.J., and Pachepsky, Ya.A. ۲۰۰۶. Use of the nonparametric nearest neighbor approach to estimate soil hydraulic properties. Soil Sci. Soc. Am. J. ۷۰: ۳۳۶-۳۲۷.
- Rajagopalan, B. Lall, U. ۱۹۹۹. A k-nearest-neighbor simulator for daily precipitation and other weather variables. WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. ۳۵, NO. ۱۰, PAGES ۳۰۸۹-۳۱۰۱.
- Sivakumar B, Jayawardena AW and Fernando TMKG, ۲۰۰۲. River flow forecasting: use of phase-space reconstruction and artificial neural networks approaches. Journal of Hydrology ۲۶۵: ۲۴۵-۲۲۵.
- Zahoor J. Abrar M. Bashir Sh. And Mirza A. ۲۰۰۹. Seasonal to inter-annual climate prediction using data mining KNN technique. Wireless Networks, Information Processing and Systems, Communications in Computer and Information Science. ۲۰: ۵۱-۴۰.



Abstract

Access to reliable methods to predict river flow is very important to timely utilization of water resources planning. Given the importance of predictability of river flow in water resources management, different methods is used to river flow modeling. In this study, non-parametric methods of K Nearest neighbor (KNN) was used to predict river flow in two basins of Chenaran and Darkesh in the Northern Khorasan province. To achieve the best forecast, ۶ scenarios were analyzed using the KNN method. The best scenario was selected according to the lowest root mean square error (RMSE), the highest efficiency of model (EF) and correlation coefficient (R) of the best scenarios to prediction river flow.



ارزیابی اثر بقایای گیاه فسکیوی بلند در حضور و عدم حضور اندوفیت بر پایداری ساختمان خاک‌های با بافت متفاوت به روش HEMC

فاطمه حسینی^۱، محمد رضا مصدقی^۲، محمد علی حاج‌عباسی^۳
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این پژوهش اثر بقایای گیاه فسکیوی بلند با (+E) و بدون اندوفیت (-E) در سه سطح صفر، یک و دو درصد بر کربن آلی، تنفس میکروبی پایه، شاخص‌های پایداری ساختمان (به روش منحنی مشخصه رطوبتی پر انرژی، HEMC) در چهار خاک با بافت مختلف در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. بقایای گیاهان +E و -E با نمونه‌های خاک مرطوب مخلوط شده، تحت ۱۰ چرخه تر-خشک شدن قرار گرفته، در گرم‌خانه به مدت ۲ ماه نگهداری شده و در پایان ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با ریزش بافت، کربن آلی افزایش و تنفس میکروبی کاهش یافت. افزایش مقدار بقایا سبب افزایش کربن آلی، تنفس میکروبی و شاخص‌های پایداری ساختمان گردید. بقایای گیاهان +E سبب افزایش معنی‌دار کربن آلی و در نتیجه پایداری ساختمان خاک شد. بنابراین می‌توان گفت که بقایای گیاه فسکیوی بلند به ویژه در حضور اندوفیت با افزایش ذخیره کربن آلی و شاخص‌های پایداری ساختمان سبب بهبود کیفیت فیزیکی خاک می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اندوفیت، منحنی مشخصه رطوبتی پر انرژی، پایداری خاکدانه، بقایای گیاهی

مقدمه

پایداری خاکدانه ارتباط مستقیمی با کیفیت فیزیکی خاک، که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، دارد. مقدار و ترکیب بقایای گیاهی افزوده شده توسط گونه‌های گیاهی مختلف می‌تواند پایداری ساختمان خاک را تحت تأثیر قرار دهد (دی‌گریز و همکاران، ۲۰۰۶). حضور ترکیبات آبدوست مانند کربوهیدرات‌ها از طریق تقویت پیوندهای بین ذرات از یک سو و حضور مواد آب‌گریز مانند اسید هومیک از طریق ایجاد پوشش بر دیواره منافذ از سوی دیگر سبب کاهش اثرات مخرب ناشی از مرطوب شدن سریع بر ساختمان خاک می‌شود (پیکولو و باگوو، ۱۹۹۹؛ دی‌گریز و همکاران، ۲۰۰۶). یکی از روش‌های ارزیابی پایداری ساختمان خاک، منحنی مشخصه رطوبتی پر انرژی^۱ (HEMC) می‌باشد که بر اساس منحنی مشخصه رطوبتی خاک در بخش پرانرژی (دامنه مرطوب) در دو حالت مرطوب شدن سریع و آهسته استوار است. در این روش حساسیت خاکدانه‌ها به پاشیدگی^۲ ناشی از هوای محبوس در منافذ خاک با استفاده از شاخص نسبت پایداری^۳ (SR) سنجیده می‌شود. دامنه تغییرات این شاخص بین صفر تا یک بوده و هر چه مقدار آن بزرگ‌تر باشد به معنای پایداری بیشتر ساختمان خاک است (لوی و ممدو، ۲۰۰۲).

گیاه فسکیوی بلند (*Festuca arundinacea* Shereb.) یک گراس دائمی و سرمادوست است که در طول دوره‌های تکامل خود، رابطه هم‌زیستی با قارچ‌های اندوفیت (*Epichloë coenophiala*) برقرار کرده است (مالینوسکی و بلسکی، ۲۰۰۰). حضور اندوفیت در اندام هوایی گیاه به دلیل ترشح الکلونیدها و ترکیبات فنولی بر میزان تجزیه‌پذیری بقایای گیاهی موثر است (اماسینی و همکاران، ۲۰۰۴). علاوه بر اثر حضور قارچ اندوفیت در اندام هوایی گیاه بر ویژگی‌های بیولوژیک خاک، اثر این قارچ بر افزایش ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک نیز به خوبی به اثبات رسیده است (فرزنلوئبرز و هیل، ۲۰۰۵). از آنجایی که کشور ایران تنوع وسیعی از گیاهان چمنی و قارچ‌های اندوفیت هم‌زیست با آن‌ها را داراست بنابراین زمینه مناسبی برای استفاده از این گیاهان و قارچ‌های هم‌زیست و هم‌چنین بقایای آن‌ها در طرح‌های احیا مراتع و حفاظت خاک وجود دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر بافت خاک، حضور اندوفیت در بقایای گیاهی و مقدار بقایای گیاه فستوکا بر پایداری ساختمان خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

چهار خاک سطحی با بافت‌های مختلف از زمین‌های کشاورزی شهر اصفهان انتخاب شد. پس از هوا-خشک شدن، نمونه‌های خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و ویژگی‌های ذاتی خاک تعیین شد. خاک‌های انتخاب شده از نوع آهکی با ماده آلی کم بودند. به جز بافت، ویژگی‌های اولیه خاک‌ها شباهت زیادی به یکدیگر داشته (جدول ۱) و بنابراین بررسی اثر نوع (بافت) خاک بر ویژگی‌های خاک پس از افزودن بقایای گیاهی امکان‌پذیر بود. گیاه مورد بررسی، فسکیوی بلند (*F. arundinacea*) بود که پنجه‌های آن به

^۱High energy moisture characteristic

^۲Slaking

^۳Stability ratio



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

طور طبیعی دارای قارچ اندوفیت (*E. coenophaila*) بودند. برای حذف قارچ اندوفیت، برخی از پنجه‌ها با مخلوط دو قارچ کش به نام‌های پروپیکونازول و تبوکونازول به ترتیب با مقدار ۱ میلی‌لیتر در لیتر و ۲ گرم در لیتر تیمار شدند. بقایای گیاهی مورد استفاده در این پژوهش از اندام هوایی گیاه فسکیوی بلند دارای اندوفیت و بدون اندوفیت در بهار سال ۱۳۹۲ برداشت شد. بقایای برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شده و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و به دور از تابش مستقیم نور خورشید خشک شد. پس از خشک شدن، بقایای گیاهی آسیاب گردید و از الک ۱ میلی‌متری عبور داده شد. برخی از ویژگی‌های بقایای شامل کربن آلی، نیتروژن کل، نسبت کربن به نیتروژن، غلظت ترکیبات فنلی محلول در آب اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی

شماره خاک	مکان	بافت	رس	سیلت	شن	کربنات کلسیم	کربن آلی	رسانایی الکتریکی	pH
			گرم بر کیلوگرم					(dS m ⁻¹)	
۱	خمینی شهر	لوم	۱۶۱	۴۸۷	۳۵۲	۴۸۲	۵۱/۵	۷/۲	۷/۸
۲	نجف‌آباد	لوم	۲۶۳	۳۸۸	۳۴۹	۴۰۴	۸۶/۵	۲/۲	۷/۷
۳	اصفهان	لوم رسی سیلتی	۳۸۶	۵۰۹	۱۰۵	۴۵۵	۷۳/۶	۵/۲	۸/۷
۴	اصفهان	رس سیلتی	۴۲۶	۴۵۶	۱۱۸	۴۳۱	۱۵/۶	۴/۲	۸/۷
CV	-	-	۳۹	۱۱	۶۰	۷	۵۲/۸	۵/۸	۹/۱

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی بقایای گیاهی دارای اندوفیت (+E) و بدون اندوفیت (-E)

نوع بقایا	کربن آلی	نیتروژن کل	نسبت کربن به نیتروژن (C/N)	ترکیبات فنلی محلول در آب
	گرم بر کیلوگرم ماده خشک--			(g g ⁻¹ DW)
+E	۲/۴۸۲	۵۸/۲	۸۹/۱۸۶	۹/۲۸۷۰
-E	۶/۴۶۳	۰۱/۳	۰۲/۱۵۴	۵/۲۴۵۰

نمونه‌های خاک در سیلندرهای استیل به ارتفاع ۴ سانتی‌متر و قطر ۵ سانتی‌متر تهیه شد. چگالی ظاهری مناسب برای متراکم کردن نمونه‌های خاک برابر ۸۵ درصد چگالی ظاهری مرجع (BDref) که به روش هکنسون (۱۹۹۰) تعیین شد، در نظر گرفته شد. نمونه‌های خاک هوا-خشک شده از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و بقایای گیاه فسکیوی بلند دارای اندوفیت و بدون اندوفیت در سه سطح صفر، یک و دو درصد بر اساس وزن خشک خاک به آن‌ها افزوده شد. سپس رطوبت نمونه‌های خاک به حد خمیری رسانده شد و در استوانه‌های فلزی به چگالی ظاهری مناسب رسانده شد. نمونه‌ها به مدت دو ماه در گرم‌خانه و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در این مدت به منظور تأثیر بیش‌تر بقایای افزوده شده بر ساختمان خاک و هم‌چنین شبیه‌سازی بهتر شرایط طبیعی خاک، در طول مدت خوابانیدن، ۱۰ چرخه خشک و مرطوب شدن بر نمونه‌های خاک اعمال شد. پس از چرخه خشک و مرطوب شدن دهم میزان کربن آلی خاک با روش اکسیداسیون تر و تنفس میکربی پایه خاک اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها به روش HEMC، نمونه‌های خاک پس از اعمال چرخه‌های تر و خشک شدن از سیلندرهای خارج شده و خاکدانه‌ها به آرامی با دست از یکدیگر جدا شدند. خاکدانه‌های با اندازه ۲۵/۰ تا ۱ میلی‌متر با الک جدا شده و ۵ گرم از آن‌ها در سیلندرهای پلاستیکی با قطر ۲۰ میلی‌متر و تا ارتفاع ۱۵ میلی‌متر قرار داده شدند. خاکدانه‌ها در دو سری (مرطوب شدن سریع و آهسته) تهیه شدند. برای مرطوب کردن سریع خاکدانه‌ها، نمونه‌ها در آب مقطر قرار گرفت به گونه‌ای که تا ارتفاع ۱۰ میلی‌متری از آن‌ها در آب غوطه‌ور شود و خاکدانه‌ها به مدت ۲۴ ساعت از پایین اشباع شدند (لوی و ممدو، ۲۰۰۲). برای مرطوب کردن آهسته، سیلندرهای آماده شده در دستگاه جعبه شن با مکش ۳۰ هکتوپاسکال قرار داده شد و با کاهش تدریجی مکش ماتریک نمونه‌ها اشباع شد (بیردن، ۲۰۰۱). پس از اشباع شدن، منحنی مشخصه رطوبتی دو سری نمونه‌ها در دامنه مکش ماتریک ۰ تا ۷۰ هکتوپاسکال تعیین شد.

مدل اصلاح شده ون گنوختن (بیرسون و مولا، ۱۹۸۹) با استفاده از ابزار Excel Solver بر داده‌های HEMC برازش داده شد:

$$\theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left[1 + (ah)^n \right]^{-1/n} + Ah^2 + Bh + C \quad (1)$$



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

که در این معادله s و r به ترتیب رطوبت اشباع و باقی مانده ($g\ g^{-1}$)، h مکش ماتریک (hPa)، و n پارامترهای برازش B و A و C پارامترهای افزوده شده برای برازش بهتر مدل بر دو انتهای داده‌های اندازه‌گیری شده است (پیرسون و مولا، ۱۹۸۹). پس از مدل سازی HEMC، شاخص پایداری خاک ($SI, hPa-1$) در دو حالت مرطوب شدن سریع و آهسته با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$SI = \frac{VDP}{h_{modal}} \quad (2)$$

در این رابطه VDP حجم منافذ قابل زهکشی ($g\ g^{-1}$) و h_{modal} مکش ماتریک در نقطه عطف (hPa) HEMC است. برای محاسبه VDP ، گنجایش ویژه رطوبتی خاک ($C(h)$) برابر شیب (مشتق اول) معادله (۱) محاسبه شد. مقدار VDP برابر با سطح محصور بین منحنی $C(h)$ و خط انقباض $2Ah+B$ است که با انتگرال گیری به روش سیمپسون محاسبه شد. با محاسبه شاخص پایداری در دو حالت مرطوب شدن سریع و آهسته، نسبت پایداری ساختمان (SR) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$SR = \frac{SI_{fast\ wetting}}{SI_{slow\ wetting}} \quad (3)$$

هم چنین از نسبت VDP ($VDPR$) به عنوان شاخص دیگری برای ارزیابی پایداری ساختمان خاک استفاده شد:

$$VDPR = \frac{VDP_{fast\ wetting}}{VDP_{slow\ wetting}} \quad (4)$$

با توجه به اینکه در این پژوهش برای سطح صفر بقایا (شاهد)، نوع بقایا متغیر نبود (کرت‌های غیرواقعی یا موهوم)، تجزیه واریانس با کمی تغییر انجام شد. به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی از آزمون فاکتوریل سه عاملی (بافت خاک در ۴ سطح، نوع بقایا در ۲ سطح و مقدار بقایا در ۳ سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد. برای مقایسه شاهد‌ها و هم چنین مقایسه شاهد با سایر تیمارها از مقایسات گروهی استفاده شد. برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS (نسخه ۱/۹) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که افزودن بقایای گیاهی به خاک از هر نوع و در هر مقدار سبب ایجاد تغییرات معنی دار در کربن آلی و پایداری ساختمان خاک می‌گردد ($p < 0.01$). به طور کلی افزودن بقایا سبب افزایش کربن آلی، تنفس میکروبی پایه و پایداری خاکدانه‌ها گردید (جدول ۳). افزایش کربن آلی خاک با ایجاد پیوند بین ذرات و پوشش‌های آب‌گریز حاصل از تنفس میکروبی سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود. مقدار بقایا اثر معنی داری بر کربن آلی و تنفس میکروبی خاک داشته است ($p < 0.01$). با افزایش مقدار بقایا (از سطح ۱ به ۲ درصد)، میزان کربن آلی و تنفس میکروبی خاک به طور معنی داری افزایش یافته است (جدول ۳). جعفری و همکاران (۱۳۹۱) نیز دریافتند که کاربرد بقایای گیاهی بر سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن اثر مثبت و معنی دار داشته و سبب افزایش معدنی شدن کربن تا ۲ برابر گردید. افزایش مقدار بقایا از ۱ به ۲ درصد هم چنین سبب افزایش معنی دار ($p < 0.05$) شاخص‌های پایداری ساختمان و در نتیجه بهبود کیفیت فیزیکی خاک گردیده است (جدول ۳). به عبارت دیگر افزایش بقایا از یک سو سبب افزایش کربن آلی و از سوی دیگر افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک شده است که می‌تواند افزایش ترشحات ناشی از فعالیت‌های میکروبی مانند پلی ساکاریدهای برون سلولی را به همراه داشته باشد. این مواد به عنوان مواد سیمانی کننده سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شوند (دی‌گریز و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مقدار بقایا بر کربن آلی (SOC)، تنفس میکروبی پایه (BSR)، نسبت پایداری (SR) و نسبت حجم منافذ قابل زهکشی ($VDPR$)

مقدار بقایا (درصد وزنی) شاهد	SOC (گرم بر کیلوگرم)	BSR (میلی گرم CO_2 بر کیلوگرم خاک)	SR	VDPR
۱	$24/8 \pm (65/0)$ $51/0 \pm$	$281 \pm (20)$ $350 \pm (13)$	$288/0 \pm (34/0)$ $349/0 \pm (30/0)$	$356/0 \pm (042/0)$ $441/0 \pm (31/0)$
۲	$44/0 \pm$ $34/13$	$452 \pm (26)$	$423/0 \pm (29/0)$	$519/0 \pm (38/0)$

مقایسه میانگین بر اساس مقدار بقایا صورت گرفته و ردیف شاهد تنها جهت مقایسه ارائه شده است. در هر ستون اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی دار دارند ($p < 0.05$, LSD). اعداد داخل پرانتز مقادیر خطای معیار می‌باشند.

بافت خاک نیز دارای اثر معنی دار بر مقدار کربن آلی و تنفس میکروبی خاک بوده اما بر پایداری خاکدانه‌ها اثر معنی داری نداشته است ($p < 0.01$). مقدار کربن آلی و تنفس میکروبی در خاک‌های ریزبافت به ترتیب بیش تر و کم تر از خاک‌های درشت‌بافت است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

(شکل ۱). هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین تنفس میکربی خاک به ترتیب در خاک‌های شماره ۱ و ۴ دیده شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که افزایش مقدار رس با محدودیت تهویه سبب کاهش فعالیت‌های میکربی و در نتیجه انباشت مواد آلی در خاک شده است. جین‌دالوانگ و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش نمودند که با در نظر گرفتن ورودی یکسان مواد آلی، خاک‌های ریزبافت به دلیل حفاظت فیزیکی از مواد آلی دارای کربن آلی بیش‌تری نسبت به خاک‌های درشت‌بافت می‌باشند.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر بافت خاک بر (الف) کربن آلی (SOC) و (ب) تنفس میکربی پایه (BSR). ستون‌های دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند ($p < 0.05$).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع بقایا بر کربن آلی، تنفس میکربی پایه و شاخص‌های پایداری ساختمان خاک اثر معنی‌دار داشت ($p < 0.01$). حضور اندوفیت در بقایای فسکیوی بلند در مقایسه با شرایط بدون اندوفیت سبب افزایش کربن آلی، کاهش تنفس میکربی و افزایش مقادیر SR و VDPR شده است (جدول ۴). غلظت ترکیبات فنلی در بقایای فسکیوی بلند دارای اندوفیت بیش‌تر از بقایای بدون اندوفیت است (جدول ۲). بنابراین می‌توان گفت حضور قارچ‌های اندوفیت و تولید متابولیت‌های ثانویه مانند الکل‌وئیدهای مختلف و ترکیبات فنلی در گیاه سبب کاهش تجزیه میکربی بقایای گیاهی و انباشت کربن آلی در خاک شده است (فرنزولبرز و هیل، ۲۰۰۵). نتایج آماسینی و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان داد که سرعت تجزیه بقایای شاخ‌ساره رای‌گراس ایتالیایی (*Lolium multiflorum Lam*) دارای اندوفیت به دلیل حضور الکل‌وئیدها و آثار سمی آن‌ها بر جمعیت‌های میکربی تجزیه‌کننده خاک در مقایسه با گیاهان بدون اندوفیت آهسته‌تر است. به نظر می‌رسد که افزایش بیش‌تر کربن آلی خاک در نمونه‌های دارای بقایای با اندوفیت سبب پایداری بیش‌تر خاکدانه‌های خاک شده باشد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر نوع بقایا (دارای اندوفیت (+E) و بدون اندوفیت (-E)) بر (الف): کربن آلی (SOC)، (ب): تنفس میکربی (BSR) (ج) نسبت پایداری (SR) و (د) نسبت حجم منافذ قابل زهکشی (VDPR).

وضعیت اندوفیت	SOC (گرم بر کیلوگرم)	BSR (میلی گرم CO ₂ بر کیلوگرم خاک)	SR	VDPR
+E	^a ۱۳/۱۲	^b ۸/۳۷	^a ۴۳/۰	^a ۵۴/۰
-E	^b ۴۱/۱۱	^a ۲/۴۳۱	^b ۳۴/۰	^b ۴۲/۰

در هر ستون اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند ($p < 0.05$).

اثرات متقابل بافت خاک و مقدار بقایا و هم‌چنین بافت خاک و نوع بقایا بر کربن آلی و تنفس میکربی پایه خاک معنی‌دار است ($p < 0.01$). در خاک درشت‌بافت شماره ۱، افزایش مقدار بقایا از ۱ به ۲ درصد سبب کاهش معنی‌دار کربن آلی خاک شده ولی در خاک‌های متوسط تا ریزبافت با افزایش مقدار بقایای افزوده‌شده، کربن آلی خاک نیز به صورت معنی‌دار افزایش یافته است (جدول ۵). از سوی دیگر، بررسی برهم‌کنش بافت خاک و مقدار بقایا بر تنفس میکربی خاک نشان می‌دهد که در خاک شماره ۱، با افزایش مقدار بقایا، تنفس میکربی پایه خاک حدود ۴۲ درصد افزایش یافت در صورتی که در خاک‌های متوسط تا ریزبافت شدت افزایش تنفس میکربی کم‌تر از خاک شماره ۱ بود به طوری که در خاک ریزبافت شماره ۴، میزان افزایش تنفس میکربی تنها ۱۰ درصد است (جدول ۵). بنابراین می‌توان گفت که در خاک شماره ۱ با رس کم‌تر، تهویه مناسب‌تر، افزایش مقدار سوبسترا با نسبت کربن به نیتروژن زیاد (جدول ۲) سبب افزایش ناگهانی فعالیت میکربی و اکسیداسیون بیش‌تر کربن آلی خاک و در نتیجه کاهش معنی‌دار آن با افزایش مقدار بقایا شده است. در حالی که در خاک‌های متوسط تا ریزبافت با مقدار رس بیش‌تر، محدودیت تهویه و حفاظت فیزیکی بیش‌تر از ماده آلی سبب شده است که با افزایش مقدار بقایا، میزان کربن آلی خاک نیز افزایش یابد.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم‌کنش بافت خاک و مقدار بقایا بر کربن آلی و تنفس میکربی پایه خاک.

شماره خاک	مقدار بقایا (درصد وزنی)	کربن آلی (گرم بر کیلوگرم)	تنفس میکربی (میلی گرم CO ₂ بر کیلوگرم خاک)
۱	۱	^d (۱۱/۰) ± ۱۱/۱۱	^c (۳۱) ± ۳۸۲
	۲	^c (۷۶/۰) ± ۷۴/۱۰	^a (۲) ± ۵۴۲
۲	۱	^f (۴۰/۰) ± ۶۸/۸	^d (۱۲) ± ۳۹۵
	۲	^b (۳۳/۰) ± ۷۱/۱۳	^b (۱۷) ± ۴۹۰
۳	۱	^g (۹۹/۰) ± ۸۰/۷	^g (۱۰) ± ۳۲۰
	۲	^c (۱۵/۰) ± ۰۳/۱۳	^c (۷) ± ۴۸۳
۴	۱	^c (۱۲/۰) ± ۲۰/۱۳	^b (۲۹) ± ۳۰۵
	۲	^a (۳۸/۰) ± ۸۹/۱۵	^f (۸۸) ± ۳۳۷

در هر ستون اعداد دارای حروف مختلف تفاوت معنی‌دار دارند ($p < 0.05$). اعداد داخل پرانتز مقادیر خطای معیار می‌باشند.

نتایج این پژوهش نشان داد که بقایای گیاه فسکیوی بلند به ویژه در حضور اندوفیت با افزایش ذخیره کربن آلی و افزایش پایداری ساختمان، سبب بهبود کیفیت فیزیکی و ساختمان خاک گردیده‌اند و بنابراین کاربرد آن در طرح‌های حفاظت خاک در زمین‌های مرتعی و کشاورزی و احیای مراتع به دستگاه‌های اجرایی حفاظت از منابع طبیعی پیشنهاد می‌گردد.



منابع

- جعفری، س. و رئیس، ف. ۱۳۹۱. معدنی شدن کربن و نیتروژن در یک خاک آهکی پس از افزودن بقایای گیاهی و گوگرد، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، شماره ۴۳، صفحه‌های ۷۵-۸۶.
- Bearden B.N. ۲۰۰۱. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on soil structure and soil water characteristics of Vertisols. *Plant and Soil*, ۲۲۹: ۲۴۵-۲۵۸.
- De Gryze S., Jassogne L., Six J., Bossuyt H., Wevers M. and Merckx R. ۲۰۰۶. Pore structure changes during decomposition of fresh residue: X-ray tomography analyses. *Geoderma*. ۱۳۴: ۸۲-۹۶.
- Franzluebbers A. J. and Hill N. S. ۲۰۰۵. Soil carbon, nitrogen, and ergot alkaloids with short-and long-term exposure to endophyte-infected and endophyte-free tall fescue. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۹: ۴۰۴-۴۱۲.
- Jindaluang W., Kheoruenromne I., Suddhiprakarn A., Singh B. P. and Singh B. ۲۰۱۳. Influence of soil texture and mineralogy on organic matter content and composition in physically separated fractions soils of Thailand. *Geoderma*. ۱۹۵: ۲۰۷-۲۱۹.
- Levy G.J. and Mamedov A.I. ۲۰۰۲. High-energy-moisture-characteristic aggregate stability as a predictor for seal formation. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۶: ۱۶۰۳-۱۶۰۹.
- Malinowski D. P. and Belesky D. P. ۲۰۰۰. Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Science*, ۴۰: ۹۲۳-۹۴۰.
- Omacini M. J., Chaneton E. M., Ghersa C. and Otero P. ۲۰۰۴. Do foliar endophytes affect grass litter decomposition? A microcosm approach using *Lolium multiflorum*. *Oikos*, ۱۰۴: ۵۸۱-۵۹۰.
- Piccolo A. and Mbagwu J. S. ۱۹۹۹. Role of hydrophobic components of soil organic matter in soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۳: ۱۸۰۱-۱۸۱۰.
- Pierson F.B. and Mulla D.J. ۱۹۸۹. An improved method for measuring aggregate stability of a weakly aggregated loessial soil. *Soil Science Society of America Journal*, ۵۳: ۱۸۲۵-۱۸۳۱.

Abstract

In this study, the effect of endophyte-infected (E+) and endophyte-free (E-) tall fescue residues (۰, ۱ and ۲%) on soil organic carbon, basal microbial respiration and aggregate stability indices [determined by high energy moisture characteristic (HEMC) method] was investigated in four texturally-different soils in the laboratory. E+ and E- tall fescue residues were completely mixed with moist soil samples and then were incubated at ۲۵ °C. During a ۲ months incubation period, the amended soil samples were subjected to ۱۰ wetting and drying cycles and then, the above-mentioned soil properties were measured. The results indicated that soil organic carbon was greater and soil respiration was lower in fine-textured soils. Furthermore, an increase in the application rate of plant residues led to enhancement of soil organic carbon, soil respiration and structural stability. E+ residues significantly increased soil organic carbon and aggregate stability indices. It is concluded that tall fescue residues (especially those for E+ ones) can improve soil physical quality due to increased soil organic carbon storage and aggregate stability indices.

تأثیر خاکپوش پومیس بر میزان رطوبت خاک

مهدی نصیری^۱، داود زارع حقی^۲، محمدرضا نیشابوری^۳، سیروس حسن نژاد^۴
 ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم خاک- فیزیک و حفاظت خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، دانشگاه تبریز
 گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۳- استاد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۴- استادیار گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

به منظور اثر سطوح مختلف خاکپوش پومیس بر میزان رطوبت خاک، یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز در سه تکرار اجرا گردید. تیمار خاکپوش شامل چهار سطح (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن بر هکتار) بود. نتایج نشان از اثر معنی‌دار پومیس بر میزان رطوبت خاک داشت. مقدار ۹۰ تن بر هکتار و شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار رطوبت خاک را باعث شدند. با افزایش میزان خاکپوش پومیس، رطوبت خاک بیشتر شده، به طوری که در تیمارهای پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار به ترتیب افزایش ۶۴ و ۱/۵۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین بین سطوح پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار از لحاظ رطوبت خاک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: پومیس، خاکپوش، رطوبت خاک

مقدمه

راهکارهای متفاوتی برای صرفه‌جویی در میزان مصرف آب، افزایش بازده آب آبیاری و افزایش کارایی مصرف آب وجود دارد و کم‌آبایی یکی از این روش‌هاست. هر چند کم‌آبایی باعث کاهش مصرف آب و افزایش کارایی آن می‌گردد، با این وجود از آنجایی که هنوز مقادیر قابل توجهی از آب در سطح خاک از طریق تبخیر مستقیم و نیز تعرق به وسیله علف‌های هرز روییده در آنها تلف می‌گردد، به نظر می‌رسد استفاده از خاکپوش بتواند ضمن حفظ رطوبت خاک از طریق کاهش تبخیر مانع از رشد علف‌های هرز و در نتیجه کاهش مصرف آب مصرفی شود. کشور ما در منطقه‌ی خشک و نیمه خشک دنیا واقع شده است که میانگین تبخیر و تعرق در آن نسبت به میانگین بارندگی بسیار بالا می‌باشد، از این رو تنش‌های محیطی بخصوص تنش خشکی عمده‌ترین عامل محدودکننده تولید محسوب می‌گردد (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۵). خاکپوش‌ها از دیدگاه‌های مختلفی مانند زیبا شناختی، اقتصادی و زیست محیطی برای فضای سبز شهری سودمند هستند. استفاده از خاکپوش‌ها برای استقرار گیاهانی که برای احیاء مناطق آسیب دیده مورد استفاده قرار می‌گیرند و از مراقبت کمتری برخوردارند، نیز بسیار مفید است. به طور کلی؛ خاکپوش‌ها باعث بهبود خصوصیات خاک، ایجاد و حفظ پوشش گیاهی سالم و جمعیت جانوری مناسب می‌شوند (تونسر، ۱۹۹۷). پومیس یک اصلاح‌گر معدنی است که در کشاورزی به طور وسیع برای بهبود نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک مورد استفاده قرار گرفته است (ساهیبن و آناییل، ۲۰۰۶). همچنین پومیس ترکیبی آبدوست بوده و پتانسیل بالایی برای جذب حجم زیادی آب دارد (ذبیحی و همکاران، ۱۳۹۲). درصد رطوبت و ظرفیت نگهداری آب در خاک به دلیل اهمیت آنها در تعیین عمق آبیاری و فاصله زمانی بین دو آبیاری از جمله عملیات مهم در برنامه‌ریزی های کشاورزی است (مجنون و اسدی، ۱۳۹۲). بررسی صورت گرفته توسط جالوتا (۱۹۹۳) در مناطق خشک و نیمه خشک نشان داد که حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد اتلاف آب به دلیل تبخیر از سطح خاک می‌باشد که می‌تواند به وسیله مواد پوشش‌دهنده خاک از آن جلوگیری نمود و در نتیجه آب بیشتری را در اختیار گیاه قرار داد. آزمایش مزرعه‌ای در مورد تأثیر خاکپوش‌های مصنوعی (پلی اتیلن سیاه و شفاف) و آلی (پوسته برنج) به همراه آبیاری محدود بر روی خاک، وضعیت آبی گیاه، رشد و عملکرد گندم صورت گرفت و گزارش گردید که گرچه تمام تیمارهای خاکپوش وضعیت رطوبتی خاک را بهبود بخشیدند، اما پوسته برنج بعنوان بهترین نگهدارنده رطوبت خاک برای استفاده گیاه عمل نمود (چاکرابورتی و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج تحقیق انجام شده در ویتمان نشان داد که مقدار رطوبت خاک نگهداری شده در عمق ۹۰ سانتی متری به طور معنی‌داری زیر خاکپوش‌های کاه و کلش برنج و پلی اتیلنی در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر بودند (راما کریشنا و همکاران، ۲۰۰۶).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح خاکپوش پومیس (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن بر هکتار) در سه تکرار، اجرا گردید. قطعات کاشت به ابعاد ۵/۲×۲ متر مربع بوده و پومیس الک شده از الک ۸ میلی‌متری در سطح کرت‌ها پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، با توجه به تیمارهای آزمایشی به صورت



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

یکنواخت پخش شده و ضخامت‌های مختلفی ایجاد گردید. در طول فصل رشد، آبیاری در تمام کرت‌ها یکنواخت بوده و رطوبت خاک در این مدت با استفاده از دستگاه رطوبت سنج ^{13}TDR دو روز قبل از هر آبیاری اندازه‌گیری گردید.

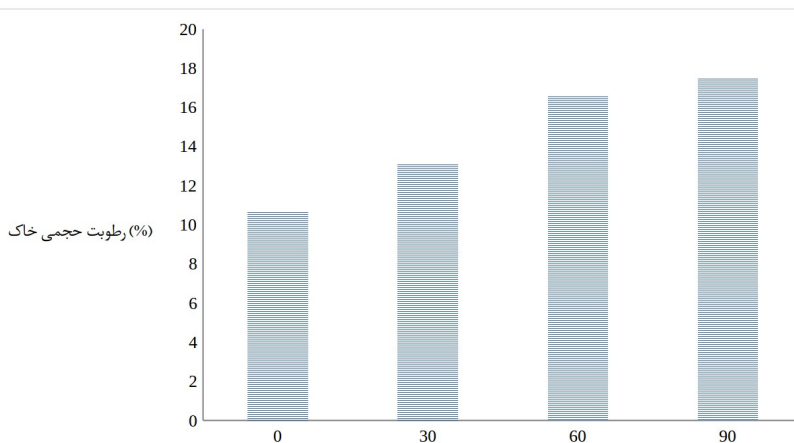
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول (۱) نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین سطوح مختلف پومیس می‌باشد. مقایسه میانگین رطوبت خاک در تیمار پومیس نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب از تیمار ۹۰ تن بر هکتار (۵۳/۱۷ درصد) و شاهد (۷/۱۰ درصد) بدست آمد (شکل ۱). همچنین بین سطوح پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار از لحاظ رطوبت خاک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با افزودن مقدار پومیس به علت سوپر جاذب بودن آن و آزاد کردن تدریجی آب به خاک پس از خشک شدن خاک، رطوبت خاک افزایش یافت. این ممکن است به این واقعیت نسبت داده شود که لایه‌های نازک خاکپوش سطح خاک را در برابر تابش خورشید محافظت کرده و به موجب آن در نتیجه تبخیر کاهش یافته و رطوبت خاک افزایش یافته است (ویکس و همکاران، ۱۹۹۴).

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر خاکپوش پومیس بر روی رطوبت خاک

میزان رطوبت	درجه آزادی	منبع تغییر
$^{ns} 926/3$	۲	تکرار
$919/29^{**}$	۳	پومیس
۴۴/۱	۶	خطای آزمایشی
۲۸/۸	-	ضریب تغییرات (%)

** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و بدون اختلاف معنی‌دار



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف پومیس بر روی رطوبت خاک

نتایج این تحقیق نشان داد که پومیس نقش بسیار مهمی را در نگهداری رطوبت در خاک بازی می‌کند و با افزایش میزان خاکپوش پومیس، رطوبت خاک بیشتر شده و تیمارهای پومیس ۹۰ و ۶۰ تن بر هکتار به ترتیب افزایش ۶۴ و ۱/۵۵ درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. لال (۱۹۷۴) روی خاکهای جنوب غربی نیجریه کار کرد و رطوبت کم این خاک‌ها را به کرت‌های ذرت بدون خاکپوش و تا حدی هجوم زیاد علف هرز نسبت داد. سینکویسین و همکاران (۲۰۰۹) تحقیقی در مورد تاثیر خاکپوش‌های آلی (کاه و کلش گندم خرد شده، پیت، خاک اره و علف) روی ویژگی‌های خاک و عملکرد گیاه در لیتوانی انجام دادند و نتیجه گرفتند که کرت‌های خاکپوش شده در طول دوره آزمایش بیشترین رطوبت را دارا بودند. دلیل حفظ رطوبت خاک را علاوه بر کاهش دما که خود باعث کاهش تبخیر آب از سطح خاک می‌شود، می‌توان وجود لایه خاکپوش بیان کرد؛ زیرا این لایه مانع انتقال بخار آب به هوای بیرون شده و باعث حفظ رطوبت خاک می‌شود و هر چه این لایه ضخیم‌تر می‌شود توانایی آن در حفظ رطوبت بیشتر می‌گردد (گرینلی و راکو، ۱۹۹۵).



منابع

- خیرابی، ج. توکلی، ع.ر. انتصاری، م.ر. و سلامت، ع.ر. ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم‌آبیاری. نشریه شماره ۲ کمیته ملی آبیاری و زهکشی گروه کار آب مورد نیاز گیاهان.
- ذبیحی، ف.، نیشابوری، م.ر. و دلایان، م. ۱۳۹۲. تاثیر پلی آکریل آمید، پومیس و کمپوست زیاله شهری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک رسی شور- سدیمی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۳، صفحه‌های ۷۹ تا ۹۲.
- مجنونی هریس، ا. و اسدی، ا. ۱۳۹۲. اصول و مفاهیم آبیاری (تالیف). انتشارات عمیدی.
- Chakraborty D., Nagarajan S., Aggarwal P., Gupta V.K., Tomar R.K., Garg R.N., Sahoo R.N., Sarkar A., Chopra U.K., Sundara Sarma K.S. and Kalrap N. ۲۰۰۸. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticumaestivum* L.) in a semi-arid environment. *Agricultural water management*, ۹۵: ۱۳۲۳ - ۱۳۳۴.
- Greenly K.M. and Rakow D.A. ۱۹۹۵. The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters. *Journal of Arboriculture*, ۲۱: ۲۲۵-۲۳۲.
- Jalota S.K. ۱۹۹۳. Evaporation Through a soil mulchin relation to characteristics and evaporativity. *Australian Journal of Soil Research*, ۳۱: ۱۳۱-۱۳۶.
- Lal R. ۱۹۷۴. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. *Plant and Soil*, ۴۰: ۱۲۹-۱۴۳.
- Ramakrishna A., Tamb H.M., Wani S.P. and Long T.D. ۲۰۰۶. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research*, ۹۵: ۱۱۵-۱۲۵.
- Sahin U. and Anapail O. ۲۰۰۶. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. *Agr. Cons. Sci.*, ۷۱: ۵۹-۶۴.
- Sinkevi ien A., Jodaugien D., Pupalien R. and Urbonien M. ۲۰۰۹. The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research*, ۷: ۴۸۵-۴۹۱.
- Tuncer G. ۱۹۹۷. World pumice reserve and situation and importance of Turkey in production. Pp. ۱-۱۲. *Proceedings of the I. Isparta Pumice Symposium*. ۲۶-۲۸ June, Isparta, Turkey.
- Wicks G.A., Crutchfield D.A. and Burnside O.C. ۱۹۹۴. Influence of wheat (*Triticumaestivum*)straw mulch and metolachlor on corn (*Zea mays* L.) growth and yield. *Weed Sci.*, ۴۲: ۱۴۱-۱۴۷.

Abstract

In order to survey effects of different levels of pumice mulch on the amount of soil moisture, a field experiment was designed in a randomized complete block in three replications in the Department of Agriculture's research station in Tabriz University. Treatments respectively consisted of four levels ۰, ۳۰, ۶۰ and ۹۰ tons per hectare of pumice. The results showed that pumice amount has effect on soil moisture content. Amount of ۹۰ tons per hectare and control showed the highest and the lowest soil moisture, respectively. By increasing amount of pumice mulch soil moisture was increased, so that in ۶۰ to ۹۰ tons per hectare treatments soil moisture compared to the control was increased ۵۵/۱ and ۶۴%, respectively. Also between ۹۰ and ۶۰ tons per hectare pumice, soil moisture was not significant difference.



مقایسه و ارزیابی دو مدل برآورد کننده منحنی رطوبتی از داده‌های توزیع اندازه ذرات خاک

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز، ۲- هیئت علمی دانشگاه پیام نور کرمان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز
علی عطایی^۱، معصومه نیکپور^۲، محمدرضا نیشابوری^۲، محمود سیفی^۱

چکیده

با توجه اهمیت منحنی رطوبتی خاک و پرهزینه و زمان بر بودن اندازه‌گیری مستقیم آن در آزمایشگاه تا کنون روش‌های مختلفی برای برآورد آن ابداع شده است. در این راستا آریا و پاریس مدلی ارائه دادند که براساس آن، از توزیع اندازه ذرات امکان برآورد منحنی رطوبتی خاک وجود دارد. محمدی و مسکینی (۲۰۱۳) با ادغام مدل محمدی و ونکولستر (۲۰۱۱) با مدل ونگنوختن (۱۹۸۰)، مدل دیگری در این زمینه ارائه داده‌اند که اساس آن متفاوت با روش ارائه شده توسط آریا-پاریس می‌باشد. هدف این پژوهش بررسی و مقایسه صحت مدل‌های مذکور با استفاده از داده‌های پایگاه داده‌ای UNSODA در کلاس‌های بافتی مختلف می‌باشد. میزان صحت منحنی رطوبتی برآورد شده در ۹۴ نمونه انتخابی با استفاده از آماره‌های صحت سنجی $RMSE$ ، NSE ، R^2 و ME ارزیابی شد و نتایج نشان داد که دقت مدل محمدی و مسکینی در اکثر کلاس‌های بافتی بیشتر از مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) است.

واژگان کلیدی: آماره صحت سنجی، توزیع اندازه ذرات، برآورد منحنی رطوبتی

مقدمه

ویژگی‌های هیدرولیکی غیراشباع خاک موضوعات مهم مورد بررسی در بخش‌های مختلف علوم خاک و هیدرولوژی می‌باشد. هزینه بالای اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی غیر اشباع خاک، باعث علاقه‌مندی به استفاده ابزار و علوم جدید مکانیک خاک در اقدامات مهندسی ژئوتکنیک گردیده است. از آنجایی که منحنی رطوبتی ضرورتاً یک منحنی توزیع اندازه منافذ است و حضور آن در مدل‌های هدایت هیدرولیکی (که بر مبنای توزیع اندازه منافذ می‌باشند)، به عنوان یک ورودی اولیه، ضروری می‌باشد، صحت و دقت منحنی رطوبتی از اهمیت بالایی برخوردار است (فردلان و همکاران ۲۰۰۲). در این راستا آریا و پاریس (۱۹۸۱) مدلی ارائه دادند که بر اساس آن، از توزیع اندازه ذرات امکان برآورد منحنی رطوبتی خاک وجود داشت. بعد از آن مدل‌های متنوعی در این زمینه ارائه شده که از جمله آن‌ها می‌توان به مدل‌های هاورکمپ و پارالانق (۱۹۸۶)، فردلان و همکاران (۱۹۹۷)، زوانگ و همکاران (۲۰۰۱)، فردلان و همکاران (۲۰۰۲)، مدل لوگ‌نرمال هانگ و چوی (۲۰۰۶)، و روش‌های مختلف فراکتالی که عمده آن‌ها توسط قنبریان و هانت (۲۰۱۲) جمع‌بندی شده است، اشاره نمود. کارهای فراوان انجام شده در این زمینه اهمیت این موضوع را نشان می‌دهد که در صورت برآورد دقیق منحنی رطوبتی از توزیع اندازه ذرات، بسیاری از مشکلات موجود در زمینه انتقال آب و مدیریت آب در مزرعه برطرف خواهد شد.

یکی از مدل‌های تجربی - فیزیکی مدل آریا-پاریس می‌باشد. اساس مدل آریا پاریس شباهت بسیار نزدیک بین شکل دو منحنی توزیع اندازه ذرات و منحنی رطوبتی خاک می‌باشد. در این مدل اندازه منافذ که مرتبط با حجم منافذ است از مقیاس گذاری طول منافذ تعیین می‌گردد. از آنجایی که ذرات به صورت گره‌هایی برابر با اندازه نرمال بیان می‌گردند، آریا-پاریس، طول منافذ را برای بخش‌هایی از PSD با جمع قطر ذرات کروی در هر بخش برآورد کردند. طول منافذ به دست آمده بر مبنای ذرات کروی به طول منافذ واقعی با استفاده از پارامتر مقیاسی تبدیل می‌شود (محمدی و مسکینی ۲۰۱۳). آریا و همکاران (۱۹۹۹) با بررسی پارامتر مقیاسی روش‌های مختلفی برای محاسبه آن ارائه دادند. ضعف‌های بیان شده برای این مدل عبارتند از مشکل بودن برآورد رطوبت در مکش‌های خاص، استفاده از پارامتر مقیاس گذاری تجربی، فرض هندسه منافذ به صورت لوله‌های موئین متمرکز^{۱۱۳}، و نادیده گرفتن آب جذب سطحی شده در بخش خشک منحنی رطوبتی (محمدی و مسکینی؛ ۲۰۱۳).

محمدی و ونکولستر (۲۰۱۱) یک مدل جدیدی ارائه دادند که روش آن متفاوت با روش ارائه شده توسط آریا-پاریس می‌باشد. ذرات به صورت ذرات کروی با اندازه یکسان و آرایش مکعبی در نظر گرفته شده‌اند. حجم منافذ در هر بخش با استفاده از چگالی ظاهری و چگالی ذرات خاک اندازه‌گیری شده در خاک طبیعی محاسبه می‌شود. مجموع حجم منافذ تقسیم بر حجم کل در مرز بالایی بخش‌های جرمی پیوسته، رطوبت حجمی را به دست می‌دهد. شعاع منافذ معادل برای هر بخش محاسبه می‌شود و با استفاده از معادله کاپیلاری به مکش خاک تبدیل می‌گردد. فرض بر این است که توزیع اندازه ذرات یک پایه فیزیکی را در روش تخمین ارائه می‌دهد؛ اما این محدودیت را نیز دارد که چگالی داخل تخلخل خاک را در نظر نمی‌گیرد. به عبارت دیگر ساختار خاک در نظر گرفته نمی‌شود. مدل پیشنهادی تلاش می‌کند تا از طریق استفاده از فاکتور آرایش دسته بندی را برای اندازه‌های منحصر به فرد مختلف تخلخل خاک را وارد مدل کند.

^{۱۱۳} bundle of cylindrical capillaries



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مدل دیگر ارائه شده در این زمینه مدل محمدی و مسکینی در سال ۲۰۱۳ می‌باشد که مدل محمدی و ونکولستر (۲۰۱۱) را با مدل ونگنوختن (۱۹۸۰) ترکیب کرده و رابطه نهایی زیر را ارائه دادند. این عمل باعث بهبود کارایی مدل شده است.

$$\frac{P_i - w_r}{1 - w_r} = \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{0.543 \times 10^{-4}}{R_i} \xi \right)^n} \right]^m \quad (1)$$

در این رابطه P_i درصد تجمعی وزن ذرات، w_r رطوبت باقیمانده خاک، n ، m پارامترهای برآوردی می‌باشد. ضریب مربوط به شرایط جورشودگی^{۱۱۴} می‌باشد. آن‌ها اثبات کردند که می‌توان را از رابطه زیر و از و با استفاده از نسبت پوگی (e) به دست آورد:

$$\xi = \frac{1.9099}{1 + \varepsilon} \quad (2)$$

با توجه به اینکه در نتایج توزیع اندازه ذرات P_i و R_i گزارش می‌شود، با برآورد پارامترهای n ، m و w_r و قرار دادن آن‌ها در معادله ونگنوختن می‌توان برای هر مکش، درصد رطوبت را محاسبه کرد. یکی از مزیت‌های اصلی این روش برآورد منحنی رطوبتی به صورت پیوسته می‌باشد که می‌توان از آن در معادلات هدایت هیدرولیکی و انتقال آب در خاک استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای بررسی و مقایسه میزان صحت مدل‌های آریا و همکاران (۱۹۹۹) و محمدی و مسکینی (۲۰۱۳) در کلاس‌های بافتی مختلف، از داده‌های موجود در بانک داده‌ای UNSODA استفاده شد. به این منظور ۹۴ نمونه خاک دارای داده‌های مربوط به منحنی رطوبتی و توزیع اندازه ذرات بودند، انتخاب شدند. انتخاب نمونه‌ها به صورتی بود که تا حد ممکن توزیع نمونه‌ها در کلاس‌های بافتی یکسان باشد. در مرحله بعد با استفاده از دو مدل بحث شده (آریا و همکاران (۱۹۹۹) و محمدی و مسکینی (۲۰۱۳)) از داده‌های توزیع اندازه ذرات برای برآورد منحنی رطوبتی استفاده شد. در مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) برای فاکتور مقیاس بندی (ضریب) در هر کلاس بافتی از یک مقدار ثابت استفاده شد. مقدار در کلاس‌های بافتی شنی، لوم شنی، لوم، لوم سیلتی و رس به ترتیب برابر ۲۸۵/۱، ۴۵۹/۱، ۳۷۵/۱، ۱۵/۱ و ۱۶/۱ و در سایر کلاس‌های بافتی برابر ۳۸/۱ در نظر گرفته شد (آریا و همکاران، ۱۹۹۹). برای برآورد پارامترهای معادله مدل محمدی و مسکینی (۲۰۱۳)، از نرم افزار مطلب استفاده شد. پس از برآورد منحنی رطوبتی، برای ارزیابی دقت مدل‌ها ۴ آماره صحت سنجی ضریب تبیین (R^2)، NSE^{115} ، جذر میانگین مربع خطا (RMS) و میانگین خطای مطلق (ME) محاسبه گردید (کراوئس و همکاران؛ ۲۰۰۵).

نتایج و بحث

در جدول ۱ میانگین آماره‌های صحت سنجی برای هر کلاس بافتی آمده است.

جدول ۱- میانگین آماره‌های صحت سنجی برآورد منحنی رطوبتی در کلاس‌های بافت خاک

محمدی و مسکینی (۲۰۱۳)				آریا و همکاران (۱۹۹۹)				مدل	
R^2	NSE	RMSE	ME	R^2	NSE	RMSE	ME	تعداد	کلاس بافتی
۹۰۲/۰	۸۱۱/۰	۰۴۵/۰	۰۳۲/۰	۸۷۵/۰	۷۶۱/۰	۰۵/۰	۰۳۹/۰	۱۱	شنی
۹۳۷/۰	۸۱۷/۰	۰۳۹/۰	۰۳۱/۰	۸۷۸/۰	۶۴۶/۰	۰۵۱/۰	۰۴/۰	۱۱	شن لومی
۹۲۶/۰	۵۴۵/۰	۰۳۸/۰	۰۳۱/۰	۹۱۳/۰	۶۴۱/۰	۰۳۸/۰	۰۳۲/۰	۱۱	لوم شنی
۹۴۹/۰	۴۰۶/۰	۰۴۴/۰	۰۳۶/۰	۹۴۳/۰	۷۲۴/۰	۰۳۳/۰	۰۲۷/۰	۱۰	لوم
۹۳۹/۰	۸/۰	۰۳۶/۰	۰۳/۰	۹۴۵/۰	۵۴۶/۰	۰۴/۰	۰۳/۰	۱۱	لوم سیلتی
۸۴/۰	۰۶۱/۰	۰۴/۰	۰۳۴/۰	۸۸۹/۰	-۵۸۸/۰	۰۶۹/۰	۰۵۷/۰	۱۰	لوم رس شنی
۹۳۸/۰	۱۱۰/۱	۰۴۵/۰	۰۳۷/۰	۸۹۸/۰	-۳۸۰/۰	۰۵/۰	۰۴۴/۰	۹	لوم رسی
۵۰۸/۰	۹۱۶/۱	۰۵۸/۰	۰۴۶/۰	۴۹/۰	۸۳۵/۱۴	۱۳۶/۰	۱۲۸/۰	۳	رس شنی
۹۵۳/۰	۲۳۵/۰	۰۴۹/۰	۰۴/۰	۹۵/۰	-۴۴۸/۰	۰۴۶/۰	۰۴/۰	۱۱	رسی

^{۱۱۴} packing

^{۱۱۵} Nash-Sutcliffe efficiency



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

سیلت رسی	۳	۰۱۸/	۰۲۱/۰	۴۹۹/۰	۸۶۳/	۰۱۹/	۰۲۴/۰	۵۳۸/۰	۸۵۶/
لوم رس سیلتی	۴	۰۵۳/	۰۶۲/۰	۰۸۱/۰	۸۵۶/	۰۳۳/	۰۳۸/۰	۴۵۱/۰	۸۸۴/
جمع بندی	۹۴	۰۴۶/	۰۵۴/۰	-۳۹۶/۱	۸۶۴/	۰۳۴/	۰۴۱/۰	۰۹۵/۰	۸۷۶/

آماره‌های گوناگون بر خطاهای رفتاری متفاوت تأکید دارند که کارایی مدل را از جوانب مختلفی بررسی می‌کنند. ضریب تبیین، نشان می‌دهد که چه مقدار از پراکندگی مشاهداتی توسط تخمین، قابل توضیح است. اگر یک مدل به صورت سیستماتیک بیش برآورد یا کم برآورد داشته باشد، با وجودی که تمام برآوردها اشتباه است، ولی R^2 نزدیک به یک خواهد بود (کراونس و همکاران؛ ۲۰۰۵). در مقابل RMSE جذر میانگین مربع تفاوت پارامتر برآورد شده را با مقدار اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. همچنین مقادیر NSE کمتر از یک نشان می‌دهد که مقادیر متوسط داده‌های مشاهداتی می‌تواند پیش‌بینی کننده بهتری نسبت به مدل باشد (کراونس و همکاران؛ ۲۰۰۵). نتایج نیز گویای این امر است؛ به این نحو که به عنوان مثال در بافت رسی ضریب تبیین $95/0$ می‌باشد؛ یعنی شکل منحنی رطوبتی به خوبی توسط مدل‌ها برآورد شده است، اما مقادیر سایر آماره‌ها نشان می‌دهد که برآورد مدل با خطای بیشتری همراه است و نقاط برآوردی از نقاط مشاهده‌ای فاصله زیادی دارد؛ هر چند روند تغییرات نقاط برآوردی نسبت به هم مشابه روند تغییرات نقاط مشاهده‌ای است.

دو مدل بسته به ساختار و فرضیاتی که دارند، در خاک‌های مختلف، نتایج متفاوتی ارائه می‌دهند. نتیجه کلی نشان می‌دهد که مدل محمدی و مسکینی (۲۰۱۳) نتایج قابل قبول تری نسبت به مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) ارائه می‌دهد. چرا که در شش کلاس از ۱۱ کلاس بافتی بررسی شده، R^2 و NSE بالاتر و RMSE و ME پایین تری دارد. در کلاس‌های بافتی لوم شنی، لوم سیلتی و رسی نتایج هر دو مدل تقریباً مشابه می‌باشد و در کلاس‌های بافتی لوم و سیلت رسی مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) بهتر عمل می‌کند. در این بین، در چهار کلاس بافتی، مقدار NSE منفی به دست آمده است. این نشان می‌دهد که هر دو این مدل‌ها در این کلاس‌های بافتی کارایی لازم را برای برآورد منحنی رطوبتی ندارند. از آنجایی که در یک کلاس بافتی دامنه وسیعی از اندازه ذرات قرار می‌گیرند، این امکان نیز وجود دارد که در برخی نواحی از یک کلاس بافتی مدل بهتر جواب دهد. مثلاً می‌توان به ناحیه دوگانه^{۱۱۶} از مثلث بافت خاک (دکانداپا و همکاران، ۲۰۰۸) اشاره داشت که این چهار کلاس بافتی تقریباً در این قسمت واقع شده‌اند.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برآورد منحنی رطوبتی از داده‌های توزیع اندازه ذرات امری امکان‌پذیر می‌باشد در بسیاری از موارد می‌توان بجای اندازه‌گیری مستقیم با استفاده از مدل‌ها آن را برآورد نمود. در مقایسه بین دو مدل آریا و همکاران (۱۹۹۹) و محمدی و مسکینی (۲۰۱۳)، مدل محمدی و مسکینی در بیشتر کلاس‌های بافتی قابلیت بهتری در تخمین منحنی رطوبتی دارد.

منابع

- Arya L.M., Leij F.J., Van Genuchten M.T. and Shouse P.J. ۱۹۹۹. Scaling parameter to predict the soil water characteristic from particle-size distribution data. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۶۳: ۵۱۰-۵۱۹.
- De Condappa D., Galle S., Dewandel B. and Haverkamp R. ۲۰۰۸. Bimodal zone of the soil textural triangle: common in tropical and subtropical regions. *Soil Science Society of America Journal*, ۷۲: ۳۳-۴۰.
- Fredlund MD., Wilson GW. and Fredlund DG.. ۲۰۰۲. Use of the grain-size distribution for estimation of the soil-water characteristic curve. *Can Geotech J.*, ۳۹: ۱۱۰۳-۱۷.
- Ghanbarian-Alavijeh B. and Hunt A.G. ۲۰۱۲. Estimation of soil-water retention from particle-size distribution: fractal approaches. *Soil Science*, ۱۷۷: ۳۲۱-۳۲۶.
- Haverkamp R. and Parlance J.Y. ۱۹۸۶. Prediction the water retention curve from particle size distribution: ۱. Sandy soils without organic matter. *Soil science*, ۱۴۲: P ۳۲۵-۳۳۹.
- Hwang S.I. and. Choi S.I. ۲۰۰۶. Use of a lognormal distribution model for estimating soil water retention curves from particle-size distribution data. *Journal of Hydrology*, ۳۲۳: ۳۲۵-۳۳۴.
- Krause P., Boyle D. and B se F. ۲۰۰۵. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. *Advances in Geosciences*, ۵: ۸۹-۹۷.
- Mohammadi M.H. and M. ۲۰۱۱. Analysis of flow rate dependency of solute transport in an undisturbed inceptisol. *Vadose Zone J.*, ۱۰: ۳۹۴-۴۰۲.
- Mohammadi, M.H. and Meskini-Vishkaee F. ۲۰۱۳. Predicting Soil Moisture Characteristic Curves from Continuous Particle-Size Distribution Data. *Pedosphere*, ۲۳: ۷۰-۸۰.

^{۱۱۶} Bimodal zone



Zhuang J., Jin, Y. and Miyazaki T. ۲۰۰۱. Estimating water retention characteristic from soil particle-size distribution using a non-similar media concept. *Soil Science*, ۱۶۶:۳۰۸-۳۲۱.

Abstract

Measurement of the SWCC in the laboratory and in the field is relatively time consuming and expensive. Therefore, several models have been proposed to predict SWCC from GSD. In this context, a model is produced by Arya and Paris that accordingly soil moisture curve can be estimated from particle size distribution. Mohammadi and Meskini (۲۰۱۳) merged Mohammadi & Vanclouster model (۲۰۱۱) with van Genuchten model (۱۹۸۰) then another model in this context proposed that its base is different with the proposed method by Arya and Paris. The aim of this study was to compare the accuracy of these models using data from UNSODA database in different Soil texture classes. Accuracy of soil moisture curve estimated in ۹۴ soil samples was assessed using validation statistics such as R^2 , NSE, RMSE and ME. The results showed that Accuracy of Mohammadi & Meskini model in majority of textural class is more than Arya and Paris model (۱۹۹۹).



اثر شوری و بقایای پسته بر پایداری خاکدانه‌ها در خاک‌های آهکی با بافت مختلف

سید علی اکبر موسوی^۱، مریم امجدیان^۲، عبدالمجید رونقی^۳ و نجفعلی کریمیان^۳
۱- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

اثر کاربرد بقایای پسته در چهار سطح ۰، ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد وزنی و شوری خاک در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی پایداری خاکدانه‌های سه خاک با بافت متفاوت بررسی شد. نتایج نشان داد کاربرد بقایای پسته سبب افزایش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌ها در هر سه خاک مورد مطالعه در مقایسه با شاهد شد. اما کاربرد سطوح شوری اثر منفی و معنی‌داری بر پایداری خاکدانه‌ها داشت. کاربرد توام شوری و بقایای پسته نیز به دلیل شور بودن بقایای کاربردی موجب کاهش پایداری خاکدانه‌های خاک شد.

واژه‌های کلیدی: بقایای پسته، تنش شوری، پایداری خاکدانه‌ها، خاک شنی

مقدمه

مواد آلی که شامل بقایای گیاهی و جانوری در مراحل مختلف تجزیه، سلول و بافت‌های جانداران و مواد ساخته شده به وسیله جانداران خاک می‌باشند بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تأثیر گذاشته و شرایط فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد (ملکوتی، ۱۳۷۵). در بسیاری از نقاط دنیا، بارش سالیانه برای رفع نیاز آبی انواع کشت‌ها کفایت نمی‌کند و هر نوع افزایش آب به خاک با ازدیاد غلظت نمک‌ها در خاک همراه می‌باشد (بای بوردی ۱۳۸۸). یکی از روش‌های معمول برای حفظ منابع آبی در خاک و جلوگیری از هدررفت آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، افزودن بقایای گیاهی و جانوری مناسب به خاک است. گیاه پسته در مناطقی از ایران کشت می‌شود که از نظر شرایط آب و هوایی جز مناطق خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آید و مشکل کم‌آبی یا شور شدن آب‌های زیرزمینی و سطحی از مشکلات عمده کشاورزان و باغداران این مناطق است. بنابراین انجام پژوهش‌هایی در ارتباط با بررسی اثر افزودن بقایای پسته و همچنین آبیاری با آب‌های شور و یا شوری خاک بر رشد گیاهان و ویژگی‌های خاک ضروری است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق خاک‌هایی با سه بافت متمایز شامل بافت‌های رسی، شنی و لوم از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک تهیه شد. خاک رسی با کلاس بافت رسی از خاک‌های تحت کشت مزارع برنج در منطقه کوه‌سبز واقع در ۱۰ کیلومتری غرب شهر مرودشت (Typic calcixerepts)، خاک با کلاس بافت لوم از خاک‌های سری پمپ نمازی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (Fine, mixed, mesic, Fluventic Xerochrepts) و خاک با کلاس بافت شنی به صورت دست‌ساز با مخلوط کردن خاک لوم‌شنی سری کوی اساتید واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (Loamy-skeletal over fragmental carbonatic mesic Fluventic Xerorthents) با شن‌های رودخانه‌ای جمع‌آوری شده از منطقه سیوند واقع در ۴۰ کیلومتری شمال شهر مرودشت با نسبت ۲ به ۳ تهیه شد. پس از خشک کردن و گذراندن خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شده و در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

خاک‌های مورد مطالعه			ویژگی
خاک شنی	خاک لومی	خاک رسی	
۱۱	۲۵	۴۰	رس (درصد)
۷	۳۰	۴۴	سیلت (درصد)
۸۲	۴۵	۱۶	شن (درصد)
شن لومی	لومی	رسی	کلاس بافت خاک
۲۳	۴۸	۴۵	رطوبت اشباع (درصد)
۲۱	۳۰	۲۸	رطوبت ظرفیت مزرعه (درصد)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۴/۷	۷/۷	۶/۷	په‌اش
ناچیز	۸/۰	۵/۱	ماده آلی (درصد)
۷۳/۰	۳۵/۱	۵/۲	قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)

تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از: چهار سطح بقایای پسته (برخی خواص شیمیایی بقایای پسته کاربردی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است) شامل صفر، ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد وزنی، سه سطح شوری از منابع کلرید سدیم و کلسیم (۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر) و سه خاک با کلاس‌های بافت رسی، لوم و شن لومی در سه تکرار. پس از گذشت ۱۰ هفته از افزودن تیمارها به خاک موجود در گلدان‌های ۵ کیلوگرمی تحت کشت گندم رقم شیراز و برداشت گیاه، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها با استفاده از دستگاه الک خشک مدل S۲۰۰ خریداری شده از شرکت Retsch آلمان اندازه‌گیری شد. به گونه‌ای که ۷۰ گرم از هر نمونه خاک به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵۰/۰ میلی‌متر بر شتاب ثقل (mm/g) حرکت داده شد. سپس خاکدانه‌های باقیمانده روی هر الک به دقت جدا و توزین شد و میانگین وزنی (MWD) و هندسی (GMD) قطر خاکدانه‌ها به ترتیب با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شدند (شیرازی و بورسما، ۱۹۸۴).

$$MWD = \sum_{i=1}^n w_i \bar{d}_i$$

$$GMD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{d}_i}{\sum_{i=1}^n w_i}\right)$$

در این روابط w_i و \bar{d}_i به ترتیب، وزن خاک باقی‌مانده روی الک i ام تقسیم بر وزن کل خاک، متوسط قطر (میلی‌متر) ذرات باقی‌مانده روی الک i ام (که برابر با میانگین قطر سوراخ‌های هر الک و الک بالایی می‌باشد) و تعداد گروه‌های اندازه‌ای ذرات می‌باشد.

داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از بسته نرم افزاری SAS از نظر آماری تجزیه و تحلیل شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی بقایای پسته مورد استفاده

مقدار	ویژگی
۷/۸	په‌اش
۷/۱	ماده آلی (درصد)
۱۱	قابلیت هدایت الکتریکی* (دسی زیمنس بر متر)
۲۲	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم بقایا)
۶۹	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم بقایا)
۴/۲	نیترژن (درصد)

* قابلیت هدایت الکتریکی در نسبت ۱ به ۵ بقایای پسته به آب قرائت شد.

نتایج و بحث

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

اثر سطوح شوری و کاربرد بقایای پسته بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. در خاک‌های رسی و شن لومی مورد مطالعه، کاربرد سطوح شوری در مقایسه با شاهد بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها اثر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد در خاک رسی مورد مطالعه، کاربرد ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد بقایا، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۸، ۹ و ۱۵ درصد افزایش داد. به‌طور کلی گزارش شده افزودن کودهای آلی به خاک منجر به تشکیل خاکدانه‌های درشت و پایدار در خاک و در نتیجه افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها می‌شود (والن و چانگ، ۲۰۰۲) هر چند پیکلو و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که افزودن ماده آلی به خاک تا ۱/۰ درصد موجب افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود و در مقادیر بیشتر از آن پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد. ایشان دلیل این پدیده را وجود عوامل دیسپرس کننده در مواد آلی مورد استفاده بیان کردند. این محققان همچنین بیان کردند که پایداری خاک به‌میزان زیادی به مقدار رس و کربن آلی خاک وابسته است.

نتایج نشان داد در خاک لومی مورد مطالعه، کاربرد بقایا تأثیر معنی‌داری بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نداشت هر چند کاربرد ۵/۴ درصد بقایا در مقایسه با شاهد و سایر سطوح میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را به‌طور غیر معنی‌داری به میزان ۶ درصد افزایش داد. اما کاربرد شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری به میزان ۸



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

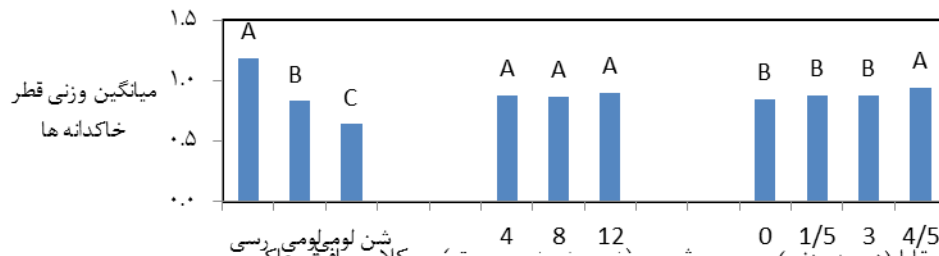
درصد افزایش داد زیرا در خاک لومی مورد مطالعه احتمالاً نمک‌های خاک نقش سیمان‌کنندگی ایفا کرده و موجب افزایش قطر خاکدانه‌های خاک شده است. اطمینان و همکاران (۱۳۹۰) نیز بیان کردند که در خاک‌های تشکیل شده بر روی سازندهای لسی که درصد سیلت زیادی دارند (همانند خاک لومی مورد مطالعه در این پژوهش) به جای آنکه مقدار رس و کربن آلی نقش تعیین‌کننده بر پایداری خاک داشته باشند، کربنات‌های کلسیم و آهن موجب افزایش قطر خاکدانه‌های خاک می‌شود. نتایج نشان داد در خاک شن لومی مورد مطالعه، تنها کاربرد ۵/۴ درصد بقایای پسته، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های خاک را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد به میزان ۸ درصد افزایش داد ولی سایر سطوح بقایای کاربردی اثر معنی‌داری نداشتند. در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر، کاربرد ۵/۴ درصد بقایا، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را به میزان ۲۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. در این خاک بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به میزان ۷۳/۰ میلی‌متر و در تیمار کاربرد ۵/۴ درصد بقایای پسته با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد در حالی که کمترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به میزان ۶۰/۰ میلی‌متر و مربوط به تیمار کاربرد ۵/۱ درصد بقایا با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود.

جدول ۳- اثر سطوح شوری و بقایای پسته بر میانگین وزنی قطر (میلی‌متر) خاکدانه‌ها (اندازه‌گیری شده به روش الک خشک) در خاک‌های مورد مطالعه.

میانگین	بقایا (درصد وزنی)				شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
	۵/۴	۳	۵/۱	۰	
خاک رسی (میانگین = ۱۹/۱ A)					
۱۸/۱ A	۲۴/۱ b	۱۷/۱ cd	۲۱/۱ bc	۱۱/۱*de	۴
۱۷/۱ A	۲۲/۱ bc	۱۹/۱ bc	۱۹/۱ bc	۱۰/۱ e	۸
۲۲/۱ A	۳۷/۱ a	۲۴/۱ b	۱۹/۱ bc	۱۰/۱ e	۱۲
	۲۷/۱ A	۲۰/۱ B	۱۹/۱ B	۱۰/۱ C	میانگین
خاک لومی (میانگین = ۸۳/۰ B)					
۸۰/۰ B	۸۴/۰ abc	۷۶/۰ c	۷۶/۰ c	۸۶/۰ abc	۴
۸۱/۰ B	۸۶/۰ abc	۸۳/۰ abc	۷۹/۰ bc	۷۸/۰ c	۸
۸۷/۰ A	۹۰/۰ a	۸۶/۰ abc	۸۹/۰ ab	۸۲/۰ abc	۱۲
	۸۷/۰ A	۸۲/۰ A	۸۲/۰ A	۸۲/۰ A	میانگین
خاک شن لومی (میانگین = ۶۴/۰ C)					
۶۵/۰ A	۷۳/۰ a	۶۳/۰ bc	۶۴/۰ bc	۶۱/۰ bc	۴
۶۴/۰ A	۶۷/۰ bc	۶۴/۰ bc	۶/۰ c	۶۳/۰ bc	۸
۶۳/۰ A	۶۵/۰ bc	۶۲/۰ bc	۶۲/۰ bc	۶۳/۰ bc	۱۲
	۶۸/۰ A	۶۳/۰ B	۶۲/۰ B	۶۳/۰ B	میانگین

* در هر خاک میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ یا کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

شکل ۱ اثر بافت خاک، سطوح شوری و بقایای پسته بر متوسط میانگین وزنی قطر در خاک‌های پس از برداشت گندم را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های لومی و شن لومی مورد مطالعه در مقایسه با خاک رسی به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۴۳ و ۱۰۰ درصد کمتر بود زیرا خاک‌های درشت‌بافت به دلیل چسبندگی کم ذرات شن نسبت به خاک‌هایی که درصد رس بیشتری دارند سست تر بوده و قطر و استحکام خاکدانه‌ها در این نوع خاک‌ها کم‌تر است. پیکلو و همکاران (۱۹۹۷) نیز بیان کردند که پایداری خاکدانه‌های خاک به مقدار رس خاک وابسته است. همچنین نتایج نشان داد شوری بر متوسط میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های مورد مطالعه در مقایسه با شاهد (۴ دسی‌زیمنس بر متر) اثر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد تنها کاربرد ۵/۴ درصد بقایا، متوسط میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را در خاک‌های مورد مطالعه در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری به میزان ۱۰ درصد افزایش داد و سایر سطوح بقایا در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری نداشتند.



شکل ۱- اثر بافت خاک، سطوح شوری و بقایای پسته بر متوسط میانگین وزنی قطر (میلی متر) خاکدانه‌ها (اندازه‌گیری شده به روش الک خشک) در خاک.

میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها

جدول ۴ اثر سطوح شوری و بقایای پسته بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های مورد مطالعه پس از برداشت گندم را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد در خاک‌های رسی و لومی مورد مطالعه، کاربرد هیچ‌یک از سطوح شوری و بقایا اثر معنی‌داری بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها نداشت. نتایج همچنین نشان داد در خاک شن لومی مورد مطالعه، تنها کاربرد بیشترین سطح شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری به میزان ۳ درصد کاهش داد. این کاهش می‌تواند به دلیل دیسپرس شدن ذرات خاک در اثر ظهور اثرات نامطلوب سدیم بر ضخامت لایه دو گانه پخشیده باشد. نتایج نشان داد در خاک شن لومی مورد مطالعه کاربرد ۵/۴ درصد بقایای پسته میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری به میزان ۳ درصد افزایش داد و سایر سطوح بقایا اثر معنی‌داری نداشتند. شیرانی و همکاران (۲۰۰۲) نیز افزایش میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها را در تیمارهای محتوی کود دامی گزارش کردند.

جدول ۴- اثر سطوح شوری و بقایای پسته بر میانگین هندسی قطر (میلی‌متر) خاکدانه‌ها (اندازه‌گیری شده به روش الک خشک) در خاک‌های مورد مطالعه.

میانگین	بقایا (درصد وزنی)				شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
	۵/۴	۳	۵/۱	۰	
Xاک رسی (میانگین = A ۸۶/۰)					
A ۸۴/۰	b ۸۷/۰	b ۸۲/۰	b ۸۳/۰	b* ۸۴/۰	۴
A ۸۹/۰	b ۸۶/۰	b ۸۲/۰	b ۸۲/۰	a ۰۸/۱	۸
A ۸۴/۰	b ۸۸/۰	b ۸۲/۰	b ۸۳/۰	b ۸۳/۰	۱۲
	A ۸۷/۰	A ۸۲/۰	A ۸۳/۰	A ۹۲/۰	میانگین
Xاک لومی (میانگین)					
A ۷۹/۰	a ۷۸/۰	a ۷۸/۰	a ۷۸/۰	a ۸۱/۰	۴
A ۸۰/۰	a ۷۹/۰	a ۷۹/۰	a ۷۹/۰	a ۸۱/۰	۸
A ۸۰/۰	a ۷۹/۰	a ۸۰/۰	a ۸۰/۰	a ۷۹/۰	۱۲
	A ۷۹/۰	A ۷۹/۰	A ۷۹/۰	A ۸۰/۰	میانگین
Xاک شن لومی (میانگین = C ۷۶/۰)					
A ۷۷/۰	a ۷۹/۰	bc ۷۶/۰	bc ۷۶/۰	bc ۷۵/۰	۴
AB ۷۶/۰	b ۷۸/۰	bc ۷۶/۰	bc ۷۵/۰	bc ۷۶/۰	۸
B ۷۵/۰	bc ۷۶/۰	bc ۷۶/۰	bc ۷۵/۰	bc ۷۵/۰	۱۲
	A ۷۸/۰	B ۷۵/۰	B ۷۴/۰	B ۷۴/۰	میانگین

* در هر خاک میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ یا کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

شکل ۲ اثر بافت خاک، سطوح شوری و بقایای پسته بر متوسط میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (اندازه‌گیری شده به روش الک خشک) در خاک‌های پس از برداشت گندم را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های لومی و شن لومی در مقایسه با خاک رسی مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۹ و ۱۳ درصد کمتر است. پیکلو و



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که پایداری خاکدانه‌های خاک به مقدار رس خاک وابسته است. و هر چه میزان رس در خاکی بیشتر باشد آن خاک از پایداری بیشتری برخوردار خواهد بود.



شکل ۲- اثر بافت خاک، سطوح شوری و بقایای پسته بر متوسط میانگین هندسی قطر (میلی‌متر) خاکدانه‌ها (اندازه‌گیری شده به روش الک خشک)

منابع

- اطمینان، س.، ف. کیانی، ف. خرمالی و ه. حبشی. ۱۳۹۰. نقش خصوصیات خاک با مواد مادری متفاوت بر پایداری خاکدانه در حوضه شصت کلاته استان گلستان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره ۲، صفحات ۳۹ تا ۶۰.
- بای بوردی، م. ۱۳۸۸. فیزیک خاک، انتشارات دانشگاه تهران.
- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی.
- Piccolo, A., G. Picteramellara, and J. S. C. Mbagwa. ۱۹۹۷. Use of humic substance as soil conditioners to increase aggregate stability, *Geoderma*, ۷۵: ۲۶۷-۲۷۷.
- Shirani, H., M. A. Hajbasi, M. Afyuni, and A. Hemmat. ۲۰۰۲. Effect of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil and Tillage Research*, ۶۸(۲): ۱۰۱-۱۰۸.
- Whalen, J. K. and C. Chang. ۲۰۰۲. Macroaggregate characteristics in cultivated soils after ۲۵ annual manure applications. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۶: ۱۶۳۷-۱۶۴۷.

Abstract

Influence of four levels of pistachio residue (۰, ۱.۵, ۳ and ۴.۵ g ۱۰۰g⁻¹) and three levels of soil salinity (۴, ۸ and ۱۲ ds m⁻¹) on aggregate stability in three soils of different textures were evaluated as a completely randomized design experiment with three replications. Results showed that application of pistachio residue could improve aggregate stability but salinity has negative effect on aggregate stability. Concomitant application of residue and salinity decreased aggregate stability probably due to the salinity of applied residues.



بررسی تغییرات کیفیت خاک سطحی در مدیریت‌های زراعی گوناگون در منطقه فارس استان چهارمحال و بختیاری

زهرا رسائی^۱، رضا مهاجر^۲ و محمدحسن صالحی^۳

۱- دانشجوی دکترای پیدایش ورده بندی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- استادیار و عضو علمی خاک‌شناسی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور مرکز شهرکرد، ۳- استاد خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مدیریت‌های زراعی مختلف بر کیفیت خاک، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ۴۵ نمونه خاک به عنوان شاخص کیفیت خاک در سه کاربری متفاوت زمین‌های کشاورزی، دیم و بیشه‌زار در منطقه فارس استان چهارمحال و بختیاری تعیین شدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربنات کلسیم و وزن مخصوص حقیقی در این سه کاربری تغییر چندانی نداشته ولی کشت دیم منجر به افزایش معنی‌دار ($p < 0.05$) این ویژگی‌ها نسبت به دو کاربری کشاورزی آبی و بیشه‌زار شده است. لازم به ذکر است در کاربری کشت دیم سطح مواد آلی، نگهداری آب در خاک و همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی کاهش نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که بر خورد با منابع طبیعی و تعیین نوع مدیریت‌های زراعی در هر منطقه بایستی متناسب با پتانسیل کاری طولانی مدت آن‌ها باشد. اگر مدیریتی متناسب با موقعیت خاک تعیین نشود ممکن است باعث از دست رفتن توان بهره‌دهی خاک شود.

واژه‌های کلیدی: استان چهارمحال و بختیاری، کیفیت خاک، مدیریت زراعی.

مقدمه

تغییر کاربری اراضی یکی از چالش‌های عمده زیست محیطی و عامل کلیدی ایجاد تخریب خاک محسوب می‌باشد، بنابراین در راستای مدیریت پایدار خاک و اراضی، بررسی اثرات این عامل بر منابع خاک و آب ضروری به نظر می‌رسد. منابع آب، خاک، جنگل و مرتع از عوامل زیر بنایی اقتصاد هر کشور می‌باشند لذا تلاش در حفظ این منابع علاوه بر استقلال اقتصادی و رفح وابستگی، حفظ محیط زیست و توسعه پایدار را نیز در پی دارد. استفاده از اراضی در صورتی که در چارچوب مدیریت صحیح کشاورزی و منابع طبیعی باشد، منجر به توسعه اقتصادی کشور خواهد شد و در غیر این صورت، ناپایداری اکوسیستم و تبعات ناشی از آن از جمله فرسایش، سیل و خشک‌سالی، کاهش حاصل خیزی خاک، افزایش رانش زمین، پرشدن مخازن سدها و پیری زودرس آنها، بیابانی شدن (از دست رفتن توان اکولوژیکی خاک) و آلودگی آب و خاک را به همراه خواهد داشت (Celik, 2005).

نوع کاربری زمین از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت خاک است که با بررسی و ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک، مطالعه تأثیر نوع کاربری اراضی بر نحوه عملکرد خاک در اکوسیستم، امکان پذیر می‌باشد. این گونه مطالعات که با هدف ایجاد تعادل بین میزان تولید و حفظ و بهبود کیفیت منابع اراضی انجام می‌گیرد، امکان شناسایی مدیریت پایدار و به تبع آن پیشگیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌سازد یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی، شناسایی مدیریت‌هایی است که از یک طرف باعث ارتقاء کمی و کیفی تولید در طولانی مدت گردند و از طرف دیگر، کیفیت خاک را حفظ کرده و از تخریب اراضی جلوگیری کنند. از دو دهه گذشته و در راستای مدیریت پایدار اراضی، مطالعه کیفیت خاک به منظور شناسایی و ارزیابی عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اکوسیستم‌های مختلف زراعی، مرتعی و جنگلی مطرح شده است (خادمی و همکاران، ۱۳۸۵).

کیفیت خاک عبارت است از ظرفیت یک نوع خاک برای کاربری‌های متفاوت در محیط زیست طبیعی یا تحت مدیریت‌های مختلف (Karlen et al., 2001) که ویژگی‌های ذاتی و مدیریت خاک بر آن مؤثر بوده و با تعیین شاخص‌های کیفیت خاک ارزیابی می‌شود (Doran and Parkin, 1994). بنابراین می‌توان گفت که کیفیت خاک به نوع کاربری اراضی خیلی حساس است (Aparicio and Costa, 2007). ویژگی‌های مختلفی از خاک به عنوان شاخص کیفیت خاک تعریف شده‌اند که تغییر کاربری زمین بر آنها مؤثر است. وزن مخصوص خاک و آب قابل دسترس از جمله ویژگی‌های فیزیکی معرف کیفیت خاک می‌باشند (Reynolds et al., 2002). کربن آلی نیز یکی از ویژگی‌های مهم خاک است که بر کیفیت خاک اثر معنی‌داری دارد (Bettina et al., 2005). (Bini et al., 2013) طی تغییر کاربری اراضی مرتعی به مزارع دیم، کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی را معادل ۵۰ درصد اعلام کردند. همچنین در مطالعه‌ای در چین نشان داده شد که تخریب مرتع باعث کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی به میزان ۱۸ درصد شد (Wang et al., 2012).

علی‌رغم اهمیت زاگرس مرکزی به خصوص استان چهارمحال و بختیاری از نظر کشاورزی و منابع طبیعی، اراضی این استان به دلیل پستی و بلندی، ساختمان ضعیف، کم بودن مواد آلی، پراکنش بارندگی، سازندها و تشکیلات زمین‌شناسی خاص عموماً در معرض تخریب از جمله فرسایش آبی می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۰). همچنین، محدودیت منابع آب و خاک سبب شده تا استفاده بهینه از اراضی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد که دسترسی به این بهینه‌سازی تنها با اعمال برنامه‌ریزی اصولی و مدیریتی صحیح اراضی

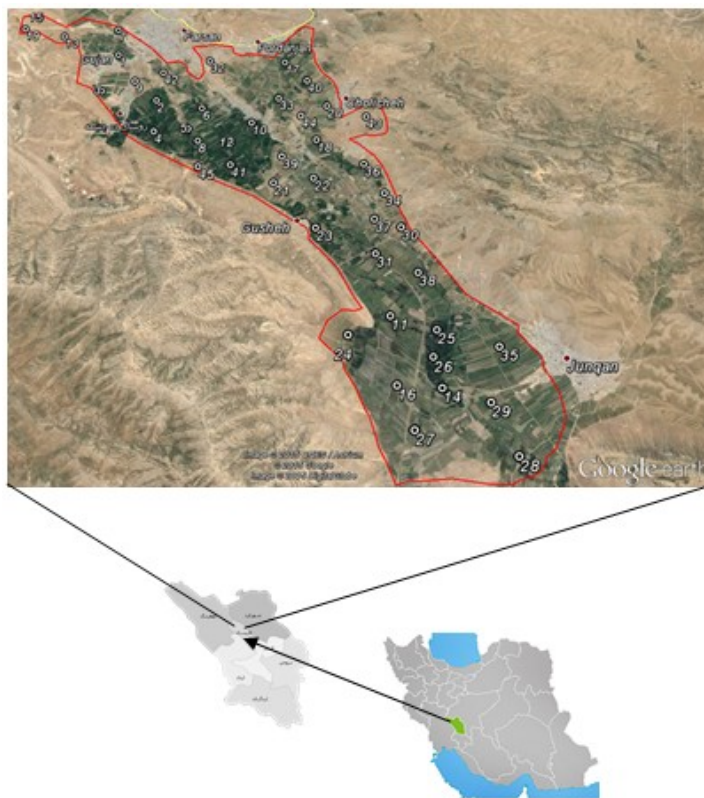


امکان پذیر است. اگر بخواهیم به فکر برنامه‌ای مدون و سازنده جهت مدیریت بهینه و تولید پایدار، حفظ محیط زیست (خاک، آب و هوا)، التیام اثرات نامطلوب ناشی از مدیریت‌های اراضی و پیشگیری و کنترل سیر قهقرایی تخریب (فرسایش و رسوب) باشیم، باید در ابتدا دید کافی از منطقه در زمینه وضعیت کنونی منابع، شدت تخریب خاک، آلودگی آب و خاک، میزان هدررفت خاک بدست آوریم. از آنجائی که اولین مرحله مطالعه پایداری خاک و سطح تخریب آن بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است؛ بنابراین، لازم است پژوهشی جهت نمایان نمودن اثرها و پیامدهای تغییر کاربری اراضی بر کیفیت خاک اجرا گردد. مطالعه حاضر در این راستا اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

حوضه آبریز مورد مطالعه جزئی از حوضه آبریز کارون با وسعت تقریبی ۷۹۰۴ هکتار، بین طول‌های جغرافیایی "۳۰' ۲۴' ۵۰" تا "۲۴' ۳۲' ۵۰" و عرض‌های جغرافیایی "۳۲' ۱۸' ۴۶" تا "۳۲' ۱۱' ۲۳" واقع شده است. منطقه مورد مطالعه از دو حوضه مجزا (حوضه گوجان و حوضه بیدکل) تشکیل شده است که در مرتفع‌ترین نقطه دارای ارتفاع ۳۶۱۰ متر و در پست‌ترین نقطه حدود ۲۳۸۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. متوسط بارش سالانه دشت، ۶/۵۲۷ میلی‌متر و میانگین دمای ۱/۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اقلیم منطقه مطالعاتی به روش امبرژه، نیمه مرطوب سرد می‌باشد. با توجه به نقشه زمین‌شناسی، منطقه بر روی رسوبات کواترنری و سازندهای رسوبی میوسن پلیوسن قرار دارد و در اطراف نیز سازندهای کرتاسه حاوی رسوبات تبخیری همراه با رس، شیل، مارن و ماسه سنگ و میوسن - پلیوسن حاوی آهک‌های مارنی و شیل پوشانده‌اند (زاهدی و همکاران، ۱۳۷۲). تیپ‌های اراضی غالب در منطقه شامل دشت ابرفتی دامنه‌ای و اراضی پست می‌باشند. بر اساس نقشه خاک منطقه، سه نوع خاک غالب، Calcic Argiaquolls، Typic Haploxeralfs و Typic Endoaqualls در منطقه وجود دارد (بی‌نام، ۱۳۹۱). کاربری‌های غالب اراضی بصورت کشت‌های آبی و دیم و بیشه‌زار می‌باشند.

جهت بررسی کیفیت خاک در کاربری مختلف منطقه، تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی (وزن مخصوص و آب قابل دسترس خاک) و شیمیایی (اسیدیته، هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و کربن آلی) به‌عنوان شاخص‌های کیفیت خاک مورد بررسی قرار گرفتند. به‌منظور بررسی تغییرات کیفیت خاک تحت کاربری‌های غالب حوضه مورد مطالعه، در هر یک از واحدهای نقشه خاک، از هر کاربری ۱۵ نمونه سطحی (در مجموع ۴۵ نمونه) از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری بصورت تصادفی جمع‌آوری شد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها از جمله اسیدیته و هدایت الکتریکی، درصد کربنات کلسیم، مقدار ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین ویژگی‌های فیزیکی از جمله بافت، وزن مخصوص حقیقی و ظاهری اندازه‌گیری شد (Miller and Keeney, ۱۹۹۲). شاخص‌های مورد مطالعه در این تحقیق علاوه بر نوع کاربری خاک می‌توانند متأثر از خصوصیات ذاتی خاک نیز باشند. بنابراین برخی شاخص‌های کلیدی خاک شامل بافت، درصد کربنات کلسیم و اسیدیته مورد ارزیابی قرار گرفتند. میانگین ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SAS با یکدیگر مقایسه و تحلیل شدند.



شکل ۱ - موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه برداری

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها نشان داد که خاک سطحی نمونه‌ها در نقاط مطالعاتی دارای بافت لومی شنی و لوم رسی شنی با درصد آهک بین ۶/۲۱ تا ۸/۲۱ و اسیدیته خاک در محدوده ۶/۷ تا ۸/۷ می‌باشد. از آن جایی که تفاوت معنی‌داری از لحاظ شاخص‌های یاد شده وجود ندارد، بنابراین با قطعیت بیشتری می‌توان به مقایسه اثر کاربری‌های متفاوت بر پارامترهای فیزیکی پرداخت (جدول ۱).

جدول ۱ - مقایسه میانگین مقادیر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک تحت کاربری‌های گوناگون

کاربری	بافت	کربنات کلسیم	ماده آلی	آب قابل دسترس	اسیدیته	وزن مخصوص		ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol k ⁻¹)
						حقیقی	ظاهر	
% (g cm ⁻³)								
دیم	لوم شنی	^a ۸/۲۱	^b ۱/۱	^b ۳/۱۳	^a ۷/۷	^a ۶/۲	^a ۴/۱	^b ۴/۱۵
کشاورزی آبی	لوم رسی شنی	^a ۶/۲۱	^a ۷/۱	^a ۴/۱۹	^a ۸/۷	^a ۶/۲	^b ۲/۱	^a ۸/۲۳
بیشه‌زار	لوم رسی شنی	^a ۵/۳۱	^a ۷/۱	^b ۳/۱۴	^a ۸/۷	^a ۷/۲	^b ۱/۱	^a ۰/۲۲

*حروف مشابه در هر ستون نشان می‌دهد که در سطح اماری ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد.

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۱، دیم‌کاری منجر به کاهش معنی‌دار میزان ماده آلی خاک نسبت به دو کاربری بیشه‌زار و زمین‌های زراعی تحت کشت آبی شده است. این در حالی است که مقدار وزن مخصوص ظاهری به ترتیب در بیشه‌زار، کشاورزی آبی و دیم‌کاری افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد. هدر رفت مواد آلی می‌تواند یکی از علل افزایش وزن مخصوص ظاهری در دیم‌زار باشد. نتایج حاکی از آن است که مدیریت زراعی بیشه‌زار و کشت آبی به دلیل اضافه شدن کربن آلی به خاک توانسته اثر مثبتی در کاهش وزن مخصوص ظاهری و بهبود وضعیت فیزیکی خاک داشته باشد. یکی از عواملی که در کاهش ماده آلی خاک می‌تواند نقش داشته باشد کشت و کار است که سرعت تجزیه مواد آلی را بالا می‌برد. معدنی شدن کربن و آزادسازی گاز دی اکسید کربن باعث خروج کربن آلی از خاک می‌شود (Cotching and Kidd, ۲۰۱۰). کاهش کربن آلی در دیم‌زار را همچنین می‌توان به عملیات شخم



نسبت داد که منجر به شکسته شدن و تبدیل خاکدانه‌های درشت خاک به خاکدانه‌های ریزتر شده و همین امر اکسیداسیون مواد آلی را بالا برده است (Bini et al., ۲۰۱۳).

مقدار آب قابل دسترس در کاربری کشاورزی نسبت به دیم‌زار و بیشه‌زار افزایش معنی‌داری ($p < 0.05$) نشان داد. این افزایش می‌تواند ناشی از اضافه شدن ماده آلی به خاک در این کاربری و بهبود وضعیت کیفی خاک همانند بهبود وضعیت ساختمان و کاهش مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی به مقدار رس، مواد آلی و نوع رس وابسته است. ظرفیت تبادل کاتیونی در دیم‌زار کاهش معنی‌داری نسبت به دو کاربری بیشه‌زار و کشت آبی داشت. علت بیشتر بودن ظرفیت تبادل کاتیونی می‌تواند به مقدار ماده آلی بیشتر در این دو کاربری نسبت به کاربری دیم‌زار نسبت داده شود. نتایج به دست آمده با نتایج Bini et al. (۲۰۱۳) و Wang et al. (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد. در نتیجه، بر اساس مقایسه میانگین انجام شده می‌توان اظهار داشت که اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربنات کلسیم و وزن مخصوص حقیقی در این سه کاربری تغییر چندانی نداشته ولی کشت دیم منجر به افزایش معنی‌دار ($p < 0.05$) این ویژگی‌ها و کاهش سطح مواد آلی، نگهداری آب در خاک و همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی کاهش نسبت به دو کاربری کشاورزی آبی و بیشه‌زار شده است.

بطور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تغییر کاربری اراضی به دیم‌زار موجب کاهش معنی‌دار سطح ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی و در نتیجه کاهش میزان آب قابل دسترس همچنین افزایش معنی‌دار وزن مخصوص ظاهری شده است که این امر می‌تواند باعث کاهش کیفیت خاک و فراهم کردن شرایط این اراضی برای فرسایش شود. این واقعیت در دراز مدت می‌تواند باعث کاهش میزان تولید بالقوه و بالفعل خاک و یا کاهش در بهره‌دهی آن، افزایش هزینه‌های کشاورزی، تخریب خاک و خارج شدن اراضی از چرخه تولید شود. بنابراین باید گفت، برخورد با منابع طبیعی دیر تجدیدشونده و استفاده پایدار از آنها، بایستی منطبق با موقعیت فیزیکی و استعداد کاری در دراز مدت برای هر منطقه باشد تا بتواند علاوه بر تولید پایدار حداقل آثار نامطلوب زیست محیطی را در پی داشته باشد.

منابع

- بی‌نام. ۱۳۹۰. آمار و اطلاعات سازمان مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری.
- بی‌نام، ۱۳۹۱. گزارش خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی گوجان. سازمان آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری.
- خادمی، ح. محمدی، ج. و نائل، م. ۱۳۸۵. مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. مجله علمی کشاورزی، جلد بیست و نهم، شماره ۳، صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۲۴.
- زاهدی، م. واعظی‌پور، ج. و رحمتی ایلخچی، م. ۱۳۷۲. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شهرکرد. وزارت صنایع و معادن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Aparicio V. and Costa J.L. ۲۰۰۷. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the Argentinean pampas. *Soil and Tillage Research*, ۹۶: ۱۵۵-۱۶۵.
- Bettina J., Tamon Y., Bernard L. and Heiner F. ۲۰۰۵. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma*, ۱۲۸: ۶۳-۷۹.
- Bini D., Alcantara C., Banhos K., Kishino N., Andrade G., Zangaro W. and Antonio Nogueira M. ۲۰۱۳. Effects of land use on soil organic carbon and microbial processes associated with soil health in southern Brazil. *European Journal of Soil Biology*, ۵۵: ۱۱۷-۱۲۳.
- Celik I. ۲۰۰۵. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil Tillage*, ۸۳: ۲۷۰-۲۷۷.
- Cotching W.E. and Kidd D.B. ۲۰۱۰. *Soil quality evaluation and the interaction with land use and soil order in Tasmania, Australia*. Agriculture, Ecosystems & Environment, ۱۳۷: ۳۵۸-۳۶۶.
- Doran J.W. and Parkin B.T. ۱۹۹۴. Defining and assessing soil quality. In: Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F. and Stewart B.A. (eds.). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, ۳۵: ۳-۲۱.
- Karlen D.L., Andrews S.S. and Doran J.W. ۲۰۰۱. Soil quality: current concepts and applications. *Advances in Agronomy*, ۷۴: ۱-۳۹.
- Miller R.H. and Keeney D.R. ۱۹۹۲. Methods of Soil Analysis. In: I, II. Physical, Chemical and mineralogical properties. SSSA Pub., Madison.
- Reynolds W.D., Bowman B.T., Drury C.F., Tan C.S. and Lu X. ۲۰۰۲. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, ۱۱۰: ۱۳۱-۱۴۶.
- Wang Q., Liu J., Wang Y., Guan J., Liu Q. and Lv D. ۲۰۱۲. Land use effects on soil quality along a native wetland to cropland chronosequence. *Journal of Soil Biology*, ۵۲: ۱۱۴-۱۲۰.



Abstract

To investigate the effect of different soil managements on soil quality, some physical and chemical characteristics of ۴۵ soil samples in three different land use such as irrigated and dry culture and brushwood in Farsan region in Chaharmahal-va-Bakhtiari province were determined as soil quality indicators. Results of comparison of means showed that pH, electrical conductivity, calcium carbonate and particle density have negligible change but these characteristics were significantly increased ($p < 0.05$) in dry cultivation comparison to other land uses. This necessary to point that the amount of organic materials, field capacity and also cation exchange capacity decreased in the dry cultivation land use. Results showed that deal with natural resources and determining of types of agricultural managements should be proportional to the potential of long-term work in each region. If management cannot be determined in accordance with the soil, the soil will lose its productivity.



تحلیل حساسیت نفوذ آب به خاک نسبت به پارامترهای هیدرولیکی با استفاده از نرم افزار HYDRUS-2D/3D

پریسا مشایخی^۱، شجاع قربانی دشتکی^۲، محمدرضا مصدقی^۳ و حسین شیرانی^۴
دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲-دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی
دانشگاه شهرکرد، ۳-دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴-دانشیار گروه خاک‌شناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر رفسنجان

چکیده

تحلیل حساسیت یکی از جنبه‌های مهم در مدل‌سازی پدیده‌ها می‌باشد. در این پژوهش میزان حساسیت نفوذ تجمعی اشباع آب به خاک نسبت به پارامترهای هیدرولیکی معادله ون‌گنوختن-معلم با کمک نرم‌افزار HYDRUS-2D/3D در سه نوع خاک رسی، لومی و شنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در خاک شنی، پارامتر هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) و در خاک رسی پارامتر شکل منحنی مشخصه رطوبتی (n) و پس از آن K_s بیش‌ترین تأثیر را بر مدل‌سازی داده‌های نفوذ تجمعی داشتند و سایر پارامترها از حساسیت کمی برخوردار بودند. در خاک لومی نیز پارامترهای K_s ، n و s بیش‌ترین ضریب حساسیت را داشتند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مدل‌سازی معکوس داده‌های نفوذ تجمعی اشباع برای بهینه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی خاک، از پارامترهای s و K_s استفاده شده و سایر پارامترهای ون‌گنوختن-معلم (α و θ_r) با فرضیاتی به صورت ثابت در نظر گرفته شوند یا به روش‌های دیگر تخمین زده شوند.

واژه‌های کلیدی: نفوذ اشباع، تحلیل حساسیت، پارامترهای هیدرولیکی خاک، مدل‌سازی معکوس

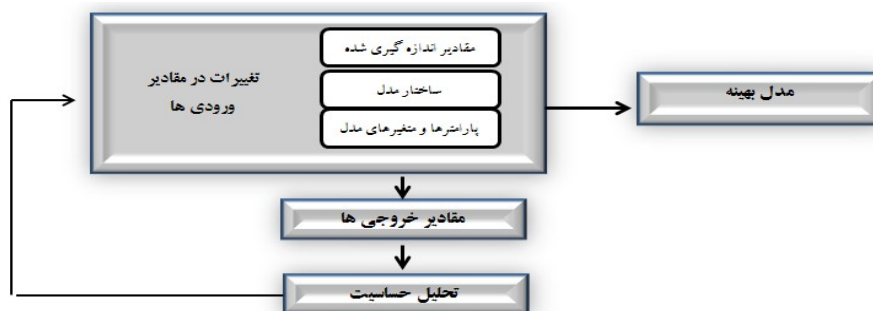
مقدمه

ویژگی‌های هیدرولیکی خاک جزو مهم‌ترین پارامترهای مورد استفاده در پژوهش‌های کشاورزی و اکولوژیکی، طرح‌ها و مدل‌های آبیاری و زه‌کشی و مسایل مربوط به حرکت غیراشباع آب در خاک می‌باشند. این ویژگی‌ها از طریق روش‌های مستقیم و غیرمستقیم متفاوتی قابل اندازه‌گیری هستند. انجام روش‌های مستقیم، هزینه‌بر و زمان‌بر بوده و نیازمند کار زیاد می‌باشد. افزون بر این، به‌دلیل تغییرپذیری مکانی و زمانی زیاد این ویژگی‌ها، تعداد نمونه‌های زیادی برای توصیف دقیق آنها در شرایط مزرعه نیاز است (شل و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین طی ۴۰ سال گذشته، روش‌های غیرمستقیم مختلفی برای برآورد این ویژگی‌ها ارائه شده است که روش حل معکوس یکی از این روش‌ها است. نتایج پژوهش‌ها، کارایی زیاد این روش‌ها را در برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در آزمایش‌های مختلف جریان‌های ورودی و خروجی از ستون خاک در شرایط آزمایشگاهی و آزمایش‌های میدانی نشان می‌دهند (سیمونک و همکاران، ۲۰۰۲). در این روش، ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک از طریق حل عددی مکرر معادلات جریان گذرا، به صورت غیرمستقیم برآورد می‌شوند (هافمنز و همکاران، ۲۰۰۲).

روش معکوس در مقایسه با سایر روش‌ها، ارزان و سریع است. در این روش، پارامترهای هیدرولیکی خاک بر پایه‌ی جریان اندازه‌گیری شده آب در خاک و یا دیگر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک برآورد می‌شوند. گاهی بروز برخی عوامل، می‌تواند موجب واگرایی روش حل و عدم دستیابی به پارامترهای بهینه معتبر شود. در این شرایط تابع هدف دارای حل یکتا یا پایدار نبوده و مدل به اصطلاح ill-posed می‌شود. یکی از این عوامل تخمین چندین پارامتر به صورت هم‌زمان می‌باشد و در این شرایط جهت رسیدن به یک پاسخ قابل قبول به دانسته‌های بیش‌تر و اندازه‌گیری‌های بیش‌تر مانند تغییرات پتانسیل ماتریک و یا میزان رطوبت خاک نیاز است که باعث دشواری و طولانی شدن مراحل آزمایش شده و احتمال خطا را افزایش می‌دهد (زو و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین، در تخمین پارامترها به روش‌های مدل‌سازی معکوس توصیه می‌شود ابتدا حساس‌ترین پارامترها با استفاده از تجزیه و تحلیل حساسیت (Sensitivity analysis, SA) انتخاب و برآورد شوند. اهمیت این کار در آن است که گاهی تغییر مقدار یک پارامتر با درجه حساسیت کم در دامنه وسیعی از محدوده تغییرات آن، تأثیر ناچیزی بر مقدار تابع هدف دارد و این سبب می‌شود که پارامترهای دیگر بردار مجهولات به درستی برآورد نشوند و یا بی‌دلیل موجب زمان بردن محاسبات می‌شود (عباسی، ۱۳۸۶).

در سال‌های اخیر تجزیه و تحلیل حساسیت به طور گسترده‌ای به عنوان یک بخش ضروری از فرایند مدل‌سازی پذیرفته شده است. به ویژه زمانی که مدل‌ها پیچیده بوده و یا از مدل‌های ترکیبی برای توصیف شرایط استفاده شود (داوسون و همکاران، ۲۰۰۵). تحلیل حساسیت به بررسی این مساله می‌پردازد که چگونه تغییرات در خروجی یک مدل (عددی و یا سایر مدل‌ها) می‌تواند چه از لحاظ کیفی و چه از نظر کمی به منابع مختلفی از تغییرات تقسیم شود (سالتلی و همکاران، ۲۰۰۴). این روش تأثیرپذیری مدل و شرایط واقعی را از داده‌های ورودی مورد بررسی قرار می‌دهد. بدین ترتیب که اگر تغییرات یکی از پارامترهای ورودی تأثیر اندکی بر

داده‌های خروجی مدل داشته باشد، می‌توان چنین استنباط کرد که آن پارامتر تأثیر ناچیزی بر نتایج مدل دارد و در نتیجه می‌توان از خطای اندازه‌گیری یا تخمین آن پارامتر چشم‌پوشی کرد. بر عکس، در صورت تأثیرپذیری زیاد مقادیر خروجی مدل باید آن پارامتر را با دقت بیش‌تری اندازه‌گیری کرد (عباسی، ۱۳۸۶). تحلیل حساسیت می‌تواند دانسته‌های مفیدی در مورد بهترین زمان و یا مکان نمونه‌برداری و در کل طراحی آزمایش به کاربر بدهد (روچا و همکاران، ۲۰۰۶ شکل ۱ مراحل انجام تجزیه و تحلیل حساسیت در مدل را نشان می‌دهد.

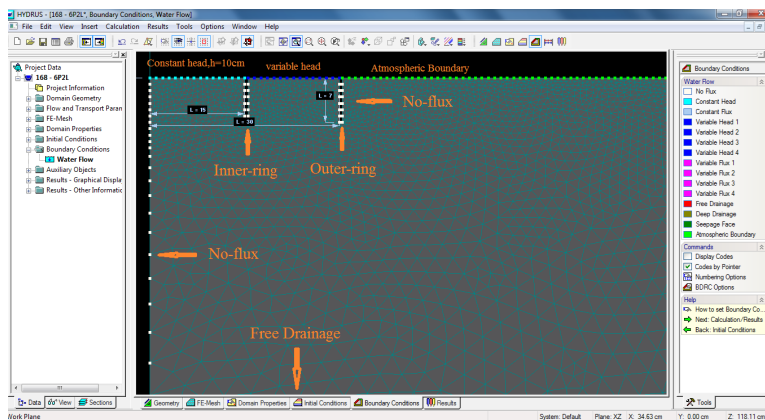


شکل ۱- فرآیند کلی تجزیه و تحلیل حساسیت (Fuladipannah, ۲۰۱۲)

اینو و همکاران (۱۹۹۸) با انجام تجزیه و تحلیل حساسیت بر روی داده‌های حاصل از شبیه‌سازی حرکت آب در خاک با استفاده از حل عددی مستقیم، نشان دادند که پارامتر شکل منحنی مشخصه رطوبتی در معادله ون‌گنوختن (n) حساس‌ترین پارامتر در برآورد پتانسیل ماتریک خاک است. در این مطالعه پارامترهای K_s و r کم‌ترین حساسیت را نشان دادند. عباسی و همکاران (۲۰۰۳) حساس‌ترین پارامترهای هیدرولیکی و انتقال املاح در خاک را تعیین نمودند. آنها گزارش کردند میزان آب خاک بیش‌ترین حساسیت را به پارامتر n معادله ون‌گنوختن داشت و پس از آن به ترتیب پارامترهای s و K_s قرار داشتند. روچا و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند پتانسیل ماتریک اندازه‌گیری شده در خاک بیش‌ترین حساسیت را به پارامتر n و پس از آن به s داشت و کم‌ترین حساسیت مربوط به پارامتر l بود. در این پژوهش برای جریان خروجی تجمعی اندازه‌گیری شده در انتهای خاک‌رخ، میزان حساسیت پارامترهای هیدرولیکی خاک به ترتیب زیاد به کم، r ، s ، K_s ، n و l مشاهده شد. هم‌چنین میزان آب خاک نسبت به پتانسیل ماتریک و یا جریان تجمعی خروجی حساسیت کم‌تری به پارامترهای هیدرولیکی مختلف نشان داد. در این پژوهش برای شبیه‌سازی نفوذ آب به خاک از طریق استوانه‌های مضاعف، از نرم‌افزار HYDRUS-2D/3D استفاده شد و میزان حساسیت نفوذ تجمعی اشباع آب به خاک نسبت به پارامترهای هیدرولیکی معادله ون‌گنوختن-معلم با کمک نرم‌افزار در سه نوع خاک رسی، لومی و شنی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از نرم‌افزار HYDRUS-2D/3D برای شبیه‌سازی نفوذ غرقابی آب به خاک در روش استوانه‌های مضاعف، استفاده شد. بدین منظور، محدوده خاک مرطوب در زیر استوانه‌های مضاعف به صورت یک ناحیه متقارن حول محوری به مرکزیت استوانه داخلی در نظر گرفته شد. شعاع استوانه‌های داخلی و خارجی به ترتیب ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر، عمق جای‌گذاری استوانه‌ها در خاک ۷ سانتی‌متر و عمق خاک ۱۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. شرط مرز ورودی برای استوانه‌های داخلی و خارجی، بار آبی ثابت (ارتفاع آب روی سطح خاک برابر ۱۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد که برای استوانه داخلی ثابت و برای استوانه بیرونی با گذشت زمان متغیر و با تغییر جزئی (نزدیک به صفر) بود. شرایط مرزی برای محدوده سطح خاک در خارج از استوانه‌ها به صورت اتمسفری، تعریف شد. هم‌چنین دیواره استوانه‌ها شرایط بدون جریان و برای مرز پایینی (عمق خاک) زهکشی آزاد تعریف شد (شکل ۲). برای شبیه‌سازی عددی حرکت آب در خاک از مدل هیدرولیکی ون‌گنوختن-معلم با فرض $m=1-1/n$ استفاده شد. زمان نهایی نفوذ برای همه موارد برابر ۳۰۰ دقیقه در نظر گرفته شد. هم‌چنین شرایط اولیه برای شبیه‌سازی حرکت آب در خاک، بر اساس پتانسیل ماتریک تعریف شد. بدین ترتیب که با فرض خشک‌بودن خاک در سطح، پتانسیل ماتریک در سطح خاک برابر با -10000 - سانتی‌متر در نظر گرفته شد که به صورت خطی با عمق تا مقدار -4000 - در عمق ۱۵۰ کاهش یافت.



شکل ۲- ابعاد و شرایط مرزی تعریف شده برای شبیه سازی در مدل HYDRUS-2D/3D

مقادیر مربوط به پارامترهای هیدرولیکی مدل ون گنوختن-معلم برای سه کلاس بافتی متفاوت رسی، لومی و شنی با استفاده از توابع کلاسی که در نرم افزار HYDRUS-2D/3D موجود است، استخراج شد و برای شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). پس از اجرای برنامه با شرایط اولیه و مرزی تعریف شده برای هر یک از کلاس های بافتی فوق، داده های نفوذ در هر مورد استخراج شدند.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای هیدرولیکی مدل ون گنوختن-معلم برای سه کلاس بافتی مورد استفاده در شبیه سازی

بافت خاک	l	K_s	n	s (cm ⁻¹)	r
شنی	۵/۰	۴۹۵/۰	۶۸/۲	۱۴۵/۰	۰۴۵/۰
لومی	۵/۰	۰۱۷/۰	۵۶/۱	۰۳۶/۰	۰۷۸/۰
رسی	۵/۰	۰۰۱/۰	۰۹/۱	۰۰۸/۰	۰۶۸/۰

سپس برای انجام تحلیل حساسیت نفوذ آب به خاک نسبت به پارامترهای هیدرولیکی خاک (پارامترهای معادله ون گنوختن شامل r و n ، K_s ، l ، s)، برای هر بافت خاک پارامتر مورد نظر ۱ درصد تغییر داده شد در حالی که سایر پارامترها مقدار اولیه خود را داشتند و مدل با این ترکیب پارامتری اجرا شده و داده های نفوذ استخراج شدند. در نهایت میزان حساسیت هر کدام از پارامترها از رابطه (۱) تعیین شد (سیمونک و همکاران، ۱۹۹۹):

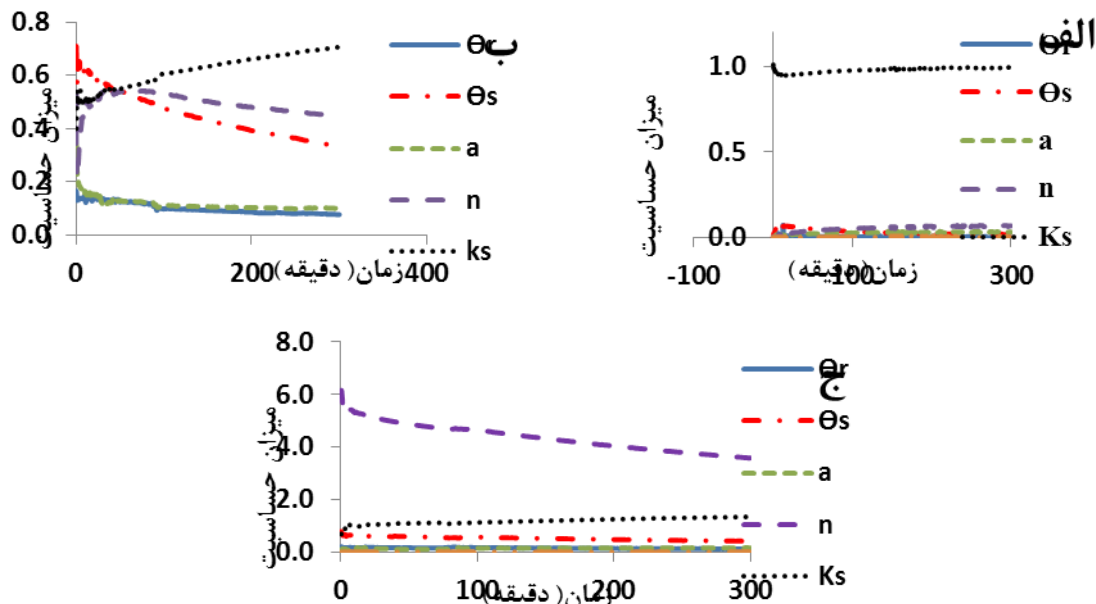
$$s(t, b) = \frac{|Y(b + \Delta b) - Y(b)|}{Y(b)} \quad (1)$$

که در آن $s(t, b)$ ضریب حساسیت یا تغییر نسبی در متغیر Y (نفوذ تجمعی آب در خاک) به ازای یک درصد تغییر در پارامتر b ، زمان، و $b = 0.01b$ است.

نتایج و بحث

در خاک شنی حساس ترین پارامتر در شبیه سازی نفوذ آب به خاک، پارامتر K_s بود و سایر پارامترها از حساسیت بسیار کمتری برخوردار بودند (شکل ۳-الف). در تجزیه و تحلیل حساسیت انجام شده برای خاک لومی، نفوذ تجمعی آب به خاک نسبت به پارامترهای n و K_s ، s حساس بود. در این خاک مانند خاک های شنی و رسی، پارامتر l کمترین میزان حساسیت را داشت (شکل ۳-ب).

نتایج آزمون حساسیت در مورد خاک رسی نشان دهنده حساسیت زیاد نفوذ تجمعی آب به خاک نسبت به پارامتر n می باشد. در این خاک میزان حساسیت نفوذ تجمعی آب به خاک در ازای ۱ درصد تغییر در مقدار اولیه پارامتر n در ابتدای نفوذ برابر با ۶ بوده که با پیشرفت فرایند نفوذ آب به خاک کاهش یافته و به حدود ۷/۳ در انتهای زمان شبیه سازی (۳۰۰ دقیقه) رسید. پس از n ، از نظر حساسیت به ترتیب K_s و s قرار داشتند و کمترین حساسیت برای پارامتر l مشاهده شد (شکل ۳-ج).



شکل ۳- میزان حساسیت نفوذ تجمعی غرقابی آب به خاک نسبت به پارامترهای مدل ون گنوختن در خاک شنی (الف)، خاک لومی (ب) و خاک رسی (ج)

در خاک‌های رسی توزیع اندازه منافذ موجود در خاک از دامنه بسیارگسترده‌ای برخوردار است. از آنجایی که پارامتر n شاخصی از توزیع اندازه‌ای منافذ است، به نظر می‌رسد همین امر عامل حساسیت بالای این پارامتر در این نوع خاک‌ها است. همچنین هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) در خاک‌های شنی بسیار بالاتر از خاک‌های رسی بوده و این امر در جریان‌ات ثقلی آب در حالت اشباع در خاک‌های شنی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. به همین دلیل پارامتر K_s در میزان نفوذ تجمعی غرقابی در این خاک‌ها بسیار موثر است. این نتایج با یافته‌های ماسترز و همکاران (۲۰۰۰) که از مدل‌سازی معکوس برای برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک به کمک داده‌های حاصل از جریان خروجی از زهکش‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی استفاده نمود، شباهت دارد. همچنین عباسی و همکاران (۲۰۰۳) و روچا و همکاران (۲۰۰۶) نتایج مشابهی در رابطه با میزان تاثیر پارامترهای هیدرولیکی خاک بر آب موجود در خاک و نیز میزان انتقال املاح در خاک ارائه نمودند. پژوهش‌های ماویمبلا و ون رنسبرگ (۲۰۱۳) در خاک‌های لایه‌ای نیز نشان‌دهنده اهمیت زیاد پارامترهای K_s و s در میزان آب زهکش شده در این خاک‌ها می‌باشد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، پارامترهای n ، K_s و s نسبت به سایر پارامترهای مدل ون گنوختن-معلم، از اهمیت بیش‌تری در شبیه‌سازی نفوذ آب به خاک در مدل HYDRUS برخوردار بودند. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به حساسیت روش‌های حل معکوس به تعداد پارامترهای ورودی، برای برآورد بهینه پارامترهای مدل ون گنوختن-معلم با استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی اندازه‌گیری شده به کمک استوانه‌های مضاعف، پارامترهای فوق برای بهینه‌سازی استفاده شده و سایر پارامترهای ون گنوختن-معلم (1 و 2) که تاثیر بسیار کمی بر داده‌های نفوذ تجمعی شبیه‌سازی شده دارند، با فرضیاتی به صورت ثابت در نظر گرفته شوند یا به روش‌های دیگر تخمین زده شوند. از آنجایی که از بین پارامترهای حساس شناسایی شده، رطوبت خاک در حالت اشباع (s) دارای مفهوم فیزیکی مشخصی بوده و به صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری است (ریتر و همکاران، ۲۰۰۳)، لذا تعداد پارامترهایی که برای بهینه‌سازی در مدل مورد استفاده قرار خواهند گرفت به دو پارامتر K_s و n قابل کاهش می‌باشد. این روش احتمال دستیابی به پاسخ‌های بهینه با درصد اطمینان بیش‌تر و در زمان کوتاه‌تر توسط مدل HYDRUS را افزایش می‌دهد.

منابع

- عباسی، ف.، ۱۳۸۶. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. ۲۵۰ ص.
 Abbasi F., Jacques D., Simunek J., Feyen J. and van Genuchten M.Th. ۲۰۰۳. Inverse estimation of soil hydraulic and solute transport parameters from transient field experiments: Heterogeneous soil. Trans. ASAE, ۴۶(۴): ۱۰۹۷-۱۱۱۱.



- Dawson R. J., Hall J. W., Sayers P. B., Bates P. D. and Rosu C. ۲۰۰۵ Sampling-based flood risk analysis for fluvial dike systems. "Stochastic Environmental Research and Risk Analysis, ۱۹(۶): ۳۸۸-۴۰۲.
- Fuladipannah M. ۲۰۱۲. Sensitivity analysis of one dimensional hydrodynamic fully coupled model. Middle-East Journal of Scientific Research, ۱۲(۱۱): ۱۴۷۱-۱۴۷۶.
- Hopmans J.W., Simunek J., Romano N. and Durner W. ۲۰۰۲. Simultaneous determination of water transmission and retention properties. Inverse Methods. IN: Methods of Soil Analysis. Part ۴. Physical Methods. (J.H. Dane and G.C. Topp, Eds.). Soil Science Society of America Book Series No. ۵. Pages ۹۶۳-۱۰۰۸
- Inoue M., Simunek J., Hopmans J. W., and Clausnitzer V. ۱۹۹۸. In situ estimation of soil hydraulic functions using a multistep soil-water extraction technique." Water Resour. Res., ۳۴(۵): ۱۰۳۵-۱۰۵۰.
- Mavimbela S. S. W. and van Rensburg L. D. ۲۰۱۳. Estimating hydraulic conductivity of internal drainage for layered soils in situ. Hydrol. Earth Syst. Sci., ۱۷: ۴۳۴۹-۴۳۶۶.
- Rocha, D., F. Abbasi and J. Feyen, ۲۰۰۶. Sensitivity analysis of soil hydraulic properties on subsurface water flow in furrows. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ۱۳۲(۴): ۴۱۸-۴۲۴.
- Schelle H., Iden S.C., Schlüter S., Vogel H. J. and Durner W. ۲۰۱۲. Identification of effective flow processes and properties from virtual soils using inverse modeling. Geophysical Research Abstracts ۱۴.
- Simunek J., Sejna M., and van Genuchten M. Th. ۱۹۹۹. The HYDRUS-۲D software package for simulating the two-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably saturated media, version ۲.۰, IGWMC-TPS-۷۰, International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colo.
- Simunek J., Jacques D., Hopmans J. W., Inoue M., Flury M. and van Genuchten M. Th. ۲۰۰۲. Solute transport during variably-saturated flow-inverse methods. In: J.H. Dane and G. C. Topp (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part ۱, Physical Methods, Chapter ۶.۶, Third edition, SSSA, Madison, WI. Zou Z. Y., Young M. H., Li Z. and Wierenga P.J. ۲۰۰۱. Estimation of depth averaged unsaturated soil hydraulic properties from infiltration experiment. J. Hydrol, ۲۴۲: ۲۶-۴۲.
- Saltelli A., Tarantola S., Campolongo F. and Ratto M. ۲۰۰۴. Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models, Wiley, New York.

Abstract

Sensitivity analysis is an essential aspect of modeling. In this study, sensitivity analysis of cumulative ponding infiltration data has been done using HYDRUS-۲D/۳D and van Genuchten-Mualem hydraulic parameters in three soils of clay, loam and sand. The results showed that saturated hydraulic conductivity (K_s) had the highest effect on modeling of the infiltration data in the sandy soil. In the clay soil, cumulative infiltration was found to be most sensitive to shape parameter of soil water characteristic curve (i.e. n), followed by the K_s . However, other hydraulic parameters had low sensitivity coefficients. In the loamy soil, K_s , n and s had the highest sensitivity coefficients. Thus, it is recommended to employ K_s , n and s for optimization of soil hydraulic parameters using cumulative saturated infiltration data via inverse modeling. Other van Genuchten-Mualem parameters (θ_r , l and r) might be fixed based on some assumptions or can be predicted using other methods.



تعیین کارایی مصرف آب وهیدرومدول آبیاری با استفاده از لایسیمترهای زهکش دار

خداداد ده مرده^۱، نجمه یزدانپناه^۲، غلامعلی کیخا^۱، علیرضا اکبری مقدم^۱، نادر محمدنیا^۱
 ۱- کارشناس ارشد موسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، ۲- استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه آزاد کرمان

چکیده

برای آگاهی از میزان دقیق آب مصرفی گیاه در یک فصل زراعی و نیز دوره رشد، برنامه ریزی در جهت تعیین تبخیر و تعرق و نهایتاً تعیین میزان آب مصرفی گیاه امری ضروری است لذا با استفاده از لایسیمترهای زهکش دار تبخیر و تعرق گیاه مرجع (یونجه) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک بدست آمد به منظور حذف اثرات حاشیه در اطراف لایسیمتر به مساحت ۳۰۰۰ هزار متر مربع (به شعاع تقریبی ۳۰ متر) یونجه کشت گردید. زمانهای آبیاری با استفاده از دستگاه TDR و روابط فیزیکی خاک لایسیمترها و شرایط منطقه و حفظ رطوبت خاک داخل لایسیمترها در حد رطوبت سهل الوصول اعمال شد. مقدار تبخیر و تعرق گیاه یونجه برای دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۷۵/۳۴۲۵ و ۱۲/۳۹۷۷ میلی متر بدست آمد همچنین با استفاده از تعداد چین های برداشت شده و حجم آب داده شده در فصول زراعی، کارایی مصرف آب به ترتیب ۰/۵۵۱ و ۹۶۷۹/۰ کیلو گرم به ازاء هر متر مکعب آب مصرفی بدست آمد مقدار هیدرومدول آبیاری برای طراحی سیستم آبیاری بر اساس حداکثر نیاز آبی گیاه به ترتیب برابر ۰/۱۹/۱ و ۸۳۶/۰ لیتر در ثانیه در هکتار محاسبه شد.

واژه های کلیدی: تبخیر و تعرق پتانسیل، کارایی مصرف آب، لایسیمتر زهکش دار، هیدرومدول آبیاری

مقدمه

برنامه ریزی آبیاری بدون داشتن اطلاعات کافی از تبخیر و تعرق ۳ گیاه مرجع (Et₀) امکان پذیر نمی باشد با برآورد (Et₀) می توان از هزینه های غیر ضروری و آب مازاد جلوگیری کرد یکی از روشهای بسیار دقیق در تعیین (Et₀) استفاده از لایسیمترها می باشد اکثر محققین در مطالعات خود نتایج حاصل از روشهای دیگر را با نتایج لایسیمتری مورد قیاس قرار دادند و روش لایسیمتری را به عنوان روش منبع در نظر گرفتند. همچنین (سهرابی و همکاران، ۱۳۸۴) نتیجه گرفتند که لایسیمترهای وزنی به عنوان یکی از دقیق ترین روشهای اندازه گیری مستقیم تبخیر و تعرق می توانند مورد استفاده قرار گیرند. و نیز علیزاده و همکاران (۱۳۸۵) به منظور بررسی اثرات اصلاح داده های دما بردقت محاسبات تبخیر و تعرق و مقایسه آن با نتایج بدست آمده از لایسیمتر وزنی نتیجه گرفتند که مقادیر تبخیر-تعرق برآوردی با روش پنمن مانیتث را پس از اصلاح دما با تبخیر و تعرق اندازه گیری شده از لایسیمتر اختلاف نا چیز دارد. به گونه ای که مقدار تبخیر و تعرق را فقط ۴ درصد کمتر بر آورد نماید. (ده مرده و همکاران ۱۳۹۰) برای تعیین ضریب طشت تبخیر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک از روابط مختلفی استفاده کردند و نتایج خود را با داده های لایسیمتری مورد قیاس قرار دادند و روش اورنگ را بهترین روش اعلام نمودند. همچنین (رحیمی خوب، ۲۰۰۹) در یک تحقیقی در نوشهر روش طشت را با روش لایسیمتری مورد قیاس قرار دادند و بر اساس نتایج بدست آمده از لایسیمتر یک ضریبی برای طشت تبخیر بدست آوردند و در نهایت رابطه اورنگ را برای بدست آوردن ضریب طشت بهترین روش اعلام نمودند.

مواد و روشها

این آزمایش در سالهای ۸۹-۱۳۸۸ به مدت دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک اجرا بر روی گیاه یونجه به عنوان گیاه مرجع انجام شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان زابل و شمال شهرستان زهک با عرض جغرافیایی ۵۴/۳۰ و طول جغرافیایی ۴۱/۶۱ و با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا واقع شده است. که دارای اقلیم کشاورزی بسیار خشک با تابستان بسیار گرم و زمستان ملایم می باشد. مشخصات آب و خاک و هوای این ایستگاه در جداول ۱ و ۲ آورده شده است

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

B	Cu	mn	Zn	Fe	K	P	%OC	PH	EC (ds/m)	بافت	عمق (cm)	سال (year)
۰/۷/۱	۵۸/۰	۸۶/۴	۲۶/۰	۸۴/۲	۱۰۰	۱۱	۳۴/۰	۲/۸	۳	لومی شنی	۳۰-۰	۸۷-۱۳۸۶
۱	۰/۵/۱	۲/۳	۵۷/۱	۵/۳	۱۱۰	۵/۶	۳۷/۰	۴/۸	۵/۲	لومی شنی	۳۰-۰	۸۸-۱۳۸۷



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

SAR	*Na	Hco ³⁻	Ca ⁺⁺ +mg ⁺⁺	CL	PH	EC (ds/m)
میلی اکی والان در لیتر						
۶۷/۲	۱۱	۱/۵	۳۴	۵/۸	۳/۷	۲

جدول ۳- برخی از داده های هواشناسی مربوط به سال ۱۳۸۷ و سال ۱۳۸۸

Date (year)	دمای هوا TEMPERATURE (C°)		رطوبت نسبی (%) PH		بارندگی RAIN (mm)	سرعت باد SPEED Wine (m/s)		تبخیر EVAP (mm)	ساعات آفتابی sun	دمای زمین Ground (C°)	
	max	min	max	Min		Max	Min			Max	min
۱۳۸۸	۶۲/۳۹	۴۳/۲۴	۵/۲۷	۱۱	۱/۰	۵/۱۲	۵/۴	۱۳/۱۹	۵/۹	۴۲	۲۲
۱۳۸۹	۵/۴۳	۹/۱۶	۳/۵۷	۷/۷	۳۸/۳	۳/۱۸	۰	۸۳/۱۷	۵۳/۱۰	۳۴/۴۲	۹۴/۲ ۲

گیاه یونجه به عنوان گیاه مرجع در لایسیمیتری به مساحت ۲×۵/۱ m² مترمربع و عمق ۲ متر کشت گردید لایسیمیترها از نوع زه کش دار بدون سطح ایستایی می باشد. همچنین برای ایجاد یک محیط طبیعی در اطراف لایسیمیترها در یک شعاع ۲۵ متری نیز گیاه یونجه کشت گردید. فاصله لایسیمیترها از چاهک های تخلیه زه آب ۱۵ متر می باشد. که با یک لوله پلی کا (۱۵ متری) به هم مرتبط شده اند. برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی مربوط به لایسیمیترها در جدول (۴) مشخص می باشد.

جدول ۴- برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک لایسیمیترها

حجم لایسیمیتر	هدایت الکتریکی dS/m	pH	کربن آلی (درصد)	نیتروزن (درصد)	فسفر mg/kg	عمق (cm)	تعمیق
۲×۵/۱×۲	۶/۰	۹/۷	۳۵/۰	۳/۰	۲/۲۶	۴۰-۰	*
۲×۵/۱×۲	۵۷/۰	۸/۷	۴۳/۰	۳/۰	۲/۲۰	۸۰-۴۰	
۲×۵/۱×۲	۴۷/۰	۸	۳۵/۰	۳/۰	۲/۱۸	۱۲۰-۸۰	

میزان تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (یونجه) در نهایت با استفاده از رابطه زیر برای دوره زمانی معین مشخص و تعیین گردید (Utset A, ۲۰۰۷).

$$\Delta M + Et_0 = I + P + D \quad (1)$$

که در آن I: میزان بارندگی بر حسب میلیمتر P: میزان عمق آبیاری بر حسب میلی متر m : تغییرات رطوبت در طول مدت بیلان بر حسب میلی متر D: میزان آب زه کشی شده ETo: تبخیر و تعرق گیاه مرجع بر حسب میلی متر در طول مدت آبیاری آب ورودی بوسیله کنتور یک اینچ اندازه گیری شد. بعد از آبیاری و تا فاصله زمانی آبیاری بعدی مقدار زهاب با ظرف مدرج بر حسب لیتر اندازه گیری شد. سپس با توجه به مساحت لایسیمیتر ۲×۵/۱ m² مقادیر حاصل به عمق معادل تبدیل گردید.

تعیین تبخیر و تعرق با استفاده از بیلان آب در یک حجم کنترل شده خاک استفاده از لایسیمیتر بر اساس استفاده از اصل بیلان جرمی در یک حجم کنترل شده از خاک که در آن m : تغییرات رطوبت در حجم کنترل شده خاک در طی یک دوره زمانی مشخص Drz عمق توسعه ریشه گیاه fc : رطوبت حجمی خاک در حد ظرفیت زراعی بر حسب درصد، i : رطوبت حجمی خاک در انتهای دوره مورد نظر بر حسب درصد و همچنین تطبیق شرایط لایسیمیترها از نظر هیدرولوژی به دلیل اینکه لایسیمیترها خود بخش مجزا شده و کنترل شده ای از خاک بوده و به راحتی امکان اعمال معادله (۱) در آنها وجود دارد. تخلخل کل خاک از رابطه (۲) بدست آمد

$$\Delta m = Drz(\theta_{fc} - \theta_i) \quad (2)$$

$$n = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}\right) * 100$$

ρ_b : وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب ρ_p : وزن مخصوص حقیقی خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب، α و β ورودی بوسیله کنتور یک اینچ اندازه گیری شد. بعد از آبیاری و تا فاصله زمانی آبیاری بعدی مقدار زهاب با ظرف مدرج بر حسب لیتر اندازه گیری شد. سپس با توجه به مساحت لایسیمتر $5/10^2 = 3 \text{ m}^2$ مقادیر حاصل به عمق معادل تبدیل گردید کاهش رطوبت روزانه با استفاده از دستگاه TDR مدل (Trime) اندازه گیری شد و پس از اتمام رطوبت سهل الوصول آبیاری انجام گرفت. عمق آب آبیاری در هر مرحله با استفاده از پارامترهای فیزیکی خاک از فرمول (۲) محاسبه شد و از طریق کنتور حجمی به هریک از لایسیمترها به طوری که بین ۵ تا ۱۰ درصد زه آب داشته باشد اعمال گردید.

$$(4) \quad d = \frac{(n - \theta_i) \rho_b * D}{100}$$

F درصد وزن رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی i: میزان درصد وزن رطوبت خاک قبل از آبیاری n: رطوبت حجمی خاک در حد اشباع یا تخلخل کل خاک و D: عمق ریشه گیاه بر حسب میلی متر، عمق ریشه گیاه یونجه را در نشریه شماره ۳۳ از سری نشریات آبیاری و زه کشی فائوچاپ ۱۳۷۹/۱۰/۲۰ ص ۹۶، حداکثر ۳ متر عنوان کرده اند که برای سال اول و دوم حداقل می باشد لذا برای محاسبه میزان عمق آب آبیاری بطور متوسط عمق ریشه برای معادله فوق ۸۰ سانتی متر لحاظ شده است. ρ_b وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۱/۴ تا ۵/۱ را بدست آمده برای قرار گرفتن در رابطه فوق ۴۵/۱ منظور شده است. بین داده های هفتگی و ماه

هانه در نهایت بارسم نتایج در رگرسیون مطابق مدل خطی $ETi_{1388} = a + bETi_{1389}$ مناسب بودن عملکرد بکار گرفته شده ارزیابی گردید. نزدیک بودن ضریب a (عرض از مبدا) به صفر و ضریب b (شیب خط) به یک نشان دهنده مطلوبیت مدل است. (ایرمارک، ۲۰۰۳) همچنین بعضی از محققان از جمله نعمت پور و همکاران (۱۳۸۹)، برای ارزیابی روشهای مورد بررسی از ضریب رگرسیون، شیب خط و عرض از مبدا استفاده کردند. و نتیجه گرفتند که شیب کمتر و عرض از مبدا بیشتر نشان دهنده مطلوبیت روش می باشد. هیدرومدول آبیاری: برای تعیین هیدرومدول آبیاری حجم آب داده شده به لایسیمتر را بر حسب لیتر بر ثانیه در هکتار تبدیل کردیم (شهابی فر، ۱۳۸۶) کارایی مصرف آب: جهت تعیین کارایی مصرف آب از رابطه زیر استفاده گردید. سرمدنیا و کوچکی (۱۳۶۸) (حجم آب (متر مکعب)/ عملکرد علوفه تر (کیلوگرم)) = کارایی مصرف آب (کیلو گرم بر متر مکعب)، منظور از کارایی مصرف آب، مقدار ماده خشک (محصول اقتصادی یا بیولوژیکی) تولیدی به ازاء هر واحد آب مصرفی می باشد و معمولاً بر حسب کیلو گرم ماده خشک بر متر مکعب آب بیان می شود سیروس مهر و همکاران (۱۳۸۵)

نتایج

میزان تبخیر و تعرق به صورت ماه هانه و هفتگی توسط لایسیمترهای زهکش دار تعیین شد که شکل (۱) برای دوسال به صورت جداگانه نشان می دهد مجموع تبخیر و تعرق برای سال اول اجرای آزمایش ۷۵۵/۳۴۲۵ میلیمتر که حداکثر و حداقل نیاز آبی به ترتیب در ماه های مرداد و دی بود که برابر با ۳/۵۰۲ و ۲/۳۲ میلیمتر می باشد و برای سال دوم اجرا طرح ۱۲/۳۹۷۷ میلیمتر که حدود ۱۴ درصد بیشتر از سال اول است و حداکثر و حداقل نیاز آبی به ترتیب در ماههای مرداد و بهمن بوده که برابر ۵/۵۷۳ و ۵/۵۷ میلیمتر می باشد علت بالا بودن نیاز آبی گیاه یونجه در سال دوم افزایش پارامترهای موثر هواشناسی در فاکتور تبخیر از قبیل افزایش دما و سرعت باد می باشد.

شکل ۱- تبخیر و تعرق ماهانه بدست آمده از لایسیمتر شکل ۲- تبخیر و تعرق هفتگی حاصل از لایسیمتر

همانطور که مشاهده می شود مقدار تبخیر و تعرق اندازه گیری شده با لایسیمتر در منطقه سیستان در طول سال تقریباً ۴۳۵/۳۷۰۱ میلیمتر است که رقم زیادی محسوب می شود زیاد بودن درجه حرارت هوا، وزش بادهای ۱۲۰ روزه و بادهای محلی دیگر و کم بودن رطوبت نسبی هوا، از جمله عوامل مهمی هستند که باعث زیاد شدن تبخیر و تعرق در منطقه می شود.

شکل ۳- تبخیر و تعرق ماهانه حاصل از لایسیمتر

شکل های (۲) و (۳) نشان می دهند که ضریب رگرسیونی بین دوسال برای داده های هفتگی و ماهانه به ترتیب ۷۶/۰ و ۹۱/۰ بدست آمد مقدار عرض از مبدا ۱۱۱۵/۱ و شیب خط ۰۳۸۳/۱ برای داده های هفتگی و عرض از مبدا و شیب خط برای داده های ماهانه به ترتیب صفر و ۲۱۵۲/۱ می باشد شیب کمتر و عرض از مبدا بیشتر نشان دهنده مطلوبیت مورد است با این ارزیابی مشخص می شود که بازه زمانی ماهانه یادداشت برداری داده ها عملکرد بهتری را نسبت به بازه زمانی هفتگی نشان می دهد زیرا بعضاً ممکن است فاصله آبیاری ها (دور آبیاری) بیشتر از هفت روز باشد لذا محاسبات پیک ماه هانه نیاز آبی کارآمدتر خواهد بود.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

Rahimain (۱۹۹۸) گزارش نمود هر عاملی که تبخیر و تعرق را کاهش دهد کارایی مصرف آب را بالا می برد. شرایط آب و هوایی نسبتاً مساعد، ثبات دمایی مناسب در طی فصل رشد در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال زراعی ۱۳۸۹ سبب گردید تا منابع و نهاده ها به شکل بهینه ای مورد استفاده گیاه واقع گردد و کارایی مصرف آب در سال اول به طور قابل توجهی بیشتر از سال دوم باشد.

جدول ۶- حجم آب داده شده به لایسیمتر و مقدار عملکرد علوفه خشک در ماه سال ۱۳۸۹

ماه	۱۳۸۸			۱۳۸۹		
	حجم آب (متر مکعب)	عملکرد (کیلو گرم)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	حجم آب (متر مکعب)	عملکرد (کیلو گرم)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
متوسط	۶۴/۸۳۳	۸۸۰/۰	۰۵۵/۱	۲/۲۵۹	۲۹۵۹/۰	۹۶۷۹/۰

جدول ۷- حجم آب داده شده و هیدرومدول آبیاری

ماه	سال ۱۳۸۹		سال ۱۳۸۸	
	حجم آب داده شده در سطح (لایسیمتر (لیتر))	هیدرومدول آبیاری (لیتر در ثانیه در هکتار)	حجم آب داده شده در سطح (لایسیمتر (لیتر))	هیدرومدول آبیاری (لیتر در ثانیه در هکتار)
متوسط	۶۴/۸۳۳	۰۱۹/۱	۲/۲۵۹	۸۳۶/۰

منابع

- ده مرده، خ. نشاط، ع. یزدان پناه، ن. پیری، ج. ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تبخیر و تعرق برآورده شده از طشت تبخیر با مقادیر ET₀ لایسیمتر در منطقه سیستان. یازدهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر کرمان. ۱۸ الی ۲۰ بهمن ماه.
- سرمندیا، غ. ح و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ص ۴۶۵.
- سهرابی، ت. ابراهیمی، ع. رحیمی، ح. خلیلی، ح. ۱۳۸۴. طراحی، ساخت و نصب لایسیمتر وزنی به منظور تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم شماره دوم. خرداد-تیر.
- سیروس مهر، ع. ل. شکبیا، م. ر. الیاری، ه. تورچی، م. دباغ محمدی نسب، ع. نظیر زاده، ع. عمیدی، ن. ۱۳۸۵ اثر رژیمهای مختلف آبیاری و تراکم بوته بر برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم کلزا بهاره. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. تهران. دانشگاه تهران.
- شریفان، ح. قهرمان، ب. علیزاده، الف. میرلطیفی، م. ۱۳۸۴. ارزیابی روش های مختلف تشعشعی و رطوبتی جهت بر آورد تبخیر- تعرق مرجع و اثرات خشکی هوا بر آن در استان گلستان. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۹. شماره ۲.
- شهبابی فر، م. عصار، م. کوچک زاده، م. و میرلطیفی، م. ۱۳۸۶. ارزیابی برخی از روشهای محاسباتی تبخیر و تعرق گیاه مرجع چمن با استفاده از داده های لایسیمتری در شرایط گلخانه. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ب. جلد ۲۴. شماره ۱. صفحات ۱۳ تا ۱۹.
- نجفی، پ. ۱۳۸۵. کاربرد حالت های هارگریوز - سامانی و جنسن - هیز در ارزیابی تبخیر- تعرق گیاه مرجع یونجه در اصفهان. مجله دانش نوین کشاورزی. سال دوم. شماره ۵. زمستان.
- هاشمی نیا، م. ۱۳۷۸. تبخیر، تبخیر- تعرق و داده های اقلیمی (ترجمه)، نشر آموزش کشاورزی، ۲۵۸ ص.
- Allen, R. G., Perrier, L. S., Raes, D. and Smith, M. (۱۹۹۸). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage. Paper No. ۵۶. Rome Italy: United Nations FAO.
- Fathi, P. , and kochak zadeh , M. ۲۰۰۴. Estimate of greenhouse cucumber Transpiration by artificial neural networks. Journal of soil and water Science , ۱۸:۲.۲۱۳-۲۲۰ (In Persian).
- Rahimi Koob A , (۲۰۰۸). Comparative study of Hargreave ss and artificial neural network ks methodologies in estimating reference evapotranspiration in a semiarid environment. Irrigation Science ۲۶:۲۵۳-۲۵۹.
- Utset A., Velicia H., Rio, B.D. and Morillo, R. ۲۰۰۷. Calibrating and validation an agro hydrological model to simulate sugar beet water use under Mediterranean. Agricultural water management. ۹۴ (۱-۳): ۱۱-۲۱.
- Zanetti , S.S. , Sousa , E . F ., Oliveira , V.P.S., Almeida , F.T., and Bernards , S. ۲۰۰۷. Estimating evapotranspiration using artificial neural network and minimum climatological data .J. of Irrig. Drain . Eng . ASCE . ۱۳۳:۲.۸۳-۸۹.

Abstract

Knowing the exact amount of water consumed for plant and grow crops in a season Planning in order to determine evapotranspiration and finally "determine the amount of water consumed plants is essential. Therefore, using the reference crop evapotranspiration with lysimeter drainage (alfalfa) in agricultural research stations were Zahak order to eliminate border effects around the lysimeter area of ۳۰۰۰ square meters (approx. ۳۰ m radius)



were cultured alfalfa Watering times using TDR and Physical relations of lysimeter soil and soil moisture conditions and to maintain the humidity level inside the lysimeter was Alfalfa crop evapotranspiration for the two years ۱۳۸۸ and ۱۳۸۹ equal to ۳۴۲۵.۷۵ and ۳۹۷۷.۱۲ mm, respectively also with the number of creases harvested and the volume of water given in the seasonal crop water use efficiency, respectively, ۱.۰۵۵ and ۰.۹۶۷۹ kg per m³ of irrigation water was Hydrvm dvl value for the maximum crop water requirement of irrigation systems respectively ۱.۰۱۹ and ۰.۸۳۶ liters per second per hectare were calculated.



برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک با استفاده از داده‌های نفوذسنج استوانه‌های-مضاعف به روش حل معکوس

پریسا مشایخی^۱، شجاع قربانی دشتکی^۲، محمدرضا مصدقی^۳ و حسین شیرانی^۴
۱- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر رفسنجان

چکیده

در پژوهش حاضر برای برآورد پارامترهای هیدرولیکی مدل ون گنوختن با استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی غرقابی به دست آمده از استوانه‌های مضاعف، شرایط آزمایش نفوذ آب به خاک در محیط نرم‌افزار HYDRUS-2D/3D شبیه‌سازی و داده‌های نفوذ تجمعی به روش حل مستقیم استخراج شدند. سپس از این داده‌ها برای بهینه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی خاک به روش حل معکوس استفاده شد. دو سناریو برای حل معکوس معادله جریان آب در خاک و برآورد پارامترهای هیدرولیکی خاک در نظر گرفته شد: (۱) استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی به تنهایی و (۲) استفاده از مقادیر گنجایش مزرعه (FC) و رطوبت پژمردگی (PWP) به همراه داده‌های نفوذ. سپس از چندین شاخص آماری مختلف برای تشخیص بهترین سناریو استفاده شد. نتایج نشان داد که با روش حل معکوس می‌توان پارامترهای هیدرولیکی خاک را با استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی حاصل از استوانه‌های مضاعف برآورد کرد، اما استفاده از داده‌های FC و PWP باعث کاهش چشم‌گیر خطا در برآورد بهینه این پارامترها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای هیدرولیکی خاک، مدل‌سازی معکوس، نفوذ، HYDRUS

مقدمه

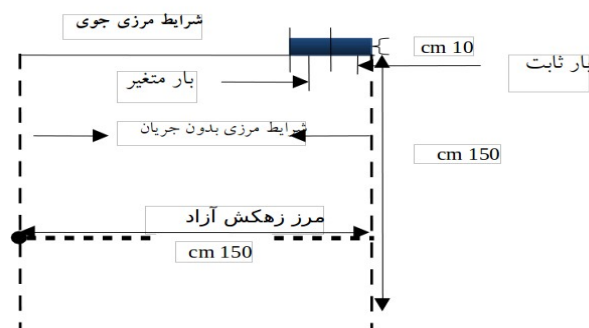
ویژگی‌های هیدرولیکی (منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی) از مهم‌ترین مشخصه‌های خاک می‌باشند. از جمله موارد استفاده از ویژگی‌های هیدرولیکی خاک می‌توان به کاربرد در طراحی سیستم‌های آبیاری و زهکشی، مسائل هیدرولوژی، مسائل فیزیک خاک و موارد متعدد دیگر اشاره نمود. این ویژگی‌ها به کمک روش‌های مستقیم و غیرمستقیم متفاوتی قابل اندازه‌گیری یا تخمین هستند. انجام روش‌های مستقیم، هزینه‌بر و زمان‌بر بوده و نیازمند کار زیاد می‌باشد. افزون بر این، به دلیل تغییرپذیری مکانی و زمانی زیاد این ویژگی‌ها، تعداد نمونه‌های زیادی برای توصیف دقیق آنها در شرایط مزرعه نیاز است (Schelle et al., 2012). بنابراین طی ۴۰ سال گذشته، روش‌های غیرمستقیم مختلفی برای برآورد این ویژگی‌ها ارائه شده است که یکی از آنها روش حل معکوس است. نتایج پژوهش‌ها، کارایی زیاد این روش را در برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در آزمایش‌های مختلف جریان‌های ورودی و خروجی از ستون خاک، و در شرایط آزمایشگاهی و میدانی نشان می‌دهند (Simunek et al., 2002). در این روش، ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک از طریق حل عددی مکرر معادلات جریان گذرا، به صورت غیرمستقیم برآورد می‌شوند (Hopmans et al., 2002). مدل‌سازی معکوس، فرآیندی است که در آن به طور متوالی پارامترها به طریقی تعدیل و تنظیم می‌شوند که مدل با دقت مناسب و قابل قبولی قادر به تخمین پاسخ سیستم مورد بررسی در دوره زمانی مشخص باشد. مدل‌سازی معکوس معمولاً شامل تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک با استفاده از حل عددی مکرر معادله‌ی ریچاردز می‌باشد. معادله ریچاردز یک معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی برای توصیف پویایی آب در خاک در مدل‌سازی جریان اشباع و غیراشباع در محیط‌های متخلخل است که با توجه به ماهیت غیرخطی معادله، معمولاً نمی‌توان آن را به صورت تحلیلی حل نمود و باید با استفاده از روش‌های عددی حل شود (Tiago et al., 2006). نرم‌افزار هیدروس (HYDRUS) یک برنامه پیشرفته تحت ویندوز برای تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی حرکت آب، املاح و گرما در خاک بوده و قادر به برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک و یا پارامترهای انتقال املاح به روش حل معکوس می‌باشد، که توسط Simunek et al. (1999) در آزمایشگاه شوری خاک ایالات متحده بسط داده شده است. نرم‌افزار HYDRUS از جمله نرم‌افزارهای پیشرفته در ارتباط با حرکت آب، املاح و گرما در خاک در حالت‌های یک، دو و سه بعدی می‌باشد. این برنامه به کاربر اجازه می‌دهد تا طیف گسترده‌ای از رژیم‌های آبیاری و شرایط مرزی مختلف را شبیه‌سازی کرده و پارامترهای مختلف هیدرولیکی و انتقال املاح را با دقت خوبی برآورد نماید (Roberts et al., 2009). این برنامه قادر به شبیه‌سازی جریان آب در شرایط اشباع و غیراشباع بوده و توانایی تخمین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به روش معکوس را دارد. در این نرم‌افزار، معادله‌های حرکت آب در خاک (ریچاردز)، انتقال-انتشار املاح و انتقال گرما به کمک تکنیک‌های تفاضل و اجزای محدود خطی نوع کرنک-نیکلسون و گالریین حل شده و از روش لونبرگ-مارکواردت برای بهینه‌سازی پارامترها استفاده می‌کند (Simunek et al., 1999). این نرم‌افزار در بسیاری از پژوهش‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی برای بهینه‌سازی و برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به روش حل معکوس مورد استفاده قرار گرفته و نتایج آن نسبتاً رضایت‌بخش بوده است (Simunek et al., 2007; Lai and Ren, 2010; Simunek et al., 2002).

پژوهش‌های متفاوتی که در مورد شبیه‌سازی حرکت آب در خاک به کمک روش‌های حل معکوس انجام شده است نشان می‌دهند که استفاده از چندین مجموعه داده‌های اندازه‌گیری شده مانند پتانسیل ماتریک، میزان رطوبت خاک، نفوذ تجمعی و به جای یک مجموعه به تنهایی برای هم‌گرا شدن مدل‌سازی و کمینه‌شدن تابع هدف در روش‌های عددی معکوس، و نیز دست‌یابی به پارامترهای بهینه با ضرایب اطمینان زیاد، لازم است.

تاکنون پژوهش‌های متعددی برای برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک از طریق داده‌های به‌دست‌آمده از نفوذسنج دیسکی (مکشی) (Tension/Disk infiltrometer) (Raof and Pilpayeh, ۲۰۱۱ و Simunek et al, ۱۹۹۸) و نفوذسنج مخروطی (Cone permeameter) (Kodesova, ۲۰۰۳; Vanclouster, ۲۰۰۷ et al) به روش حل معکوس ارائه شده است. اما در رابطه با استفاده از داده‌های نفوذسنج‌های استوانه-مضاعف در تخمین پارامترهای هیدرولیکی خاک پژوهش‌های چندانی انجام نگرفته است. نفوذسنج‌های استوانه-مضاعف (Double ring infiltrometers) در بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده در سال‌های اخیر، به عنوان یک ابزار استاندارد برای آزمایش‌های نفوذ آب به خاک و اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع، استفاده شده است (Lai and Ren, ۲۰۱۰ و Iwanek, ۲۰۰۸). هم‌چنین در بسیاری از پژوهش‌های تفصیلی خاک‌شناسی صورت گرفته در بسیاری از مناطق کشور از نفوذسنج‌های استوانه-مضاعف برای اندازه‌گیری نفوذ آب و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک استفاده شده است. بنابراین در این پژوهش سعی بر آن است تا با استفاده از این اطلاعات و با به کارگیری روش حل معکوس، میزان کارایی استفاده از داده‌های به دست آمده از نفوذسنج‌های استوانه-مضاعف در شبیه‌سازی حرکت آب در خاک و تخمین بهینه پارامترهای هیدرولیکی خاک مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش ابتدا شرایط انجام آزمایش نفوذ آب به خاک از طریق نفوذسنج استوانه‌های مضاعف در محیط مدل HYDRUS-2D/3D برای یک نمونه خاک فرضی با بافت لومی، پیاده‌سازی شد. شکل ۱ نشان‌دهنده شرایط مرزی تعریف‌شده در طراحی آزمایش نفوذ به کمک استوانه‌های مضاعف می‌باشد.

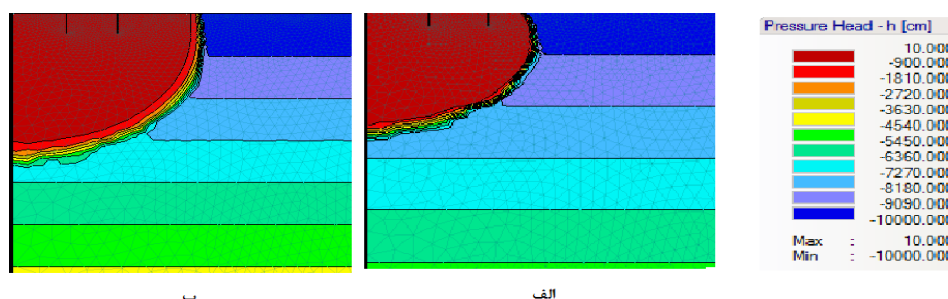


شکل ۱- ابعاد و شرایط مرزی تعریف شده برای شبیه‌سازی در مدل HYDRUS 2D/3D

در این شبیه‌سازی، مدل ون‌گنوختن-معلم با فرض $m=1-1/n$ به عنوان مدل هیدرولیکی خاک برای حل مساله انتخاب شد. پارامترهای هیدرولیکی این خاک فرضی بر اساس توابع انتقالی کلاسی موجود در خود برنامه HYDRUS به صورت زیر تعریف شد: رطوبت باقی‌مانده $(r) = 0.089 / (cm^3 - cm^3)^0$ ، رطوبت اشباع خاک $(s) = 0.430 / (cm^3 - cm^3)^0$ ، پارامتر $1/0 = (cm - 1)$ ، پارامتر $n = 23/1$ ، هدایت هیدرولیکی اشباع $(Ks) = (cm \min^{-1}) = 0.01/0$ و $l = 5/0$. ارتفاع سطح آب در داخل استوانه‌ها برابر ۱۰ سانتی‌متر و زمان نهایی نفوذ برابر ۳۰۰ دقیقه در نظر گرفته شد. برای دیواره استوانه‌ها شرایط بدون جریان و برای مرز پایینی (عمق خاک) زهکشی آزاد تعریف شد. هم‌چنین شرایط اولیه برای شبیه‌سازی حرکت آب در خاک، بر اساس پتانسیل ماتریک تعریف شد. بدین ترتیب که با فرض خشک بودن خاک در سطح، پتانسیل ماتریک در سطح خاک برابر با -10000 سانتی‌متر در نظر گرفته شد که به صورت خطی با عمق تا مقدار -4000 در عمق 150 کاهش یافت. در ادامه داده‌های نفوذ تجمعی با این شرایط مرزی و ابتدایی تعریف‌شده، به کمک حل عددی مستقیم، توسط نرم‌افزار استخراج شدند. سپس از این داده‌ها برای برآورد مقادیر بهینه پارامترهای مدل ون‌گنوختن-معلم (r, s, Ks, n) به روش حل عددی معکوس استفاده شد. برای حل معکوس در مدل HYDRUS-2D/3D شرایط مرزی و ابتدایی و زمان نهایی نفوذ دقیقاً مانند قبل بود. برای بهینه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی خاک دو سناریو در نظر گرفته شد: ۱- استفاده از داده‌های نفوذ و ۲- استفاده از مقادیر گنجایش مزرعه (FC) و رطوبت پژمردگی (PWP) به همراه داده‌های نفوذ به عنوان ورودی مدل. در پایان از شاخص‌های آماری ضریب تبیین (R^2)، خطای استاندارد (SE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین مربعات خطا (MSE)، مجموع مربعات خطا (SSE)، شاخص آکائیکه (AIC) و شاخص آکائیکه تصحیح‌شده (AICc) برای تشخیص بهترین سناریو جهت تخمین بهینه پارامترهای هیدرولیکی خاک استفاده شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ نیم‌رخ پتانسیل ماتریک در حین نفوذ غرقابی (آزمایش استوانه‌های مضاعف) در زمان ۳۰۰ دقیقه (پایان آزمایش نفوذ) که توسط نرم‌افزار HYDRUS شبیه‌سازی شده است را در دو حالت: الف) با استفاده از داده‌های ورودی نفوذ تجمعی به همراه اطلاعات مربوط به FC و PWP و ب) داده‌های ورودی نفوذ تجمعی به تنهایی، نشان می‌دهد.



شکل ۱ - شبیه‌سازی نیم‌رخ پتانسیل ماتریک در حین نفوذ غرقابی آب به خاک در زمان ۳۰۰ دقیقه (پایان آزمایش نفوذ) در دو حالت: الف) با استفاده از داده‌های ورودی نفوذ تجمعی به همراه FC و PWP و ب) داده‌های ورودی نفوذ تجمعی به تنهایی توسط مدل HYDRUS

مقادیر بهینه‌شده پارامترهای هیدرولیکی خاک (r ، s ، K_s ، n) برای دو سناریوی تعریف‌شده، در جدول ۱ ارائه شده است. دیده می‌شود که تفاوت قابل توجهی بین مقادیر بهینه‌شده پارامترهای هیدرولیکی خاک در دو سناریو وجود دارد.

جدول ۱ - مقادیر اولیه و بهینه‌شده پارامترهای هیدرولیکی خاک به روش حل معکوس در مدل HYDRUS

K_s	n	s	r	
۰۰۱/۰	۲۳/۱	۱/۰	۴۳/۰	۰۸۹/۰
۰۱۶/۰ (۰۱۷/۰-۰۱۵/۰)	۷۲/۱ (۸۰/۱-) (۶۳/۱)	۰۲۸/۰ (۰۳۱/۰-۰۲۵/۰)	۴۱/۰ (۴۳/۰-) (۳۹/۰)	۱۰۰/۰ (۱۱/۰-) (۰۸۹/۰)
۰۱۷/۰ (۰۱۷۴/۰-) (۰۱۷۱/۰)	۴۸/۱ (۴۹/۱-) (۴۷/۱)	۰۲۵/۰ (۰۲۶/۰-۰۲۴/۰)	۳۹/۰ (۴۰/۰-) (۳۹/۰)	۰۶۱/۰ (۰۶۱/۰-) (۰۶/۰)

* فواصل اطمینان ۹۵%

در پایان برای تعیین بهترین سناریوی حل معکوس جهت برآورد بهینه پارامترهای هیدرولیکی مدل ون گنوختن-معلم از شاخص‌های آماری مانند ضریب تبیین (R^2)، خطای استاندارد (SE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین مربعات خطا (MSE)، مجموع مربعات خطا (SSE)، شاخص آکائیکه (AIC) و شاخص آکائیکه تصحیح‌شده (AICc) مربوط به داده‌های نفوذ تجمعی ورودی مورد استفاده و داده‌های نفوذ تجمعی شبیه‌سازی شده، استفاده شد. نتایج حاصل از این شاخص‌های آماری در جدول ۲ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، شاخص آماری R^2 شاخص مناسبی برای تشخیص بهترین سناریوی شبیه‌سازی حرکت آب در خاک جهت برآورد بهینه پارامترهای هیدرولیکی خاک به روش معکوس نبوده است. اما استفاده از اطلاعات مربوط به نقاط FC و PWP به عنوان ورودی سبب کاهش میزان سایر شاخص‌های آماری مورد استفاده در این پژوهش شد (جدول ۲).

جدول ۲ - شاخص‌های آماری مختلف برای تعیین بهترین سناریو در بهینه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی خاک

AICc	AIC	SSE	MSE	RMSE	R^2	
۸۵/۱۰۸	۲۳/۱۰۴	۰۶/۴۳۴۳	۹۲/۳۶۱	۹۸/۱۵	۹۹/۰	حل معکوس با استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی
۲۴/۸۵	۶۳/۸۰	۲۲/۱۰۸۳	۲۷/۹۷	۹۸/۷	۹۹/۰	حل معکوس با استفاده از داده‌های نفوذ تجمعی + PWP + FC



سیمونک و ون گنوختن (۱۹۹۶) با هدف تخمین پارامترهای هیدرولیکی خاک با استفاده از داده‌های نفوذسنج مکشی به این نتیجه رسیدند که استفاده از اطلاعات بیش‌تر مانند پتانسیل ماتریک و یا میزان رطوبت خاک در کنار داده‌های نفوذ تجمعی برای برآورد بهینه پارامترها لازم است. تاثیر استفاده از اطلاعات بیش‌تر در کنار داده‌های اندازه‌گیری شده نفوذ در بهبود نتایج بهینه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی خاک به روش‌های حل معکوس توسط پژوهش‌گران دیگری از جمله ریترو و همکاران (۲۰۰۴) نیز ارائه شده است.

بنابراین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های FC و PWP به همراه داده‌های نفوذ تجمعی در شبیه‌سازی حرکت آب در خاک به روش معکوس باعث می‌شود که پارامترهای هیدرولیکی مدل ون گنوختن با دقت و ضریب اطمینان بیش‌تری برآورد شود.

منابع

- Hopmans, J.W., J. Simunek, N. Romano, and W. Durner. ۲۰۰۲. Simultaneous determination of water transmission and retention properties. Inverse Methods. IN: Methods of Soil Analysis. Part ۴. Physical Methods. (J.H. Dane and G.C. Topp, Eds.). Soil Science Society of America Book Series No. ۵. Pages ۹۶۳-۱۰۰۸
- Iwanek M. ۲۰۰۸. A method for measuring saturated hydraulic conductivity in anisotropic soils. Soil Science Society American Journal ۷۲: ۱۵۲۷-۱۵۳۱.
- Kodesova R. ۲۰۰۳. Determination of Hydraulic Properties of Unsaturated Soil via Inverse Modeling. Lecture given at the College on Soil Physics Trieste, ۳-۲۱ March ۲۰۰۳.
- Lai J., Luo Y. and Ren L. ۲۰۱۰. Buffer index effects on hydraulic conductivity measurements using numerical simulations of double-ring infiltration. Soil Science Society of America Journal, ۷۴: ۱۵۲۶-۱۵۳۶.
- Roberts T., Lazarovitch N., Warrick A. W. and Thompson T. L. ۲۰۰۹. Modeling salt accumulation with subsurface drip irrigation using HYDRUS-۲D. Soil Science Society of America Journal, ۷۳: ۲۳۳-۲۴۰.
- Raouf M. and Pilpayeh A. ۲۰۱۱. Estimating unsaturated soil hydraulic properties in sloping lands by numerical inversion. Journal of Food, Agriculture & Environment, ۹(۳&۴): ۱۰۶۷-۱۰۷۰.
- Ritter A., Hupet F., Carpena R. M., Lambot S. and Van Clooster M. ۲۰۰۳. Using inverse methods for estimating soil hydraulic properties from field data as an alternative to direct methods. Agricultural Water Management, ۵۹: ۷۷-۹۶.
- Schelle H., Iden S.C., Schlüter S., Vogel H. J. and Durner W. ۲۰۱۲. Identification of effective flow processes and properties from virtual soils using inverse modeling. Geophysical Research Abstracts ۱۴.
- im nek J. and van Genuchten M. Th. ۱۹۹۶. Estimating unsaturated soil hydraulic properties from tension disc infiltrometer data by numerical inversion. Water Resources Research, ۳۲(۹): ۲۶۸۳-۲۶۹۶.
- im nek J., Wang D., Shouse P. J. and van Genuchten M. Th. ۱۹۹۸. Analysis of a field tension disc infiltrometer experiment by parameter estimation. International Agrophysics, ۱۲: ۱۶۷-۱۸۰.
- im nek J., ejna M. and van Genuchten M. Th. ۱۹۹۹. HYDRUS-۲D software for simulating water flow and solute transport in two-dimensional variably saturated media. Version ۲.۰. Int. Ground Water Model. Ctr., Colorado School of Mines, Golden.
- imunek J., Jacques D., Hopmans J. W., Inoue M., Flury M. and van Genuchten M. Th. ۲۰۰۲. Solute transport during variably-saturated flow-inverse methods. In: J.H. Dane and G. C. Topp (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part ۱, Physical Methods, Chapter ۶.۶, Third edition, Soil Science Society of America: Home, Madison, WI.
- im nek J., ejna M. and van Genuchten M. Th. ۲۰۰۷. The HYDRUS software package for simulating two- and three-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media. User manual. Version ۱.۰. PC Progress, Prague, Czech Republic.
- Tiago B., Ramos M. C., Goncalves J. C. M., Van Genuchten M. T. and Pires F. P. ۲۰۰۶. Estimation of soil hydraulic properties from numerical inversion of tension disk infiltrometer data. Vadose Zone J., ۵(۲): ۶۸۴-۶۹۶.
- Vanclouster M., Javaux M. and Lambot S. ۲۰۰۷. Recent advances in characterizing flow and transport in unsaturated soil at the core and field. Estudios de la Zona No Saturada del Suelo, ۳: ۱۹-۳۵



Abstract

In this study, HYDRUS-2D/3D was used to simulate ponding water infiltration by double-ring infiltrometer for estimation of soil hydraulic parameters of van Genuchten function. The infiltration data were generated by direct method in HYDRUS-2D/3D and then were used for parameters optimization through inverse solution method. Two scenarios were considered for simulation of water movement in the soil via inverse modeling: ۱) Only using infiltration data, and ۲) Using infiltration data plus field capacity (FC) and permanent wilting point (PWP) as input. Some statistical criteria were used to determine the best scenario. Results showed that soil hydraulic parameters can be estimated from double-ring infiltration data by inverse modeling, but including additional data (i.e. FC and PWP) significantly reduced the errors in estimating the soil hydraulic parameters.



اثر تغییر کاربری زمین و چرای دام بر مقاومت برشی و پایداری ساختمان خاک در منطقه توپسرکان

اسماعیل مومیوند^۱، محمدرضا مصدقی^۲، شمس الله ابوبی^۳، مهدی قیصری^۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این پژوهش اثر تغییر کاربری زمین و چرای دام بر مقاومت برشی و پایداری ساختمان خاک در منطقه خرمرود و قلقلرود توپسرکان بررسی شد. به این منظور، پنج کاربری زمین شامل مرتع بدون چرا، با چرای متوسط، مرتع با چرای شدید، کشاورزی دیم و باغ گردو مورد بررسی قرار گرفت. مقاومت برشی (چسبندگی) خاک با استفاده از پره برشی جیبی در حالت خشک و نزدیک-اشباع (مکش دو سانتی متر) اندازه گیری شد و از نسبت مقاومت برشی در حالت مرطوب به خشک به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک استفاده شد. به طور کلی با افزایش شدت چرا مقاومت برشی در حالت خشک و مرطوب به دلیل تشکیل سله و تخریب خاکدانه‌ها به ترتیب افزایش و کاهش یافت. با افزایش رطوبت، مقاومت برشی خاک در تمامی کاربری‌ها (به جز کشاورزی دیم) کاهش یافت. هم‌چنین با افزایش شدت چرا، پایداری ساختمان خاک به دلیل کاهش پوشش گیاهی و تخریب خاکدانه‌ها کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: چسبندگی خاک، پره برشی، مرتع، کشاورزی دیم، باغ گردو

مقدمه

تغییر کاربری زمین^{۱۱۷} یکی از اقدام‌های انسان جهت رسیدن به منابع جدید آب و خاک به منظور تولید بیش‌تر مواد غذایی می‌باشد که از جمله می‌توان به تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به کشاورزی آبی و دیم و هم‌چنین تبدیل مرتع به چراگاه اشاره کرد (Sala, ۲۰۰۰). طبق برآوردهای انجام‌شده مراتع با پوشاندن ۴۷ درصد از سطح زمین، بیش‌ترین نوع کاربری را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین روش‌های مدیریتی مؤثر در مراتع مانند کنترل چرا (Brown, ۲۰۰۲) می‌توانند برای پایداری کیفیت خاک بسیار مهم باشند (Dei Grosso, ۲۰۱۰). مهم‌ترین عامل مؤثر بر تغییر ویژگی‌های خاک و تخریب ساختمان خاک در اثر عوامل طبیعی، چرا و تردد دام است (Yong-Zhong et al., ۲۰۰۵). بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده تنش‌های برشی وارده بر خاک در اثر چرا، با تغییر در ساختمان خاک سطحی، باعث کاهش پایداری و تخریب ساختمان خاک خواهند شد (Warren et al., ۱۹۸۶). به عنوان مثال زانگ و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر چرا بر ویژگی‌های فیزیکی خاک دریافتند که با افزایش درصد پوشش گیاهی کاهش یافته، ساختمان سطحی تخریب شده و در نتیجه سله در سطح خاک تشکیل شد (Yong-Zhong et al., ۲۰۰۵).

مقاومت برشی خاک اغلب به عنوان بهترین ویژگی خاک برای تخمین تنش بحرانی^{۱۱۸} در برابر فرسایش خاک استفاده می‌شود (Le onard and Richard, ۲۰۰۴). روش‌های بسیاری از جمله فروسنج مخروطی، پره برشی، جعبه برش پیچشی، جعبه برش مستقیم و روش زانگ و همکاران برای اندازه‌گیری غیرمستقیم و مستقیم مقاومت برشی سطح خاک وجود دارد (Rauws and Covers, ۱۹۸۸). مقاومت برشی تحت تاثیر ویژگی‌های خاک شامل چگالی ظاهری، مقدار رطوبت، میزان مواد آلی، درصد آهک و کانی‌های رسی می‌باشد (Ghebreyessus et al., ۱۹۹۴).

کربن آلی از طریق تغییر نیروهای هم‌دوستی بین ذرات و پایداری ساختمان بر مقاومت برشی خاک مؤثر می‌باشد. بنابراین افزودن بقایای گیاهان به زمین باعث تغییر ماده آلی و ویژگی‌های مقاومتی خاک می‌شود (Blanco-Canqui et al., ۲۰۰۵). دیویس (۱۹۸۵) گزارش کرد که افزودن مقدار کربن آلی مقاومت برشی اشباع خاک لوم رسی را افزایش می‌دهد (Davies ۱۹۸۵). ولی اوهو و همکاران (۱۹۸۶) مشاهده کردند که مقاومت برشی در خاک‌های رسی، لوم رسی و لوم شنی با افزودن کربن آلی کاهش می‌یابد (Ohu et al., ۱۹۸۶). هم‌چنین به طور مشابه واتس و دکستر (۱۹۹۷) دریافتند که افزودن کربن آلی به یک خاک لوم سیلت ریز باعث کاهش مقاومت برشی آن شده است (Watts and Dexter, ۱۹۹۷). نکته‌ای که باید در ارتباط با مواد آلی در خاک مدنظر قرار گیرد این است که این مواد در خاک به صورت مستقل و مجزا نبوده بلکه همراه با ذرات معدنی و ریزجاندانان خاک به صورت یک سیستم متحد و دائمی در کنار یکدیگر در محیط زیست بوده (Huang et al., ۲۰۰۵) به گونه‌ای که واکنش‌های انجام‌شده بین ماده‌ی آلی و ذرات معدنی خاک که

^{۱۱۷} Land-use change

^{۱۱۸} Critical shear stress

منجر به تغییر در مقاومت مکانیکی خاک می‌شوند بسیار پیچیده بوده (Zhang and Hartge, ۱۹۹۰) و بستگی به نوع خاک، تخلخل، مقدار آب خاک، نوع و مرحله‌ی تجزیه‌ی ماده‌ی آلی دارد (Soane, ۱۹۹۰).

مواد روش‌ها

در این پژوهش مناطق خرم‌رود و قلقل‌رود شهرستان توپسرکان واقع در جنوب غربی استان همدان، بین طول‌های جغرافیایی $49^{\circ} 7'$ تا $48^{\circ} 11' 58''$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ} 35' 16''$ تا $34^{\circ} 38' 23''$ شمالی مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم و خشک با میزان بارندگی سالیانه 318 میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه $13/8$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. کاربری‌های زمین در این منطقه شامل: مرتع، باغ گردو، باغ انگور، کشاورزی آبی و کشاورزی دیم می‌باشند. گندم و جو بخش وسیعی از زراعت دیم و آبی زمین این منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. گردوکاری در این منطقه بر اساس گفته‌های مردم بومی منطقه قدمتی بیش از 100 سال دارد؛ بنابراین می‌توان گفت خاک قسمت‌هایی که گردوکاری شده‌اند، شدیداً تحت تأثیر این گونه‌ی درختی قرار گرفته است. بخشی از مراتع نیز از سال 1369 زیر نظر سازمان حفاظت محیط زیست شهرستان می‌باشد.



شکل ۹: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

با توجه به وسعت منطقه و شرایط آن از نظر چرا، منطقه‌ی مورد مطالعه به پنج تیمار: کشاورزی دیم، باغ گردو، مرتع بدون چرا، مرتع با چرای متوسط و مرتع با چرای شدید تقسیم شد. با توجه به تغییرات مکانی هر تیمار از نظر ویژگی‌های ذاتی خاک و چرا، در مجموع 40 نقطه مورد بررسی قرار گرفت که سهم کشاورزی دیم 7 نقطه، باغ گردو 7 نقطه، تیمار مرتع بدون چرا 9 نقطه، مرتع با چرای متوسط 7 نقطه و مرتع با چرای شدید 10 نقطه بود. مقاومت برشی (چسبندگی) لایه رویین خاک با استفاده از پره‌ی برشی جیبی مدل BS۱۳۷۷-۹، در دو حالت خشک (رطوبت اولیه‌ی خاک) و نزدیک-اشباع (مکش 2 سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقاومت برشی نزدیک-اشباع پس از اینکه نفوذ غیراشباع آب به خاک توسط نفوذسنج مکشی در مکش 2 سانتی‌متر به ماندگاری رسید، در زیر صفحه نفوذسنج مقاومت برشی خاک اندازه‌گیری شد و هم‌چنین مقاومت برشی در حالت خشک نیز در خاک خشک اولیه اطراف صفحه‌ی نفوذسنج اندازه‌گیری شد. روش کار بدین صورت بود که پره برشی در درون خاک تا جایی که پره آن کاملاً در خاک قرار گیرد وارد می‌شد. سپس پره برشی در جهت عقربه‌های ساعت چرخانده شده و تا برش (گسیختگی) خاک، ادامه می‌یافت که حدود 5 تا 10 ثانیه طول می‌کشید. حداکثر قرائت و تنش برشی وارده، روی صفحه مدرج پره برشی ثبت می‌گردد. این وسیله قادر به اندازه‌گیری مقاومت برشی (چسبندگی) در دامنه 0 تا 100 کیلوپاسکال می‌باشد (شهابی‌نژاد، ۱۳۹۲). از آنجایی که آرایش ذرات و هم‌چنین امکان وجود مواد سیمانی‌کننده بین ذرات خاک تحت تأثیر کاربری زمین می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت تفاوت بین مقادیر مقاومت برشی در دو حالت خشک و مرطوب (مکش 2 سانتی‌متر) نیز به دلیل تغییرات ایجادشده در کاربری زمین است. از این رو از نسبت مقاومت برشی در حالت مرطوب به حالت خشک به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک استفاده شد. در نهایت اثر کاربری زمین بر مقاومت برشی در حالت مرطوب و خشک و شاخص پایداری خاک در قالب طرح کاملاً تصادفی با تکرارهای نابرابر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ مقایسه میانگین اثر کاربری زمین بر مقاومت برشی خاک در دو حالت خشک و مکش 2 سانتی‌متر و شاخص پایداری ساختمان خاک را نشان می‌دهد. دیده می‌شود که در حالت خشک، بیش‌ترین مقدار مقاومت برشی (چسبندگی) خاک مربوط به مرتع با چرای شدید بوده و کم‌ترین آن (برابر با صفر) مربوط به کشاورزی دیم است. در کاربری‌های مرتعی روند تغییرات مقاومت برشی خاک با روند افزایش شدت چرا هماهنگی ندارد به طوری که بیش‌ترین مقدار آن مربوط به مرتع با چرای شدید و کم‌ترین مقدار آن مربوط به مرتع با چرای متوسط است. از آنجایی که پره‌ی برشی مقاومت برشی لایه‌ی رویین خاک را اندازه‌گیری می‌کند، بنابراین وجود سله‌ی سطحی ایجادشده در مرتع با چرای شدید بر مقاومت برشی خاک مؤثر بوده است. سله‌ی سطحی در اثر برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک به دلیل نبود پوشش گیاهی، تخریب خاکدانه‌ها، ورود ذرات ریز به درون منافذ، پرشدن و بسته‌شدن منافذ

و متراکم شدن خاک تشکیل می‌شود. نوع سله تشکیل شده در مرتع با چرای شدید از نوع سله‌ی ساختمانی^{۱۱۹} بوده که در اثر انرژی جنبشی قطرات باران بسیار متراکم شده است. در هنگام خشک شدن، این لایه تحکیم یافته و به شدت مقاومت آن در برابر تنش‌های برشی افزایش می‌یابد (Mualem et al., ۱۹۹۰). بدایوی (۲۰۰۸) نیز مقاومت سله‌ی تشکیل شده در سطح خاک در اثر استفاده از شبیه‌ساز باران در کرت‌های مصنوعی، را بررسی کرده و دریافت که مقاومت مکانیکی^{۱۲۰} با تشکیل سله نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد شبیه‌ساز باران) به شدت افزایش یافت (Bedaiwy, ۲۰۰۸). در مرتع با چرای شدید، پوشش گیاهی ضعیف، منجر به برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک شده است. چون یکی از فاکتورهای مهم در تشکیل سله، مقاومت خاکدانه‌ها است (Mualem et al., ۱۹۹۰)، مقاومت کم خاکدانه‌های خاک در این کاربری شرایط را برای تشکیل سله‌ی سطحی فراهم نموده است. هم‌چنین تخریب خاکدانه‌ها به دلیل تنش‌های وارده توسط سم احشام، تشکیل سله تشدید شده است.

از آنجایی که پیش از زمان نمونه‌برداری، اواسط شهریور، زمین‌های کشاورزی مورد نظر توسط دام چرا شده بودند و در اثر تردد دام در لایه‌ی نازک خاک سطحی (۲ یا ۳ سانتی‌متر) بهم‌خوردگی ایجاد شده بود (مشابه با شخم کم‌عمق) و هم‌چنین عمق کم اندازه‌گیری، مقاومت برشی خاک برابر صفر در کاربری کشاورزی دیم اندازه‌گیری شد. هر چند در باغ گردو نیز یک لایه‌ی رسی (سله) در سطح خاک تشکیل شده بود اما این نوع سله بر خلاف سله‌ی تشکیل شده در مرتع با چرای شدید، از نوع سله‌ی رسوبی^{۱۲۱} بوده که به دلیل گل‌آلود بودن آب، کاهش سرعت نفوذ آب و ته‌نشین شدن ذرات به دلیل نیروی ثقل و وزن آنها تشکیل شده و انرژی جنبشی قطرات باران در متراکم شدن آنها دخیل نیست (Mualem et al., ۱۹۹۰). از این رو مقاومت مکانیکی خاک آن کم‌تر از مرتع با چرای شدید است (جدول ۱). هم‌چنین به دلیل آبیاری باغ‌های گردو، رطوبت اولیه بیش‌تر خاک (رطوبت خاک در هنگام اندازه‌گیری) در این کاربری نسبت به کاربری‌های مرتعی ممکن است دلیلی برای مقاومت کم‌تر خاک در حالت خشک در این کاربری نسبت به مرتع با چرای شدید باشد.

جدول ۱: مقایسه میانگین اثر کاربری زمین بر مقاومت برشی در حالت خشک و مکش ۲ سانتی‌متر و شاخص پایداری ساختمان خاک

شاخص پایداری ساختمان خاک	مقاومت برشی (کیلوپاسکال)		کاربری
	مکش ۲ سانتی‌متر	حالت خشک	
a(۰.۲/۰) ۸۳/۰	a(۰.۸/۲) ۴۶/۱۱۳	b*(۸۷/۱) ۰۰/۱۳۷	مرتج بدون چرا
b(۰.۴/۰) ۴۲/۰	bc(۷۹/۲) ۵۶/۲۸	c(۰.۳/۵) ۸۸/۶۸	مرتج با چرای متوسط
c(۰.۳/۰) ۲۳/۰	b(۷۴/۴) ۴۶/۳۵	a(۱.۰/۳) ۵۷/۱۴۹	مرتج با چرای شدید
-	d(۱۵/۱) ۳۹/۱۴	d(۰.۰/۰) ۰۰/۰	کشاورزی دیم
b(۰.۳/۰) ۳۶/۰	cd(۶۰/۲) ۲۶/۲۲	c(۰.۲/۳) ۶۷/۶۱	باغ گردو

* در هر ستون، حروف متفاوت نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح اماری ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار داده‌های می‌باشد.

به طور کلی با افزایش رطوبت از حالت خشک به رطوبت در مکش ۲ سانتی‌متر، مقاومت برشی خاک در تمامی کاربری‌ها (به جز کشاورزی دیم) کاهش یافته اما مقدار این کاهش در کاربری‌های مختلف متفاوت بوده است (جدول ۱). هم‌چنین روند تغییرات مقاومت برشی خاک در کاربری‌ها مشابه با حالت خشک، نمی‌باشد به گونه‌ای که با افزایش شدت چرا در کاربری‌های مرتعی، مقاومت برشی مرطوب خاک روند کاهشی نشان می‌دهد. دلیل افزایش مقاومت برشی خاک در کشاورزی دیم با افزایش رطوبت از حالت خشک به مکش ۲ سانتی‌متر می‌تواند اثر نیروهای کشش سطحی در هلال‌های آبی (موتینه‌ای) تشکیل شده بین ذرات اولیه یا خاکدانه‌های خاک باشد (Horn et al., ۱۹۹۴; Hillel ۱۹۹۸). این اثر را می‌توان با بررسی تغییرات مقاومت مکانیکی شن‌های ساحلی با تغییر رطوبت تایید نمود که در رطوبت‌های بینابینی مقاومت این شن‌ها بیشینه بوده و به سمت ناحیه خشک یا اشباع کامل، مقاومت آنها کاهش می‌یابد چرا که در حالت اول، آبی بین ذرات شن وجود ندارد و در حالت دوم اثر کشش سطحی به دلیل نبود هوا وجود ندارد (Hillel, ۱۹۹۸). شهابی‌نژاد (۱۳۹۲) با بررسی اثر آتش‌سوزی و گذشت زمان بر مقاومت برشی خاک در دو حالت خشک و مکش ۲ سانتی‌متر با استفاده از پره‌ی برشی جیبی، نشان داد که مقاومت برشی در حالت خشک بسیار بیش‌تر از حالت مرطوب (مکش ۲ سانتی‌متر) بود. با افزایش ماده آلی خاک پس از آتش‌سوزی و هم‌چنین تردد بیش‌تر دام در مناطق سوخته به دلیل بهم‌خوردگی و تخریب خاک، مقاومت برشی خاک کاهش یافت (شهابی‌نژاد، ۱۳۹۲).

در یک توده خاک، ذرات با جذب رطوبت، به دلیل محصور نبودن آزادانه منبسط شده و در نتیجه چسبندگی بین ذرات خاک کاهش یافته که منجر به کاهش مقاومت برشی خاک می‌شود (Shainberg et al., ۱۹۹۴). به طور کلی زمانی که یک توده خاک در تماس با آب قرار گیرد به دلیل تفاوت فشار اسمزی بین محلول خاک و لایه‌ی دوگانه‌ی پخشیده، ضخامت لایه‌ی دوگانه‌ی پخشیده به دلیل جذب آب افزایش یافته و در نتیجه یک فشار تورمی ایجاد کرده که منجر به افزایش فاصله‌ی بین ذرات خاک می‌شود. در صورتی که قدرت پیوندی بین ذرات خاک کم‌تر از فشار تورمی ایجاد شده باشد منجر به جدا شدن ذرات، کاهش نیروی چسبندگی و در نتیجه کاهش مقاومت برشی خاک می‌شود (Shainberg et al., ۱۹۹۴; Hillel, ۱۹۹۸). قدرت پیوندی بین ذرات (مقاومت برشی) خاک تحت تاثیر ترتیب (جهت‌گیری و آرایش) ذرات خاک و هم‌چنین امکان سیمانی شدن ذرات توسط موادی مانند اکسیدهای آهن و آلومینیوم،

^{۱۱۹} Structural crust

^{۱۲۰} Mechanical resistance

^{۱۲۱} Depositional crust



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

کربنات‌ها یا هوموس بوده و این عوامل می‌توانند از انبساط ذرات خاک جلوگیری کنند (Hillel, ۱۹۹۸). بنابراین تفاوت بین مقاومت برشی خاک در حالت خشک و مرطوب به دلیل عواملی است که قدرت پیوندی بین ذرات خاک را افزایش می‌دهند. یکی از مهم‌ترین عوامل پیوند بین ذرات خاک (یعنی ماده آلی و کربنات‌ها) با افزایش شدت چرا کاهش یافته است. در ارتباط با اثر آرایش ذرات بر قدرت پیوند بین ذرات خاک باید گفت که در اثر به هم خوردگی، ذرات خاک و به ویژه ذرات رس از حالت تعادل خود با کم‌ترین انرژی آزاد جابه‌جا شده و به سوی موقعیت با انرژی آزاد بیش‌تر حرکت می‌کنند. خاک با ذرات با انرژی آزاد بیش‌تر ضعیف‌تر از خاک با ذرات با انرژی آزاد کم‌تر است. پس از به هم خوردگی، موقعیت و جهت ذرات خاک، به عبارت دیگر آرایش آنها، به سوی موقعیت با کم‌ترین انرژی آزاد میل نموده و در نتیجه مقاومت مکانیکی خاک افزایش می‌یابد. دست‌نخوردگی خاک و گذشت زمان در موثر بودن این فرایند که سخت‌شدن با زمان^{۱۳۲} نامیده می‌شود، بسیار مهم است (Dexter et al., ۱۹۸۸). بنابراین با توجه به کاهش ماده آلی و به هم خوردگی خاک با افزایش شدت چرا، انتظار می‌رود مقاومت مکانیکی خاک در حالت مرطوب، با افزایش شدت چرا کاهش یابد که با نتایج بدست‌آمده برای مقاومت برشی مرطوب هم‌خوانی دارد (جدول ۱).

تفاوت ایجادشده بین مقادیر مقاومت برشی خاک در حالت خشک و مرطوب به دلیل تغییرات ایجادشده در کاربری و مدیریت زمین است. زیرا چگونگی آرایش ذرات و هم‌چنین امکان وجود عوامل سیمانی‌کننده بین ذرات خاک (که در این پژوهش بیش‌تر ماده آلی می‌باشد)، تحت تأثیر کاربری زمین می‌باشد. بنابراین از نسبت مقاومت برشی در حالت مرطوب به حالت خشک می‌توان به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک استفاده کرد. همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزایش شدت چرا، شاخص پایداری ساختمان خاک به طور معنی‌داری کاهش یافته است (جدول ۱) که به مفهوم تخریب ساختمان و کاهش کیفیت فیزیکی خاک می‌باشد.

منابع

- شهابی‌نژاد، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی اثرهای باقی‌مانده‌ی آتش‌سوزی بر نفوذ آب، فرسایش‌پذیری و مقاومت برشی خاک در مراتع شهرستان فریدن. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Bedaiwy, M. N. A. ۲۰۰۸. Mechanical and hydraulic resistance relations in crust-topped soils. Catena. ۷۲: ۲۷۰-۲۸۱.
- Besalatpour, A., M. A. Hajbassasi, S. Ayoubi, M. Afyuni, A. Jalalian and R. Schulin. ۲۰۱۲. Soil shear strength prediction using intelligent systems: artificial neural networks and an adaptive neuro-fuzzy inference system. Soil Sci. Plant Nutr. ۵۸: ۱۴۹-۱۶۰.
- Blanco-Canqui, H., R. Lal, L. B. Owens, W. M. Post and R. C. Izaurralde. ۲۰۰۵. Strength properties and organic carbon of soils in the north appalachian region. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۹: ۶۶۳-۶۷۳.
- Brown, L. R. ۲۰۰۲. World's rangelands deteriorating under mounting pressure. Earth Policy Institute Update. ۶: ۲۰۰۲-۲.
- Davies, P. ۱۹۸۵. Influence of organic matter content, moisture status and time after reworking on soil shear strength. J. Soil Sci. ۳۶: ۲۹۹-۳۰۶.
- Del Grosso, S. J. ۲۰۱۰. Climate change: Grazing and nitrous oxide. Nature. ۴۶۴: ۸۴۳-۸۴۴.
- Dexter, A. R., R. Horn and W. D. Kemper. ۱۹۸۸. Two mechanisms for age-hardening of soil. J. Soil Sci. ۳۹: ۱۶۳-۱۷۵.
- Ghebreyessus, Y. T., C. J. Gantzer, E. E. Alberts and R. W. Lentz. ۱۹۹۴. Soil erosion by concentrated flow: shear stress and bulk density. Trans. ASAE. ۳۷: ۱۷۹۱-۱۷۹۷.
- Hillel, D. ۱۹۹۸. Environmental Soil Physics: Fundamentals, Applications, and Environmental Considerations, Elsevier Science, New York.
- Horn, R., H. Taubner, M. Wuttke and T. Baumgartl. ۱۹۹۴. Soil physical properties related to soil structure. Soil Till. Res. ۳۰: ۱۸۷-۲۱۶.
- Huang, P., M. Wang and Ch. Chiu. ۲۰۰۵. Soil mineral-organic matter-microbe interactions: Impacts on biogeochemical processes and biodiversity in soils. Pedobiologia. ۴۹: ۶۰۹-۶۳۵.
- Léonard, J. and G. Richard. ۲۰۰۴. Estimation of runoff critical shear stress for soil erosion from soil shear strength. Catena. ۵۷: ۲۳۳-۲۴۹.
- Mualem, Y., S. Assouline and H. Rohdenburg. ۱۹۹۰. Rainfall induced soil seal (A) a critical review of observations and models. Catena. ۱۷: ۱۸۵-۲۰۳.

^{۱۳۲} Age-hardening or thixotropy



- Ohu, J. O., G. S. V. Raghavan, E. McKYES and G. Mehuys. ۱۹۸۶. Shear strength prediction of compacted soils with varying added organic matter contents. *Trans. ASAE*. ۲۹: ۳۵۱-۳۵۵.
- Rauws, G. and G. Covers. ۱۹۸۸. Hydraulic and soil mechanical aspects of rill generation on agricultural soils. *Soil Sci*. ۳۹: ۱۱۱-۱۲۴.
- Sala, O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, and S. E. Huber. ۲۰۰۰. Biodiversity-global biodiversity scenarios for the year ۲۱۰۰. *Science*. ۲۸۷: ۱۷۷۰-۱۷۷۴.
- Shainberg, I., J. M. Lafren, J. M. Bradford and L. D. Norton. ۱۹۹۴. Hydraulic flow and water quality characteristics in rill erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۸: ۱۰۰۷-۱۰۱۲.
- Soane, B. D. ۱۹۹۰. The role of organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. *Soil Till. Res.* ۱۶: ۱۷۹-۲۰۱.
- Warren, S. D., M. B. Nevill, W. H. Blackburn and N. E. Garza. ۱۹۸۶. Soil response to trampling under intensive rotation grazing. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۰: ۱۳۳۶-۱۳۴۱.
- Watts, C. W. and A. R. Dexter. ۱۹۹۷. The influence of organic matter in reducing the destabilization of soil by simulated tillage. *Soil Till. Res.* ۴۲: ۲۵۳-۲۷۵.
- Yong-Zhong, S., L. Yu-Lin, C. Jian-Yuan and Zh. Wen-Zhi. ۲۰۰۵. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland, Inner Mongolia, northern China. *Catena*. ۵۹: ۲۶۷-۲۷۸.
- Zhang, H. Q and K. H Hartge. ۱۹۹۰. Cohesion in unsaturated sandy soils and the influence of organic matter. *Soil Technol.* ۳: ۳۱۱-۳۲۶.

Abstract

This study was conducted to investigate the impact of land use change and grazing on soil shear strength and structural stability in Khoramrud and Ghelghelrud regions of Touserkan. Five land use treatments including non-grazed, moderately grazed and severely grazed rangelands, dryland farming and walnut garden were considered. Soil shear strength (cohesion) was measured using a pocket shear vane at dry and near-saturated (matric suction of ۲ cm) conditions. The ratio of shear strength at wet condition to that at dry condition was used as an index of soil structural stability. In general, soil shear strength in dry and wet conditions increased and decreased, respectively, with increasing grazing intensity due to crust formation and breakdown of soil aggregates. Soil shear strength decreased with an increase in water content in all of the land uses except for dryland farming. Moreover, soil structural stability index decreased with increasing grazing intensity due to declined plant cover and breakdown of soil aggregates.

تأثیر نوع و مقدار رس بر مقاومت برشی اشباع مخلوط‌های شن-رس

نینا ارزانی^۱، محمدرضا مصدقی^۲، شمس‌الله ایوبی^۳، عباس همت^۴
 ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان ۳-
 استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴- استاد گروه مکانیک بیوسیستم، رس دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این پژوهش تأثیر چهار نوع کانی رسی پالیگورسکیت، بنتونیت، کائولینیت و فلوگوپیت اشباع از کاتیون تبادل کلسیم در سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵٪ بر پارامترهای مقاومت برشی (چسبندگی، c ؛ زاویه اصطکاک داخلی، ϕ) مخلوط‌های شن-کانی بررسی شد. نتایج نشان داد تغییرات c ، با افزایش رس نامنظم بوده در حالی که تغییرات ϕ روند مشخص تری داشته و با افزایش رس، نیز کاهش یافت. کم‌ترین و بیش‌ترین c به ترتیب در تیمارهای ۳۰٪ کائولینیت (به دلیل ذرات درشت و اتصال ضعیف بین آنها) و ۳۰٪ پالیگورسکیت (به دلیل ساختار رشته‌ای) مشاهده شد. هم‌چنین کم‌ترین در تیمار ۴۵٪ بنتونیت (با ذرات ریز و انعطاف‌پذیر) و بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۱۵٪ پالیگورسکیت بدست آمد. در کل با افزایش درصد رس، تفاوت بین تیمارهای رسی مشخص‌تر شد به طوری که در تیمار ۱۵ درصد رس، تفاوت چندانی بین رس‌های مختلف نبود ولی با افزایش مقدار رس، کاهش یافته و این کاهش برای رس بنتونیت چشم‌گیر بود.

واژه‌های کلیدی: مقاومت برشی، پالیگورسکیت، بنتونیت، کائولینیت، فلوگوپیت

مقدمه

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی و زیربنای کلیه فعالیت‌های کشاورزی و محیط تغذیه و بستر طبیعی رشد و نمو گیاهان است. شناخت ویژگی‌های خاک اولین قدم در جهت پیشرفت در امر کشاورزی محسوب می‌شود. کانی‌های معدنی عمده بخش جامد خاک را تشکیل داده‌اند (Brady & Weil, ۱۹۹۸). بنابراین شناسایی و توصیف رفتار کانی‌های رسی به ارزیابی ویژگی‌های هیدرولیکی و مکانیکی خاک‌ها کمک می‌کند (Brady & Weil, ۱۹۹۸). پژوهش‌های انجام گرفته در مورد ترکیبات خاک و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های خاک به دو دسته تقسیم می‌شوند: در روش اول پژوهش بر روی خاک طبیعی صورت می‌گیرد؛ علی‌رغم اندازه‌گیری در خاک طبیعی با این حال از معایب این روش دشوار و زمان‌بر بودن بررسی ترکیبی ویژگی‌ها می‌باشد زیرا خاک یک محیط پیچیده بوده که عوامل متعددی مانند نوع کانی‌های موجود، حضور یا عدم حضور مواد آلی و آهک بروی‌کننده‌های مورد اندازه‌گیری تأثیرگذار است. در روش دوم خاک‌هایی با ترکیب معلوم یا مخلوط‌نمودن کانی‌ها یا رس‌های با درجه خلوص مناسب، با یکدیگر و یا با سیلت و شن ساخته می‌شوند. این روش ساده‌تر بوده با این حال ممکن است رفتار و ویژگی‌های اندازه‌گیری شده برای کانی‌های خالص دقیقاً شبیه رفتار و ویژگی‌های خاک‌های طبیعی نباشند. اگرچه تأثیر ترکیباتی مانند ماده آلی، اکسیدها و رس‌ها و کاتیون‌های تبدالی به خوبی با این روش قابل اندازه‌گیری هستند اما تاکنون به طور کامل بررسی نشده‌اند (Mitchell, ۱۹۹۳). در این پژوهش تأثیر نوع و مقدار رس با کاتیون تبدالی Ca^{2+} بر پارامترهای مقاومت برشی در رطوبت اشباع بررسی شده است.

سیلیکات‌های لایه‌ای مهم‌ترین کانی‌های ثانویه‌ای هستند که در جزء معدنی خاک یافت می‌شوند. از میان کانی‌های ۲:۱ سیلیکاتی، کانی‌هایی مانند پالیگورسکیت، فلوگوپیت و بنتونیت فراوانی زیادی در خاک‌های مناطق خشک ایران دارند و از رس‌های ۱:۱ کائولینیت در خاک‌های مناطق مرطوب ایران یافت می‌شود. ولی پژوهش‌های اندکی در مورد ویژگی‌های هیدرولیکی و مکانیکی این کانی‌ها انجام شده است (Ruiz-Hitzky, ۲۰۰۱). بنتونیت یک فیلوسیلیکات آلومینیوم‌دار است که عمدتاً از مونت‌موریلونیت یا کانی‌های گروه اسمکتیت تشکیل شده است (Birgatti et al, ۲۰۰۶). بنتونیت عمدتاً به دو نوع متورم و غیرمتورم تقسیم‌بندی می‌شوند، بنتونیت متورم دارای کاتیون تبدالی سدیم و بنتونیت غیرمتورم، کلسیم‌دار است. کانی‌های خانواده اسمکتیت گنجایش تبادل یونی زیاد، خاصیت شکل‌پذیری و انبساط و انقباض زیاد دارند. در کانی بنتونیت سدیم‌دار جذب یونی، شکل‌پذیری و انقباض و انقباض از نوع کلسیم‌دار آن بیش‌تر است (Birgatti et al, ۲۰۰۶). پالیگورسکیت جزء رس‌های سیلیکاتی رشته‌ای است که از کانی‌های منحصر به فرد و فراوان مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌شمار می‌رود (Khademi & Mermut, ۱۹۹۸). این ساختار بلوری غیرمعمول عامل عمده رفتارهای خاص فیزیکی-شیمیایی این کانی است (Galan & Singer, ۲۰۱۱). در مجموع این کانی دارای ویژگی‌های منحصر به فردی هم‌چون شکل ذرات کشیده و سوزنی‌شکل، سطح ویژه زیاد (بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر مربع بر گرم)، توان زیاد جذب عناصر غذایی، توان زیاد جذب آب (بیش از ۱۰۰٪ وزن رس) و جذب چربی و روغن (بیش از ۸۰٪ وزن رس) می‌باشند (Murray, ۲۰۰۷). میکاها بسته به کاتیون موجود در لایه اکتاندرال به میکاهای دوجایی شامل مسکویت و گلوکونیت و میکاهای سه‌جایی شامل بیوتیت و فلوگوپیت گروه‌بندی می‌شوند. فلوگوپیت اغلب در سنگ‌های سرباتیونی به رنگ نقره‌ای تا قهوه‌ای روشن وجود دارد و حاصل دگرگونی سنگ آهک منیزیمی یا دولومیتی است (Sparks & Huang, ۱۹۸۵). در میکاهای سه‌جایی علاوه بر پتاسیم، آهن و منیزیم نیز وجود دارد (Deer &



Zussman, ۱۹۶۲). کاتولینیت یکی از گسترده‌ترین کانی‌های رسی در خاک می‌باشد. پیوندهای هیدروژنی عامل اتصال لایه‌های مجاور به یکدیگر بوده و از انبساط این کانی در آب جلوگیری می‌نماید. گنجایش تبادل کاتیونی این کانی ۱۰-۱ میلی‌اکی‌والان بر صد گرم است (بای‌بوردی، ۱۳۸۸؛ Dixon, ۱۹۸۹) و سطح ویژه آن عمدتاً سطوح خارجی بوده و حدود ۲۰-۱۰ متر مربع بر گرم می‌باشد (Dixon, ۱۹۸۹).

مقاومت برشی خاک

توده خاک تا حد معینی در برابر نیروهای خارجی مقاومت نشان داده و پس از آن گسیخته می‌شود. گسیختگی خاک معمولاً از نوع برشی است و به حداکثر مقاومتی که خاک در برابر تنش‌های برشی (گسیختگی برشی و لغزش) از خود نشان می‌دهد مقاومت برشی^{۱۳۳} گویند. مقاومت برشی خاک متشکل از دو بخش چسبندگی^{۱۳۴}، c ، و مقاومت اصطکاکی^{۱۳۵} بین ذرات خاک است. چسبندگی مشخصه ذاتی خاک است و بستگی به میزان و نوع رس، درجه اشباع، نوع کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول و مقدار ماده آلی داشته و مستقل از نیروهای خارجی (تنش عمودی روی سطح گسیختگی) می‌باشد. با افزایش درصد رس و کاهش درجه اشباع، مقدار c افزایش می‌یابد. مقاومت اصطکاکی که متناسب با تنش عمودی وارده بر سطح لغزش بوده و با زاویه اصطکاک بین دانه‌های خاک موسوم به زاویه اصطکاک داخلی^{۱۳۶}، ϕ ، ارزیابی می‌گردد و به دلیل قفل‌شدگی دانه‌ها در یکدیگر و اصطکاک بین آن‌ها بوده و بنابراین به شکل ذرات و درجه تراکم خاک بستگی دارد. مقاومت برشی خاک به صورت مجموع مقاومت حاصل از چسبندگی و مقاومت حاصل از اصطکاک بیان می‌گردد (Leonard & Richard, ۲۰۰۴).

هاتیبو و هتیارچی (۱۹۹۳) نشان دادند که رفتار گسیختگی خاک‌های کشاورزی به بافت و ساختمان بستگی داشته و با افزایش میزان رس رفتار خاک هنگام گسیختگی بیش‌تر به سمت انواع نرم و با افزایش میزان شن، گسیختگی به سمت انواع گسیختگی ترد میل خواهد کرد و حالت‌های بینابینی زیادی نیز وجود دارد که بسته به میزان رطوبت و ریزساختار خاک^{۱۳۷} می‌تواند رخ دهد (Hatibu, ۱۹۹۳). لی و همکاران (۱۹۹۳) (Ley et al, ۱۹۹۳) دریافتند که مقدار رطوبت و پتانسیل ماتریک، مقاومت مکانیکی خاک را از راه کنترل تنش مؤثر^{۱۳۸} تحت تاثیر قرار می‌دهند. میشل (۱۹۷۶) بیان کرد که مقاومت برشی شن‌ها تابعی از تنش مؤثر می‌باشد. رابطه تنش مؤثر (s) با مقدار رطوبت (درجه اشباع یا S_r) و مکش ماتریک ($\frac{1}{2}Y_m$) خاک به صورت ساده‌ای است ($S_r \frac{1}{2} Y_m \frac{1}{2} = s$) که توسط مولینز و پانیوتوپولوس (۱۹۸۴) (Mulins & Panayiotopoulos, ۱۹۸۴) ارائه شده است. با کاهش مقدار رطوبت، مکش ماتریک خاک افزایش می‌یابد که موجب افزایش تنش مؤثر و مقاومت برشی خاک می‌شود (Mitchell, ۱۹۹۳).

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی کانی‌های مورد استفاده

کوارتز با خلوص ۹۸٪ و در محدوده اندازه ۳/۰ تا ۸/۰ میلی‌متر از معدن الوند همدان تهیه شد. پالیگورسکیت از انجمن کانی‌های رسی فلوریدا آمریکا در محدوده اندازه ۰۰۲/۰ میلی‌متر با درجه خلوص ۹۰ تا ۹۵ درصد خریداری شد. کانی بنتونیت از شرکت توما اصفهان، فلوکوپیت از شرکت آذر طلق تهران و کاتولینیت از معادن واقع در استان یزد تهیه شد. کانی‌های رسی از الک ۰۵۳/۰ میلی‌متر عبور داده شدند. با افزودن محلول ۵/۰ مولار $CaCl_2$ به وسیله یون Ca^{2+} اشباع گردیدند. املاح اضافی طی چند مرحله شست و شو خارج شد. بعد از خشک کردن کانی‌ها توسط دستگاه فریزدرایر، کانی‌ها مجدداً از الک ۰۵۳/۰ میلی‌متر عبور داده شدند. به منظور حذف گرد و غبار، ذرات کوارتز با اسید رقیق طی چند مرحله، تا زمانی که محلول رویی تقریباً شفاف شود، شست و شو داده شد. در نهایت کانی‌های رسی در سه سطح ۱۵، ۳۰ و ۴۵٪ با شن (کوارتز) مخلوط شدند.

آزمایش برش مستقیم

آزمایش برش مستقیم طبق استاندارد ASTM D-3080 انجام شده است. برای ساخت نمونه‌ها، از درجه تراکم نسبی برابر استفاده شد تا امکان مقایسه تیمارهای مختلف فراهم شود. چگالی ظاهری معیار (BDref) با استفاده از معادله جونز (۱۹۸۳) و دکستر (۲۰۰۴) (Dexter, ۲۰۰۴) (معادله ۱) محاسبه شد و سپس $BD_{ref} 90\%$ به عنوان معیار برای ساخت نمونه‌ها در نظر گرفته شد. میزان کوارتز و رس مورد نیاز با توجه به حجم قالب و تیمارهای مورد نظر محاسبه شد. شن و رس در حالت مرطوب با یکدیگر مخلوط شده، در قالب مربوطه متراکم گردیده و سپس به قالب اصلی دستگاه برش مستقیم انتقال یافتند:

$$BD_{ref} (g/cm^3) = 1.882 - 0.0083\%Clay$$

هر نمونه شن-کانی رسی در قالب فلزی دستگاه برش مستقیم به مدت ۱۲-۲۴ ساعت (بسته به مقدار رس) اشباع شده و سپس با نرخ جابه‌جایی برابر ۰۶/۱ میلی‌متر بر دقیقه و تحت تنش‌های عمودی برابر ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوپاسکال به صورت زهکشی شده و

^{۱۳۳}. Shear strength

^{۱۳۴}. Cohesion

^{۱۳۵}. Frictional strength

^{۱۳۶}. Angle of internal friction

^{۱۳۷}. Soil microstructure

^{۱۳۸}. Effective stress



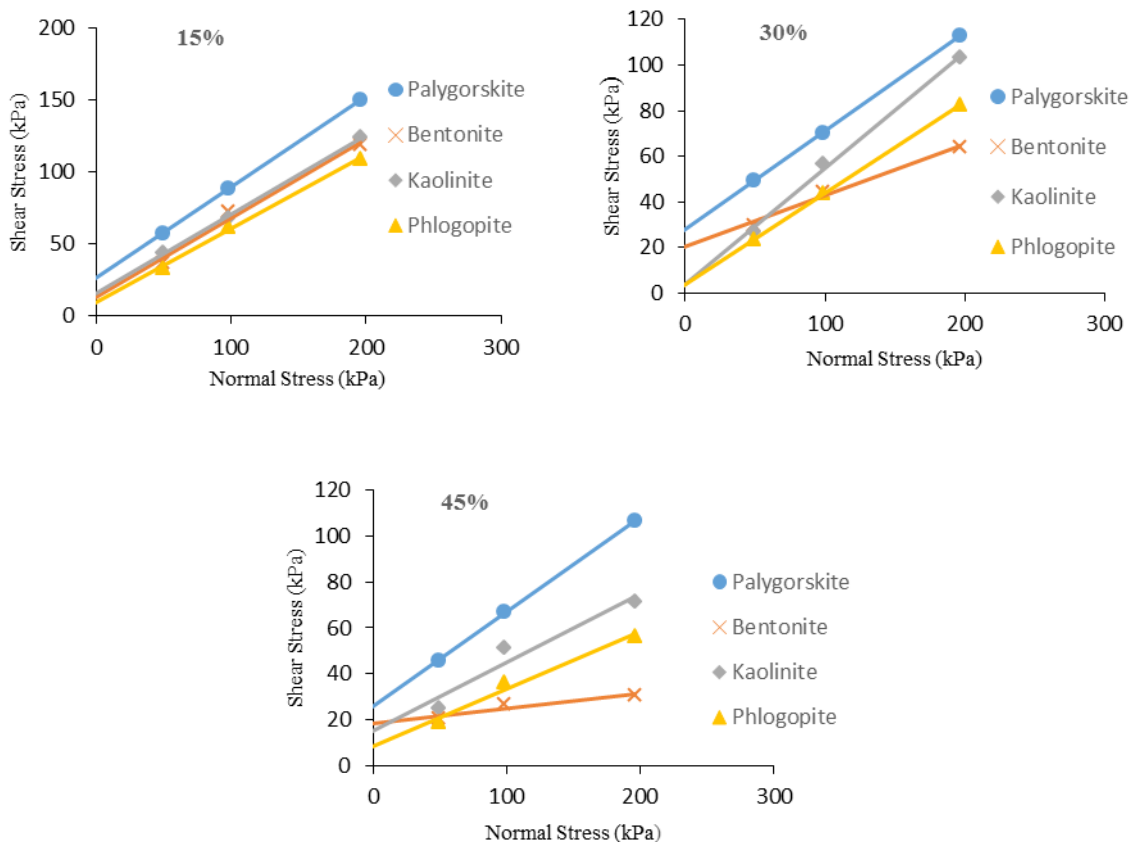
چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

تا رسیدن به تغییر مکان ۱۵٪ یا نقطه اوج مقاومت گسیخته شدند. سپس پوش خطی گسیختگی مور-کولمب با ترسیم داده‌های مقاومت برشی در برابر تنش عمودی به دست آمد و چسبندگی (c) به عنوان عرض از مبدا و زاویه پوش گسیختگی به عنوان زاویه اصطکاک داخلی () محاسبه شد.

تجزیه‌های آماری اثر مقدار و نوع کانی رسی بر پارامترهای مقاومت برشی (c و) در دو تکرار و با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار SAS ۹.۰ انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

پوش گسیختگی مور-کولمب برای مخلوط‌های مختلف شن-رس در شکل ۱ نشان داده شده است. به طور کلی با افزایش درصد رس، تفاوت ضرایب زاویه اصطکاک داخلی بین تیمارهای رسی مشخص تر شده است. به عبارت دیگر در تیمار ۱۵ درصد رس، تفاوت چندان بین رس‌های مختلف نیست ولی با افزایش مقدار رس، شیب پوش گسیختگی کاهش یافته و این کاهش برای رس بنتونیت چشم‌گیر است. دیده می‌شود در تمام سطوح رس، مخلوط پالیگورسکیت-شن بیش‌ترین چسبندگی را دارد. تغییرات چسبندگی با افزایش رس برای هر کانی نامنظم بوده در حالی که این تغییرات برای زاویه اصطکاک داخلی نظم بیش‌تری داشته و با افزایش رس در سه سطح کانی‌های مختلف، شیب (و زاویه اصطکاک داخلی) پوش گسیختگی کاهش یافت. به طور کلی می‌توان گفت زاویه اصطکاک داخلی برای ترکیب پالیگورسکیت-شن بیش‌ترین مقدار و سپس به ترتیب کائولینیت، فلوگوپیت و بنتونیت کاهش یافت.



شکل ۱- پوش گسیختگی مور-کولمب برای مخلوط‌های مختلف شن-رس مورد بررسی

اثر نوع رس و درصد رس و اثر متقابل آن‌ها بر پارامترهای مقاومت برشی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). پالیگورسکیت بیشترین میانگین چسبندگی را داشته و سپس میانگین این پارامتر به ترتیب در تیمارهای بنتونیت، کائولینیت و فلوگوپیت روند کاهشی داشت. با افزایش رس از ۱۵٪ به ۳۰٪ مقدار چسبندگی به مقدار ۱۶/۱۶٪ و به طور معنی داری کاهش یافت. با افزایش درصد رس از ۳۰٪ به ۴۵٪، مقدار چسبندگی ۸۲/۲۱٪ افزایش معنی دار یافت. افزایش چسبندگی در نتیجه افزایش رس از سطح ۱۵٪ به ۴۵٪ معنی دار نبود. میانگین زاویه اصطکاک داخلی در تیمارهای مورد بررسی به ترتیب کانی پالیگورسکیت < کائولینیت < فلوگوپیت < بنتونیت دیده شد. با افزایش رس از ۱۵٪ به ۳۰٪ و از ۳۰٪ به ۴۵٪، میانگین زاویه اصطکاک داخلی به ترتیب ۴۶/۲۶٪ و ۶۶/۳۵٪ کاهش معنی دار یافت (جدول ۲). نتایج حاصله با یافته‌های شانیوک و تیواری و موری در بررسی تأثیر افزایش میزان رس در خاک‌های شنی بر پارامترهای مقاومت برشی هم‌خوانی دارد؛ این دانشمندان گزارش کردند مقدار چسبندگی با افزایش درصد رس افزایش یافت (Shanyou et al, ۲۰۰۷) در حالی که با افزایش رس مقدار زاویه اصطکاک داخلی کاهش می‌یابد (Tiwari & Marui, ۲۰۰۵).

بررسی اثرات متقابل نوع و درصد رس بر چسبندگی، حاکی از روند تغییرات نامنظم این پارامتر به‌ازای افزایش درصد رس می‌باشد و بیشترین چسبندگی در تیمار ۳۰٪ پالیگورسکیت و کمترین مقدار آن در تیمار ۳۰٪ کائولینیت دیده شد. بنابراین نتیجه بدست‌آمده نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد. در شکل ۲ اثر متقابل نوع و درصد رس بر زاویه اصطکاک داخلی نشان می‌دهد روند کاهشی به‌ازای افزایش میزان رس برای رس‌های مختلف متفاوت است. بیشترین مقدار زاویه اصطکاک داخلی در سطح ۱۵٪ پالیگورسکیت به دلیل ساختار رشته‌ای و درگیر شدن این رشته‌ها در ایجاد مقاومت اصطکاکی (لغزشی) و فراوانی ذرات شن در این تیمار مشاهده شد و کمترین مقدار آن در ۴۵٪ بنتونیت به دلیل ذرات ریز، انعطاف‌پذیر و منظم این رس و مقدار کم شن بدست آمد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۱- تجزیه واریانس (MS) اثر نوع و درصد رس بر پارامترهای مقاومت برشی اشباع

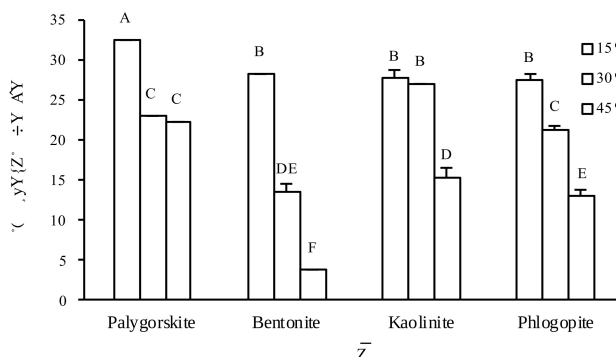
پارامترهای مقاومت برشی	چسبندگی	زاویه اصطکاک داخلی	درجه آزادی	منابع تغییرات
۲۶/۱۲۵**	۱۶/۴۱۶**	۳	۳	نوع رس (s)
۵۷/۴۶۸**	۵۰/۲۱**	۲	۲	درصد رس (p)
۳۷/۳۲**	۱۳/۳۵**	۶	۶	s×p
۸۵/۰	۸۹/۰	۱۲	۱۲	خطای آزمایش

** بیانگر اثر معنی دار در سطح احتمال ۱٪ است.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر نوع و درصد رس بر پارامترهای مقاومت برشی (چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی) در حالت اشباع

عوامل آزمایش	چسبندگی (kPa)	زاویه اصطکاک داخلی (°)
نوع رس		
پالیکورسکیت	^a ۴۷/۲۶	^a ۰۰/۲۶
بنتونیت	^b ۲۲/۱۷	^d ۳۴/۱۵
کائولینیت	^c ۷۳/۱۱	^b ۴۷/۲۳
فلوگوپیت	^d ۱۰/۷	^c ۷۶/۲۰
درصد رس		
۱۵٪	^a ۴۰/۱۶	^a ۰۶/۲۹
۳۰٪	^b ۷۵/۱۳	^b ۳۷/۲۱
۴۵٪	^a ۷۵/۱۶	^c ۷۵/۱۳

در هر ستون و در هر گروه میانگین‌های با حروف متفاوت، از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار دارند (از مومن LSD).



شکل ۲- اثر متقابل نوع و درصد رس بر میانگین مقدار زاویه اصطکاک داخلی

به طور کلی پالیکورسکیت به دلیل ساختار رشته‌ای و درگیر شدن این رشته‌ها در ایجاد مقاومت‌های چسبندگی و اصطکاکی، بیشترین مقادیر پارامترهای مقاومت برشی را داشت. رس کائولینیت به دلیل ذرات درشت و اتصال ضعیف بین آنها کمترین چسبندگی را بروز داد. ذرات ریز و انعطاف‌پذیر رس بنتونیت دلیلی بر زاویه اصطکاک داخلی کم آن می‌باشد.

منابع

- بای‌وردی، م.، ۱۳۸۸. فیزیک خاک، نشر دانشگاه تهران.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. ۱۹۹۸. The Nature and Properties of Soils. ۱۲th Edition, Prentice Hall, New York.
- Brigatti, M. F., E. Galan, B. K. G. Theng and F. Babonneau. ۲۰۰۶. Structure and mineralogy of clay minerals. PP. ۱۹-۸۶. In: F. Bergaya, B.K.G Theng, and G. Lagaly (Eds.), Development in Clay Science. Elsevier.
- Deer, W. A. and J. Zussman, ۱۹۶۲. Rock-Forming Minerals. Longman, London. ۹۳۲ P.
- Dexter, A. R. ۲۰۰۴. Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tilth land and hardsetting. Geoderma. ۱۲۰: ۲۱۵-۲۲۵.
- Dixon, J. B. ۱۹۸۹. Kaolin and serpentine group minerals, In: J. B. Dixon and S. B. Weed; Minerals in Soil Environments. Soil Sci. Soc. Am. Madison Wisconsin, USA. PP: ۴۶۷-۵۱۹.



- Galan, E., A. Singer. ۲۰۱۱. Development in Clay Science. Volume ۳. Development in Palygorskite-Sepiolite Research. PP. ۴۷۶. Elsevier.
- Hatibu, N. and D. R. P. Hettiaratchi. ۱۹۹۳. The transition from ductile flow to brittle failure in unsaturated soils. J. Agric. Eng. Res. ۵۴: ۳۱۹-۳۲۸.
- Khademi H., and Mermut A.R. ۱۹۹۸. Submicroscopy and stable isotope geochemistry of carbonates and associated palygorskite in selected Iranian Aridisols. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۰: ۲۰۷-۲۱۶.
- Leonard, J. and G. Richard. ۲۰۰۴. Estimation of runoff critical shear stress for soil erosion from soil shear strength. Catena. ۵۷: ۲۳۳-۲۴۹.
- Ley, G.J., C.A. Mullins and R. Lal. ۱۹۹۳. Effects of soil properties on the strength of weakly structured tropical soils. Soil Till. Res. ۲۸: ۱-۱۳.
- Mitchell, J. K. ۱۹۹۳. Fundamentals of Soil Behavior. ۲nd ed. John Wiley and Sons. New York.
- Mullins, C.E. and K.P. Panayiotopoulos. ۱۹۸۴. The strength of unsaturated mixtures of sand and kaolin and the concept of effective stress. J. Soil Sci. ۳۵: ۴۵۹-۴۶۸.
- Murray, H. H. ۲۰۰۷. Applied Clay Mineralogy: Occurrence, Processing and Application of Kaolins, Bentonite, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays. Elsevier, Amsterdam.
- Ruiz-Hitzky, E. ۲۰۰۱. Molecular access to intracrystalline tunnels of sepiolite. J. Mater. Chem. ۱۱: ۸۶-۹۱.
- Shanyoug, W and D. Chan. ۲۰۰۹. Experimental study of the fines content on dynamic compaction grouting in completely decomposed granite of Hong Kong. Construction and Building Materials ۲۳: ۱۲۴۹-۱۲۶۴.
- Sparks, D. L. and P. M. Huang. ۱۹۸۵. Physical chemistry of soil potassium. PP. ۲۰۱-۲۷۶. In: R. D. Munson (Ed.), Potassium in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA Madison, WI.
- Tiwari, B and H. Marui. ۲۰۰۵. A new method for the correlation of residual shear strength of the soil with mineralogical composition. Geotechn. Geoenviron. Eng. J. ۱۳۱: ۱۱۳۹-۱۱۵۰.

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of four types of Ca-saturated clay minerals (i.e. palygorskite, bentonite, kaolinite and phlogopite) in three rates (۱۵, ۳۰ and ۴۵%) on shear strength parameters (cohesion, c ; angle of internal friction, ϕ) of their sand-clay mixtures. The results showed that the ϕ decreased with an increment in the clay content while the c did not follow a specific trend with clay percent. The lowest and highest values of c belonged to ۳۰% of kaolinite (due to larger particles and in-between weak bonds) and palygorskite (due to filamentous structure), respectively. Furthermore, the lowest ϕ was observed for ۴۵% bentonite (with flexible fine particles) and its highest value was recorded for ۱۵% palygorskite. Overall, the differences among the treatments became more evident with an increase in the clay content; for the clay content of ۱۵% there was no considerable difference between the clay types but with an increment in the clay content, the ϕ would decrease especially for the bentonite.



کمی سازی ساختمان خاک با استفاده از مدل فرکتالی تعداد- اندازه مندلات

شیوا محمدیان خراسانی^۱، مهدی همایی^۲، ابراهیم پذیرا^۳
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

ساختمان خاک به دلیل رابطه مستقیمی که با کارایی و عملکرد خاک به ویژه در کشاورزی دارد دارای اهمیت بسیار است. به همین دلیل بیان کمی ساختمان خاک اهمیت زیادی در بررسی روابط آب و خاک و گیاه دارد. تقریباً هیچ گونه روش مشخصی برای اندازه گیری ساختمان خاک وجود ندارد، به گونه ای که می توان گفت تا کنون به طور کیفی توصیف شده است. از دیگر سو، ساختمان خاک به مفهومی کمی نیاز دارد تا بتوان آن را به صورت یک ویژگی قابل سنجش بیان کرد. بدین منظور، تعداد ۴۱ نمونه خاک دست نخورده از یک منطقه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس فراوانی نسبی اندازه خاکدانه ها و جرم ویژه ظاهری آنها در دو حالت خشک و تر اندازه گیری شد. سپس با استفاده از مدل های فرکتالی، بعد فرکتالی آنها تعیین و پایداری آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل فرکتالی تعداد- اندازه مندلات در سری الک خشک با دو شاخص تجربی بیشترین همبستگی را دارند و می توان از آن برای سنجش کیفی پایداری ساختمان خاک استفاده نمود.

واژه های کلیدی: بعد فرکتالی، ساختمان خاک، مدل های فرکتالی

مقدمه

توصیف ساختمان خاک هنوز برای خاکشناسان با چالش هایی همراه است و یک روش کاربردی، علمی و جهانی برای اندازه گیری ساختمان خاک وجود ندارد. زیرا برخلاف بافت خاک، ساختمان خاک بر اثر فعالیت های بیولوژیک، آب و هوا و مدیریت های مختلفی که بر روی آن انجام می شود، تغییر می کند (Harris et al., ۱۹۶۵). از آنجا که فعالیت های بشر موجب تغییرات کوتاه مدت و درازمدت در خاک می شود و ممکن است این تغییرات اثراتی مثبت و یا زیان آور بر عملکرد خاک بگذارند، ساختمان خاک باید به طور کمی مورد ارزیابی قرار گیرد.

هندسه فرکتالی در مقابل هندسه اقلیدسی توسط Mandelbrot (۱۹۸۲) به منظور کمی نمودن و تشریح اشکال نامنظم طبیعت پایه ریزی شد. پس از Mandelbrot محققین زیادی از جمله Kay و Rieu (۱۹۹۱)، Perfect و Sposito (۱۹۹۱) و Tyler و Wheatcraft (۱۹۹۲) از مفهوم فرکتال در مباحث مختلف مربوط به خاک استفاده کردند. طی فرآیند سلسله مراتبی تشکیل خاکدانه ها شکل و اندازه خاکدانه های کوچک تر تابعی از تعداد واحدهای بزرگ تر می باشند و این نحوه خرد شدن به وسیله بُعد کسری یا بُعد فرکتالی بیان می شود. به این ترتیب ساختمان خاک را می توان با توابع مبتنی بر هندسه فرکتالی کمی کرد (Perfect and Blevins, ۱۹۹۷). به دست آوردن بُعد فرکتالی به عنوان ابزاری مفید در مطالعات مربوط به خصوصیات فیزیکی خاک، فرسایش، فرآیندهای هیدرولوژیک و روشی نوین برای کمی سازی ساختمان خاک است که در آن خاکدانه ها جسمی شبه فرکتالی در نظر گرفته می شوند (Zhao et al., ۲۰۰۶).

در سال های اخیر، امکان توصیف توزیع اندازه ذرات، اندازه منافذ و اندازه خاکدانه ها با استفاده از هندسه فرکتالی، به عنوان ابزاری مناسب برای کمی کردن ساختمان خاک، فرسایش خاک و نفوذپذیری مورد استفاده قرار گرفته است (Filgueira et al., ۲۰۰۶; Miao et al., ۲۰۰۷; Montero, ۲۰۰۵; Rieu and Sposito, ۱۹۹۱ a,b).

Perfect و Kay (۱۹۹۱) برای ثابت ماندن مقدار تخمینی بُعد فرکتالی، خاکدانه ها را گروهی شکل فرض کرده و اثبات کردند که مقدار D نسبت به اثرات فعالیت های کشاورزی بر ویژگی های خاک حساس می باشد، بنابراین تغییرپذیری مکانی و زمانی ساختمان خاک را به خوبی توجیه و تفسیر می کند و به صورت یک پارامتر کمی قابل استفاده در مدیریت پایدار خاک قابل عرضه است. هر چه مقدار D بزرگ تر باشد، نشان دهنده پراکندگی بیشتر ذرات است. در نتیجه ذرات با اندازه کوچک تر بیشتر خواهند بود.

(Rieu و Tyler (۱۹۹۲) نشان دادند که مقدارهای D باید کمتر از ۳ باشد، لیکن این شرایط مرزی به بافت خاک بستگی دارد. هر چه از سطح به عمق برویم، بافت ممکن است ریزتر و درصد رس و سیلت بیشتر باشد و مقدار D افزایش می یابد. هدف مورد بررسی در این پژوهش محاسبه و تعیین پارامترهای فرکتالی مدل تعداد- اندازه مندلات پایداری خاکدانه ها و مقایسه آن با شاخص های تجربی میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه ها و انتخاب بهترین مدل برای بیان ساختمان خاک به صورت کمی می باشد.



مواد و روش‌ها

نمونه‌های خاک به صورت چند ریز نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک برداشت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و سپس توزیع اندازه خاکدانه‌ها با سری الک‌های تر و خشک بدست آمد. در این پژوهش برای محاسبه شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها از دو مدل تجربی و مدل فیزیکی تعداد-اندازه مندل برات توزیع تجمعی جهت برازش توزیع تعداد-اندازه خاکدانه‌ها در دو حالت خشک و تر استفاده شد.

برای محاسبه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از رابطه Van Bavel (۱۹۴۹) استفاده شد:

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{X}_i w_i \quad (1)$$

که در آن \bar{X}_i میانگین قطر خاکدانه‌ها

در هر کلاس اندازه، w_i نسبت وزن خاکدانه‌های خشک باقی مانده روی هر الک به وزن کل خاکدانه‌ها و n تعداد الک به کار برد شده می باشد.

برای محاسبه میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها از رابطه Mazurak (۱۹۵۰) استفاده گردید:

$$GMD = \exp \left[\frac{\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right] \quad (2)$$

که در آن w_i وزن خاکدانه‌ها در هریک از کلاس‌ها با میانگین قطر \bar{x}_i و $\sum w_i$ وزن کل خاک می باشد.

با استفاده از مدل تعداد-اندازه مندل برات بعد فرکتالی محاسبه شد:

$$N(r > R) = KR^{-D} \quad (3)$$

که در آن r اندازه قطر نرمال شده خاکدانه‌ها در هر بخش اندازه‌ای، $N(r > R)$ تعداد تجمعی خاکدانه‌های با اندازه r که از مقیاس اندازه گیری R بزرگ‌تر است، k مقدار ثابت و D بعد فرکتالی می باشد.

نتایج و بحث

جدول ۱، همبستگی بین شاخص‌های تجربی و ابعاد فرکتالی را در حالت خشک نشان می دهد. همچنین در جدول ۲ همبستگی شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها با ابعاد فرکتالی مدل تعداد-اندازه مندل برات برای خاک‌های تر نشان داده شده است. شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها در سری الک خشک و تر با بُدهای فرکتالی مدل تعداد-اندازه مندل برات در سطح معنی داری ۱٪ دارای همبستگی منفی می باشند که نتایج به دست آمده با نتایج تحقیقات Kay و Perfect (۱۹۹۱) همخوانی دارد.

جدول ۱- همبستگی میانگین‌های وزنی و هندسی خاکدانه‌ها با ابعاد فرکتالی مدل‌ها در حالت خشک

مدل‌های فرکتالی		شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها MWD و GMD		الک خشک	
				الک خشک	
GMD	MWD	GMD	MWD	GMD	MWD
D مدل تعداد-اندازه مندل برات					
۹۳۵/۰-***					
۹۰۸/۰-***					
۱۶۸/۰-*					
۱۷۰/۰-*					
** نمایانگر این است که در سطح ۱٪ همبستگی معنی داری وجود دارد و اعدادی که فاقد علامت می باشند عدم وجود همبستگی معنی دار را نشان می دهند، رنگ خاکستری نیز نشانه‌ی این است که در سطح ۱٪ بیشترین همبستگی بین بُدهای فرکتالی مدل‌ها و شاخص‌های تجربی وجود دارد.					

جدول ۲- همبستگی میانگین‌های وزنی و هندسی خاکدانه‌ها با ابعاد فرکتالی مدل‌ها در حالت تر

مدل‌های فرکتالی		شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها MWD و GMD		الک تر	
				الک تر	
GMD	MWD	GMD	MWD	GMD	MWD
D مدل تعداد-اندازه مندل برات					
۱۸۵/۰-*					
۱۲۴/۰-*					
۸۰۲/۰-***					
۹۳۹/۰-***					
** نمایانگر این است که در سطح ۱٪ همبستگی معنی داری وجود دارد و اعدادی که فاقد علامت می باشند عدم وجود همبستگی معنی دار را نشان می دهند، رنگ خاکستری نیز نشانه‌ی این است که در سطح ۱٪ بیشترین همبستگی بین بُدهای فرکتالی مدل‌ها و شاخص‌های تجربی وجود دارد.					



منابع

- Filgueira, R. R., Fournier, L. L., Cerisola, C. L., Gelati, P., Garcia, M. G. ۲۰۰۶. Particle-Size distribution in soils: a critical study of the fractal model validation. *Geoderma. J.* ۱۳۴: ۳۲۷-۳۳۴.
- Harris, R. F., Chesers, G., Allen, O. N. ۱۹۶۵. Dynamics of soil aggregation. *Advance in Agr.* ۱۸: ۱۰۷-۱۶۰.
- Mandelbrot, B. B. ۱۹۸۲. *The fractal geometry of nature.* W. H. Freeman, san francisco, CA.
- Mazurak, A. P. ۱۹۵۰. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Sci.* ۶۹: ۱۳۵-۱۴۸.
- Miao, C. Y., Wang, Y. F., Wei, X. ۲۰۰۷. Fractal characteristics of soil particles in surface layer of black soil. *Chin. Appl. Ecol. J.* ۱(۹): ۱۹۸۷-۱۹۹۳. In Chines with English abstract.
- Montero, E. R. ۲۰۰۵. Dimensions analysis of soil particle-size distributions. *Ecol. Model.* ۱۸۲: ۳۰۵-۳۱۵.
- Perfect, E., Blevins, R. L. ۱۹۹۷. Fractal characterization of soil aggregation and fragmentation as influenced by tillage treatment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۶۱: ۸۹۶-۹۰۰.
- Perfect, E., Kay, B. D. ۱۹۹۱. Fractal theory applied to soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۵۵۲-۱۵۵۸.
- Rieu, M., Sposito, G. ۱۹۹۱a. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: I. Theory. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Rieu, M., Sposito, G. ۱۹۹۱b. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: II. Applications. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۲۳۹-۱۲۳۸.
- Tyler, S. W., Wheatcraft, S. W. ۱۹۹۲. Fractal scaling of soil particle-size distribution: Analysis and limitations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۶: ۳۶۲-۳۶۹.
- Van Bavel, C. H. M. ۱۹۴۹. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*
- Zhao, S. W., Su, J., Yang, Y. h., Liu, N., Wu, J., Shanguan, Z. ۲۰۰۶. A fractal method of estimating soil structure changes under different vegetations on Ziwuling mountains of the Loess plateau, China. *Chin. Agric. Sci. J.* ۵(۷): ۵۳۰-۵۳۸.

Abstract

Soil structure has an important role due to its direct influences on soil functions. For this reason, quantitative description of soil structure is required for assessing soil-water-plant relationships. Yet, there is no accepted universal method to measure soil structure, such that can be said that soil structure is described in a qualitative manner. Thus, soil structure needs a quantitative description in order to assign it as a measurable input quantity. For this purpose, some soil samples were taken from an agricultural area and transported to the laboratory. The aggregates relative frequencies as well as their bulk densities were measured. The fractal dimensions of all soil samples were then derived using some fractal models to assess the aggregate stability of soil samples. The results showed that the fractal dimension model of the Mandelbrot has the highest correlation with the empirical indices in the dry sieve series.



ارزیابی برخی توابع انتقالی موجود در برآورد منحنی رطوبتی در خاکهای غنی از ماده آلی

آمنه جمشیدی فرد^۱، شجاع قربانی دشتکی^۲ و جواد گیوی^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

منحنی رطوبتی یکی از ویژگیهای مهم هیدرولیکی خاک است که اندازهگیری مستقیم آن دشوار، هزینه بر و وقتگیر است لذا در این پژوهش از توابع انتقالی جهت برآورد منحنی رطوبتی خاک استفاده شد. سپس کارایی هریک از این توابع در برآورد منحنی رطوبتی خاکهای غنی از ماده آلی مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت برآورد منحنی رطوبتی در خاکهای مورد مطالعه از توابع وریکن و همکاران (۱۹۸۹)، ROSETTA (اسخاپ و همکاران، ۲۰۰۱)، توابع قربانی و همکاران (۲۰۱۰) و خداوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) استفاده شد. برای این مطالعه ۳۸ نمونه خاک از خاکهای مرغزار شهرکرد که از نظر ماده آلی غنی هستند انتخاب و خاکها بر اساس ماده آلی به دو گروه خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪ و خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪ تقسیم شدند. به هریک از توابع بر اساس ریشه میانگین مربعات خطا، ضریب همبستگی پیرسون و قدر مطلق میانگین خطا یک رتبه نهایی تعلق گرفته است. در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪، توابع پارامتریک نوع دوم خداوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) بهترین کارایی و در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪، توابع پارامتریک نوع اول خداوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) بهترین کارایی را در برآورد منحنی رطوبتی داشتند. با این وجود، به طور کلی استفاده از توابع ارزیابی شده برای برآورد منحنی رطوبتی خاکهای غنی از ماده آلی پیشنهاد نمیشود.

واژه‌های کلیدی: توابع انتقالی، خاکهای غنی از ماده آلی، منحنی رطوبتی

مقدمه

اندازهگیری مستقیم منحنی رطوبتی دشوار، وقتگیر و پرهزینه است و همچنین نیازمند انجام آزمایشات دقیق است. بنابراین استفاده از این روشها در مسائل هیدرولوژی خاک به صرفه نخواهد بود (آریا و پاریس، ۱۹۸۱). به همین جهت استفاده از روشهای غیر مستقیم هزینه و وقت لازم را به حداقل ممکن میرساند. یکی از روشهای غیر مستقیم تعیین ویژگیهای هیدرولیکی خاک، برآورد آنها با استفاده از ویژگیهای پایه‌های خاک توسط توابع انتقالی است. این توابع میتوانند با تکیه بر دادههای زودیافت خاک برخی از ویژگیهای خاک از قبیل میزان نگهداری آب در خاک و ویژگیهای هیدرولیکی را به طور مستقیم برآورد کنند. در واقع توابع انتقالی ویژگیهای دیریافت خاک را به خصوصیات پایه خاک مرتبط میکنند (راجکایی و همکاران، ۲۰۰۴) و شکاف بین دادههای زودیافت و دیریافت خاک را پر میکنند. بدین منظور روشهایی چون رگرسیون خطی و غیرخطی و شبکههای عصبی مصنوعی استفاده میشوند. با توجه به پیچیدگی ویژگیهای هیدرولیکی خاک و نیز تغییرات شدید مکانی و زمانی این ویژگیها به ویژه زمانی که تعداد اندازهگیریها کم است میتوان از توابع انتقالی به عنوان راهکار عملی، با صرف وقت و هزینه کمتر و دقت قابل قبول جهت برآورد این ویژگیها استفاده کرد. این توابع دادههای زودیافت خاک را به دادههای دیریافت خاک که اندازهگیری آنها سخت است تبدیل میکند. نگهداری آب در خاک به کربن آلی و بافت خاک و اثر متقابل آنها مربوط میشود. با افزایش کربن آلی نگهداری آب در خاکهای درشت بافت نسبت به خاکهای ریز بافت بیشتر خواهد بود. در درصدهای بالای کربن آلی خاک با افزایش درصد ماده آلی، نگهداری آب در خاک در تمام بافتها (سبک و سنگین) افزایش پیدا میکند. گزارشات مبنی بر اثر تغییرات کربن آلی بر روی منحنی نگهداری آب در خاک ضد و نقیض است. به طوری که برخی ماده آلی را بر هریک از دو نقطه مؤثر و برخی دیگر آن را غیر مؤثر میدانند. معلوم نیست که این تناقضها از کجا ناشی شده است (راولز و همکاران، ۲۰۰۳)

بررسی منابع نشان میدهد که علی رغم توسعه انواع روشهای مدلسازی، هنوز توابع انتقالی خاک با محدودیتهای گوناگون روبرو هستند؛ محدودیتهای شامل وابستگی به نوع و میزان دقت روشهای اندازهگیری، در نظر نگرفتن ویژگیهای ساختمانی و کانی شناسی خاک، وجود آثار عواملی همچون فرسایش و شخم بر پایداری زمانی توابع، کارایی نه چندان بالا در دیگر مناطق، نبود اطلاعات جانبی و تکمیلی درباره شرایطی که در آن نمونه برداری خاک انجام شده، وضعیت پوشش گیاهی، سطح زمین و بسیاری دلایل دیگر هستند.

توابع انتقالی روزتا (اسخاپ و همکاران، ۲۰۰۱)، SOILPAR (اکوتیس و دوناتلی، ۲۰۰۳)، وریکن و همکاران (۱۹۸۹) و همچنین توابع قربانی و همکاران (۲۰۱۰) و خداوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) توابعی هستند که پارامترهای مدل ونگنوختن (۱۹۸۰) را برآورد میکنند. برخی از این پژوهشگران توابع نقطهای جهت برآورد مقدار رطوبت در برخی نقاط منحنی رطوبتی نیز پیریزی کرده‌اند. در



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

این پژوهش با استفاده از این توابع پارامترهای مدل ونگنوختن (۱۹۸۰) و همچنین مقدار رطوبت در برخی نقاط منحنی رطوبتی برآورد شد و عملکرد هریک از این توابع در برآورد این خصوصیات برای خاکهای غنی از ماده آلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در خاکهای غنی از ماده آلی مرغزارهای دشت شهرکرد انجام شد. برای این مطالعه ۳۸ نمونه خاک از خاکهای مرغزار شهرکرد انتخاب و خاکها بر اساس ماده آلی به دو گروه خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪ و خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪ تقسیم شدند. در مورد ویژگیهای فیزیکی، بافت خاک به روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری به روش سیلندر، ماده آلی ذرات، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانهها به روش الک تر، میانگین هندسی و انحراف معیار هندسی قطر ذرات خاک با استفاده از روابط شیرازی و بورسما محاسبه شدند. از خصوصیات شیمیایی کربنات کلسیم معادل و ماده آلی به روشهای رایج اندازهگیری شدند. میزان رطوبت هر نمونه خاک در سه تکرار در پتانسیلهای ماتریک ۰، ۱، ۵، ۱۰، ۳۰، ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰- و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال اندازهگیری شد.

دامنه توزیع اندازه ذرات در خاک های مورد مطالعه و خلاصه ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪ و در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪ به ترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول ۱ دامنه تغییرات توزیع اندازه ذرات خاک

توزیع اندازه ذرات خاک	ماده آلی کمتر از ۵٪			ماده آلی بیشتر از ۵٪		
	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
حداقل	۱۰	۱۸	۳۶	۰	۱۴	۱۸
حداکثر	۳۰	۶۰	۶۴	۳۹	۶۸	۷۱
میانگین	۵/۱۸	۷۵/۳۶	۷۵/۴۴	۴/۱۷	۹۳/۳۶	۲/۴۷

جدول ۲- دامنه تغییرات ویژگی خاکهای مورد مطالعه در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪

	d_g	GMD	MWD	CaCO ₃	OM	POM	b	
حداقل	۰.۹۹	۶۸/۰	۱۲/۰	۳/۳	۱۷/۱	۰۸/۰	۹۷/۰	۱
حداکثر	۱	۸۷/۰	۷۹/۰	۷/۶	۸/۴	۳۶/۰	۱۹/۱	۶۳/۳
میانگین	۱	۷۸/۰	۳۵/۰	۵۵/۴	۳	۲۲۷/۰	۰۲/۱	۴۵/۲

جدول ۳- دامنه تغییرات ویژگی خاکهای مورد مطالعه در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪

	d_g	GMD	MWD	CaCO ₃	OM	POM	b	
حداقل	۰.۹۹	۴۴/۰	۰۶/۰	۴/۰	۲/۵	۰۳/۰	۶/۰	۱۷/۱
حداکثر	۱	۱	۱۳/۱	۳/۶	۶/۱۹	۰۴/۱	۸۵/۰	۶
میانگین	۱	۷۳/۰	۴۵/۰	۹/۲	۵/۱۰	۲۷/۰	۷۵/۰	۴۷/۲

ساختار توابع انتقالی استفاده شده در این پژوهش در زیر آورده شده است.
توابع وریکن و همکاران (۱۹۸۹)

$=CI \cdot 0.01/0.0 + x \cdot 0.283/0.0 - 0.81/0.0 \cdot x$	$R^2 = 0.8/0.4$	(۱)
$= r \cdot 0.15/0.0 + CI \cdot 0.05/0.0 + x$	$R^2 = 0.73$	(۲)
$CI \cdot 0.23/0.0 - 0.617/0.0 - C \cdot 0.351/0.0 - S \cdot 0.25/0.0 + 0.486/0.0 = \log x$	$R^2 = 0.60$	(۳)
$= S^2 \cdot 0.015/0.0 + CI \cdot 0.31/0.0 - S \cdot 0.09/0.0 - 0.52/0.0 \log n$	$R^2 = 0.56$	(۴)
توابع انتقالی قربانی دشتکی و همکاران (۲۰۱۰)		
نقطه ای نوع اول		
$b \cdot 4/12 + S \cdot 38/0.0 - 3/34 = 1.0$	$= 0.8 \cdot R^2$	(۵)
$b \cdot 1/17 + S \cdot 282/0.0 - 1/14 = r$	$= 0.65 R^2$	(۶)
$b \cdot 3/14 + S \cdot 31/0.0 - 2/12 = 1.0$	$= 1/6 VR^2$	(۷)
$CI/Si^3/4 + b \cdot 41/8 + S \cdot 22 - 12 = r \cdot x$	$= 0.74 R^2$	(۸)
$CI \cdot 32/0.0 + 4/9 = 0.5$	$= R^2 \cdot 3/65$	(۹)
$CI \cdot 33/0.0 + 2/6 = 0.5$	$= R^2 \cdot 2/74$	(۱۰)

نقطه ای نوع دوم



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 45/51 - 21/50 = 1$	$= 79R^2$	(۱۱)
$b \times 2/13 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 7/67 - 2/25 = r$	$= 3/68R^2$	(۱۲)
$b \times 21/11 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 6/49 - 3/17 = 1$	$= R^2 4/74$	(۱۳)
$b \times 1/8 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 85/39 - 0/16 = r$	$= 7/77R^2$	(۱۴)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 19/2 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 7/42 - 6/14 = \Delta$	$= 5/71R^2$	(۱۵)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 31/3 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 59/38 - 38/10 = 15$	$= 78R^2$	(۱۶)
پارامتریک نوع اول		
$Cl \times 0.32/0.34/0 = r$	$= 29R^2$	(۱۷)
$b \times 258/0 - S \times 0.061/0 - 85/0 = s$	$R^2 = 90/2$	(۱۸)
$b \times 499 + S \times 1/4 - 476 = /1$	$= 9/68R^2$	(۱۹)
$= S \times 0.28/0 - 56/1n$	$= 8/11R^2$	(۲۰)
پارامتریک نوع دوم		
$b \times 521/0 - 22/0 = r$	$= 5/27R^2$	(۲۱)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 131/0 - x \quad b \times 258/0 - 891/0 = s$	$= 7/89R^2$	(۲۲)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 79/8 - b \times 528 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 632 - 404 = /1$	$= 8/64R^2$	(۲۳)
$= d_g \times 471/0 + d_g \cdot \frac{1}{10} \times 183/3 - 791/6n$	$= 6/20R^2$	(۲۴)
توابع انتقالی خدوردی لو و همکاران (۲۰۱۱)		
پارامتریک نوع اول		
$CaCO_r \times 0.306/0 - b \times 108/0 + Cl/S \times 0.62/0 + 38/0 = s$	$= 57R^2$	(۲۵)
$CaCO_r \times 0.0736/0 - PWP \times 98/1 + FC \times 873/0 - d_g \times 0.274/0 - 103/0 = r$	$= 71R^2$	(۲۶)
$CaCO_r \times 0.0612/0 - d_g \times 0.0771/0 + 142/0 = s$	$= 24R^2$	(۲۷)
$= CaCO_r \times 0.292/0 + PWP \times 57/4 + FC \times 74/3 - d_g \times 0.217/0 - 22/2n$	$= 30R^2$	(۲۸)
پارامتریک نوع دوم		
$b \times 177/0 + Cl/S \times 0.110/0 + 230/0 = s$	$= 42R^2$	(۲۹)
$PWP \times 96/1 + FC \times 837/0 - d_g \times 0.328/0 - 114/0 = r$	$= 70R^2$	(۳۰)
$d_g \times 0.129/0 + 0.22/0 = s$	$= 60R^2$	(۳۱)
$= PWP \times 48/4 + FC \times 74/3 - d_g \times 0.238/0 - 27/2n$	$= 29R^2$	(۳۲)
نقطه ای نوع اول		
$CaCO_r \times 0.172/0 - b \times 106/0 + Cl/S \times 0.946/0 + 222/0 = 1$	$= 69R^2$	(۳۳)
$CaCO_r \times 0.044/0 - d_g \cdot \frac{1}{10} \times 936/0 - b \times 177/0 + 72/0 = r$	$= 72R^2$	(۳۴)
$CaCO_r \times 0.025/0 - d_g \cdot \frac{1}{10} \times 796/0 - b \times 142/0 + 612/0 = 1$	$= 76R^2$	(۳۵)
$CaCO_r \times 0.183/0 - d_g \cdot \frac{1}{10} \times 723/0 - d_g \times 0.247/0 + b \times 109/0 + 529/0 = r$	$= 77R^2$	(۳۶)
$CaCO_r \times 0.075/0 - d_g \cdot \frac{1}{10} \times 648/0 - d_g \times 0.23/0 + b \times 112/0 + 46/0 = \Delta$	$= 73R^2$	(۳۷)
$CaCO_r \times 0.0242/0 - d_g \cdot \frac{1}{10} \times 65/0 - d_g \times 0.113/0 + b \times 131/0 + 422/0 = 15$	$= 65R^2$	(۳۸)
نقطه ای نوع دوم		
$b \times 668/0 + Cl/S \times 123/0 + 306/0 = 1$	$= 71R^2$	(۳۹)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 938/0 - b \times 176/0 + 724/0 = r$	$= 73R^2$	(۴۰)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 797/0 - b \times 141/0 + 614/0 = 1$	$= 77R^2$	(۴۱)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 731/0 - d_g \times 0.25/0 + b \times 105/0 + 544/0 = r$	$= 78R^2$	(۴۲)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 652/0 - d_g \times 0.231/0 + b \times 111/0 + 466/0 = \Delta$	$= 74R^2$	(۴۳)
$d_g \cdot \frac{1}{10} \times 638/0 - d_g \times 0.109/0 + b \times 136/0 + 402/0 = 15$	$= 66R^2$	(۴۴)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در توابع پارامتریک CI درصد رس، S درصد شن، C درصد کربن آلی و b جرم ویژه ظاهری خاک، dg میانگین هندسی قطر ذرات خاک، g انحراف معیار هندسی قطر ذرات خاک، CaCO_3 کربنات کلسیم معادل خاک میباشند که به عنوان ویژگیهای زود یافت خاک مورد استفاده قرار گرفته اند و s و r و n پارامترهای مدل ونگنوختن (۱۹۸۰) هستند که ویژگیهای دیر یافت در این توابع هستند. در توابع نقطه‌ای i رطوبت حجمی در مکش ماتریک i ام، S درصد شن، CI درصد رس، Si درصد سیلت و b جرم ویژه ظاهری خاک هستند.

توابع انتقالی ROSETTA: این توابع در واقع یک برنامه کامپیوتری است که ۵ مدل سلسله مراتبی را برای تخمین نگهداشت رطوبتی، هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع اجرا میکند.

نتایج و بحث

برای ارزیابی عملکرد مدل‌های منحنی رطوبتی و همچنین توابع پیریزی شده در تعیین ویژگیهای دیر یافت خاک از شاخصهای آماری میانگین خطا، قدر مطلق میانگین خطا، ریشه دوم میانگین مربعات خطا، ضریب همبستگی پیرسون و شاخص اطلاعاتی آکایکه استفاده شد (قربانی دشتکی و همکاران، ۲۰۱۰). پس از ارزیابی منحنی رطوبتی توسط هریک از توابع انتقالی موجود، کارایی هریک از این توابع در برآورد منحنی رطوبتی خاکهای غنی از ماده آلی مورد ارزیابی قرار گرفت. جداول ۴ و ۵ به ترتیب شاخصهای آماری جهت ارزیابی توابع انتقالی موجود در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪ و بیشتر از ۵٪ ارائه کرده‌اند. توابع با کمترین RMSE مقدار کارایی به نسبت به سایر توابع دارد. توابعی که بیشترین ضریب همبستگی (r) را دارند نسبت به سایر توابع انتقالی بیشترین کارایی را دارند. در نهایت به هریک از توابع انتقالی یک رتبه نهایی تعلق گرفته است. در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪، توابع پارامتریک نوع دوم خدوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) بهترین کارایی و در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۴٪، توابع پارامتریک نوع اول خدوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) بهترین کارایی را در برآورد منحنی رطوبتی داشتند.

جدول ۴ - میانگین شاخص های آماری برای توابع انتقالی موجود در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪

رتبه نهایی	mME	mRSME	mr	mAME	
۶	۱۷/۰	۰۸/۰	۰۴/۰	۲۲/۰	توابع انتقالی وریکن و همکاران (۱۹۸۹)
۴	۰۱۳/۰	۱۳/۰	۲۴/۰	۱/۰	توابع انتقالی ROSETTA
۳	۲۲/۰	۱۳/۰	۱۹/۰	۲۲/۰	توابع پارامتریک قربانی و همکاران (نوع ۲)
۵	۰۳/۰	۱۲/۰	۴۶/۰	۰۰۳/۰	توابع پارامتریک خدوردی لو و همکاران (نوع ۱)
۱	-۰۳/۰	۰۳/۰	۳۵/۰	۱۲/۰	توابع پارامتریک خدوردی لو و همکاران (نوع ۲)
۲	۰۶/۰	۴۱/۰	۳۸/۰	۰۷/۰	توابع نقطه‌ای قربانی و همکاران (نوع ۱)

جدول ۵ - میانگین شاخص های آماری برای توابع انتقالی موجود در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪

رتبه نهایی	mME	mRSME	mr	mAME	
۵	۱۳/۰	۲۲/۰	۰۳/۰	۱۸/۰	توابع انتقالی وریکن و همکاران (۱۹۸۹)
۱	۰۱۶/۰	۱۴/۰	۲۸/۰	۱۱/۰	توابع انتقالی ROSETTA
۶	۲۱/۰	۱۸/۰	۰۳/۰	۲۱/۰	توابع پارامتریک قربانی و همکاران (نوع ۲)
۲	۰۵/۰	۱۴/۰	۳۱/۰	۰۰۲/۰	توابع پارامتریک خدوردی لو و همکاران (نوع ۱)
۳	۰۳/۰	۱۶/۰	۱۶/۰	۱۳/۰	توابع پارامتریک خدوردی لو و همکاران (نوع ۲)
۴	۱/۰	۳۸/۰	۱۸/۰	۱۱/۰	توابع نقطه‌ای قربانی و همکاران (نوع ۱)

منحنی رطوبتی برآورد شده توسط هریک از توابع انتقالی موجود در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪ و منحنی رطوبتی برآورد شده توسط هریک از توابع انتقالی موجود در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪ به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. با توجه به این شکل‌ها و همچنین نتایج ارائه شده در جدول‌های ۴ و ۵، توابع انتقالی موجود در برآورد منحنی رطوبتی در خاکهای با ماده آلی کمتر از ۵٪ کارایی بهتری نسبت به توابع انتقالی موجود در برآورد منحنی رطوبتی در خاکهای با ماده آلی بیشتر از ۵٪ دارند.

منابع

اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری. ۱۳۹۱. گزارش نهایی طرح احیا و مدیریت مرغزار شهرکرد. جلد چهارم خاکشناسی.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- رضایی آباجلو، ا. بهمنش، ج. محمد نژاد، ب. زینال زاده، ک. حبیب زاده آذر، ب. ۱۳۹۲. ارزیابی توابع انتقالی در برآورد رطوبت اشباع خاکهای آهکی. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. سال سوم. شماره دوازدهم. صفحه‌های ۷۱ تا ۸۲.
- قربانی دشتکی، ش. و همایی، م. ۱۳۸۶. برآورد پارامترهای برخی مدل‌های نفوذ آب به خاک با استفاده از توابع انتقالی. مجله آبیاری و زهکشی ایران جلد اول. شماره اول. صفحه‌های ۲۱ تا ۳۹.
- نوابیان، م. لیاقت، ع. و همایی، م. ۱۳۸۲. تخمین هدایت هیدرولیکی اشباع با استفاده از توابع انتقالی. مجله تحقیقاتی مهندسی کشاورزی جلد چهارم. شماره شانزدهم. صفحه‌های ۱ تا ۱۱.
- نوابیان، م. لیاقت، ع. و همایی، م. ۱۳۸۳. تخمین هدایت آبی اشباع با استفاده از توابع انتقالی. سومین کارگاه فنی زهکشی. GhorbaniDashtaki Sh., Homae M. and Khodaverdiloo H. ۲۰۱۰. Derivation and validation of pedotransfer functions for estimating soil water retention curve using a variety of soil data. Soil Use and Management ۲۶:۶۸-۷۴.
- Khodaverdiloo H., Homae M. van Genuchten M. Th. and GhorbaniDashjaki Sh. ۲۰۱۱. Deriving and validating pedotransfer functions for some calcareous soils. Journal of Hydrology ۳۹۹:۹۳-۹۹.
- Nasta P. Chirico G. B., Kamai T. Hompmans J. W. and Romano N. ۲۰۹۹. Scaling soil water retention functions using particle-size distribution. Geophysical Research Abstracts, Vol. ۱۱.
- Rajkai. K. Kabos. S. and Van Genuchten. M. Th. ۲۰۰۴. Estimating the water retention curve from soil properties: Comparison variable methods. Soil Till. Res ۷۹: ۱۴۵-۱۵۲.
- Rawls W. J. and Pachepsky Y. A. ۲۰۰۳. Effect of soil organic carbon on soil water retention Geoderma ۱۱۶:۶۱-۷۶.
- Schaap. M. G. and Leij. F. J. ۱۹۹۸. Database related accuracy and uncertainty of pedotransfer functions. Soil Science Society of America Journal ۱۶۳ (۱۰): ۷۶۵-۷۷۹.
- Shirazi M. A. and Boersma L. ۱۹۸۴. Aunifying quantitative analysis of soil texture. Soil Science Society of America Journal ۴۸:۱۴۲-۱۴۷.
- Vereecken H., Mses J. Feyen J. and Darius P. ۱۹۸۹. Estimating the soil moisture retention characteristics from texture, bulk density, and carbon content. Soil Science Society of America Journal ۱۴۸:۳۸۹-۴۰۲.
- Wosten. J. H. M. Finke P. A. and Jasen M. J. W. ۱۹۹۵. Comparison of class and continuous pedotransfer functions to generate soil hydraulic characteristics. Geoderma ۶۶:۲۲۷-۲۳۷.

Abstract

soil moisture curves is one of the important parameters of hydraulic conductivity that direct measurement is difficult, costly and time-consuming. in this study, transfer functions were used to estimate soil moisture curve. Then each of these functions estimating soil moisture curve in rich organic matter soils were evaluated. In study were used the Vereecken and et.al (۱۹۸۹), ROSETTA (Schaap, et al., ۲۰۰۱), the functions of the GhorbaniDashtaki and et al (۲۰۱۰) and Khodaverdiloo and et al (۲۰۱۱). In this research, ۳۸ soil samples from soils Shahrekord Meadows were selected. Soils in two groups were classified, soils with less than ۵% and more than ۵% organic matter. To each of functions on the RSME, r and AME was given a final rating. In soils with organic matter less than ۵%, the second parametric functions Khodaverdiloo and et al (۲۰۱۱) and in soils with greater than ۵%, the first parametric functions Khodaverdiloo and et al (۲۰۱۱) had better estimation in soil moisture curve. However, Generally, functions evaluated to estimate soil water retention curve-rich organic matter soils is not recommended.



بررسی کیفیت فضای سبز پارکهای ساحلی شهر اهواز با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

زینب سعیداوی^۱، بیژن خلیلی مقدم^۱، محسن باقری^۲ و نفیسه رنگ زن^۱
۱- گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲- عضو شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی کیفیت فضای سبز پارکهای ساحلی شهر اهواز با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی می باشد. به این منظور از تکنیک آنتروپی برای تعیین وزن شاخصهای خاک و از روش مقایسه زوجی برای تعیین وزن گیاه و عناصر انسان ساخت استفاده شد. برای بررسی و اولویت بندی گزینههای پیشنهادی از روش تصمیم گیری چندمعیاره با کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. نتایج حاصله نشان داد که در پارکهای ساحلی شهر اهواز از لحاظ کیفیت فضای سبز، مکانهای S18 و S41 با بیشترین امتیاز در سطح بسیار مطلوب و مکانهای S49، S47، S4، S3 و S50 در سطح مطلوب قرار داشتند. سایر مکانها نیز از مطلوبیت کمتری برخوردار بوده اند. ۸۰ درصد از کیفیت فضای سبز پارکهای ساحلی شهر اهواز نیز به کیفیت خاک آن مربوط می شود.

واژه های کلیدی: کیفیت فضای سبز، پارکهای ساحلی اهواز، AHP، آنتروپی، تصمیم گیری چندمعیاره

مقدمه

با افزایش جمعیت و توسعه و گسترش شهرنشینی انسانها به تدریج از طبیعت دور شده اند و تراکم بیش از حد جمعیت و دخالت در محیط طبیعی و ایجاد محیطهای انسان ساخت، نیازهای زیست محیطی، جسمی و روحی انسان را بیشتر بروز داده است (حیدری بخش، ۱۳۸۷). پارکهای شهری بخشی از فضاهای سبز عمومی اند که علاوه بر دارا بودن جنبه های تفریحی و فرهنگی و زیست محیطی، جنبه خدمات دهی به مناطق مختلف شهر را نیز دارند (قربانی و تیموری، ۱۳۸۹). استقرار پارکهای شهری از یک سو به جهت تأثیری که بر کیفیت زندگی شهری و نیل به توسعه پایدار دارند و از سوی دیگر به جهت بار مالی بدون بازگشت سرمایه و سود که برای شهرداریها به جای می نهند، ارزش بررسی گسترده را دارند (Manlum، ۲۰۰۳). در بیشتر بحثها بر پارکها و فضای سبز شهری به عنوان یک راهکار بسیار مهم که میتواند کیفیت زندگی اجتماعی شهری را بالا ببرد، تأکید شده است (Girardet، ۱۹۹۲). فضای سبز می تواند خدمات اجتماعی و روانی بسیار زیادی ارائه دهد و به عنوان عاملی که میتواند نقش بسیار مهمی در توانمند ساختن شهرهای جدید و همچنین ساکنان آنها داشته باشد، عمل کند (Urich، ۱۹۸۱). بی تردید فضای سبز و پارکهای شهری را باید در زمره اساسی ترین عوامل پایداری حیات طبیعی و انسانی در شهرنشینی امروز به شمار آورد (اسمعیلی، ۱۳۸۱). انتخاب مکان مناسب برای فضاهای سبز شهری، یک فرآیند پیچیده است که نه تنها نیازمند تواناییهای تکنیکی فراوانی است، بلکه نیازهای فضایی کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، محیطی و سیاسی را نیز می طلبد. چنین پیچیدگی هایی ناگزیر استفاده از ابزارهای متعدد تصمیم گیری، از قبیل سیستم اطلاعات جغرافیایی و روشهای آنالیز تصمیم گیری چند معیاره (MADM) را می طلبد (احمدی زاده و بنای رضوی، ۱۳۸۹). به عنوان اولین نمونههای تحقیقاتی در سطح جهانی میتوان به مطالعات بنایی و کاشانی در زمینه AHP به تحلیل قابلیت اراضی اشاره کرد (بنای کاشانی، ۱۹۸۹). عمده مطالعات جهانی در این زمینه در اواخر دهه ۹۰ انجام پذیرفته است (Dong، ۲۰۰۸). مانلوم در پایان نامه کارشناسی ارشد خود در تحلیل فضای سبز شهری، از GIS و AHP بهره برده است و معیارهای انتخابی وی، عوامل: آلودگی هوا، آلودگی آب سطحی، آلودگی آب زیرزمینی و آلودگی صوتی بوده و در قضاوت به جای ۹ درجه اهمیت از ۳ درجه اهمیت در روش مقایسه زوجی استفاده نموده است (Manlum، ۲۰۰۳). فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP روشی منعطف، قوی و ساده است جهت تصمیم گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم گیری متضاد، انتخاب بین گزینهها را با مشکل مواجه میسازد، مورد استفاده قرار می گیرد (Bertolini، ۲۰۰۶). این روش برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی، برای بیان تصمیم گیریهای چند معیاره پیشنهاد شد. ساعتی معتقد است که فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک فن برای تصمیم گیریهای پیچیده می باشد. بنابراین AHP به برنامه ریز کمک میکند تا یکی از مناسبترین گزینهها را برای رفع مشکلات انتخاب نماید (Saaty، ۲۰۰۸). در مقاله حاضر سعی شده است با انتخاب پارکهای ساحلی شهر اهواز به عنوان مطالعه موردی قابلیت های تکنیکهای فوق الذکر در یک زمینه تجربی مورد استفاده قرار گیرد. در واقع هدف کلی این پژوهش اولویت بندی کیفیت فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و تصمیم گیری چند معیاره می باشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روش‌ها

۱- منطقه مورد بررسی

محدوده مورد مطالعه شامل پارک‌های ساحلی شهر اهواز می‌باشد که در موقعیت جغرافیایی ۲۳° ۲۸' ۳۹" طول شرقی و ۵۶° ۱۵' ۳۱" عرض شمالی و ۱۱ متر ارتفاع متوسط از سطح دریا قرار دارد.

۲- روش تحقیق

در تحقیق حاضر با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی مدلی برای الویت بندی فضای سبز پارک‌های ساحلی شهر اهواز از لحاظ کیفیت، پای ریزی گردید. بدین منظور از ۵۰ نقطه پارک‌های ساحلی (۲۵ نقطه از ساحلی شرقی و ۲۵ نقطه از ساحلی غربی) نمونه برداری از خاک (۵۰ نمونه از عمق ۰-۳۰ و ۵۰ نمونه از عمق ۳۰-۶۰) و عکسبرداری از عناصر گیاه و انسان ساخت صورت گرفت. AHP پایه ریزی شده در تحقیق حاضر، شامل مراحل زیر است:

۱-۲- تعیین معیارها و زیر معیارهای تصمیم گیری: هدف اصلی انتخاب فضای مناسب از لحاظ کیفیت می‌باشد. در این راستا از معیارهای خاک، گیاه و عناصر انسان ساخت استفاده شد که معیار خاک دارای ۲۲ شاخص فیزیکی و شیمیایی و عناصر سنگین بعنوان زیر معیار است.

۲-۲- تعیین وزن معیارها یا اهمیت نسبی فاکتورهای تصمیم گیری: در تحقیق حاضر برای محاسبه وزن زیر معیارهای مربوط به خاک از روش آنتروپی استفاده شد. آنتروپی ابزار خوبی برای ارزیابی وزن معیارهای یک مساله تصمیم که بصورت یک ماتریس کامل تعریف می‌شود، می‌باشد (Shanian, ۲۰۰۶). ماتریس تصمیم گیری برای محاسبه وزن شاخص‌های خاک به روش آنتروپی دارای ۵۰ گزینه (m) و ۲۲ شاخص (n) میباشد. نتایج حاصل مربوط به وزن شاخص‌ها براساس روش آنتروپی، برای خاک‌های سطحی در جدول (۱) و خاک‌های عمقی در جدول (۲) نشان داده شده‌اند. برای محاسبه وزن معیارها با استفاده از جدول مقایسه زوجی معیارها (Saaty, ۱۹۸۰)، به شرح جدول (۳) وزن معیارها محاسبه شد (قدسی پور، ۱۳۸۴). ضریب اهمیت معیارها نسبت به هدف نیز در جدول شماره (۴) نشان داده شده است که با کمک قضاوت شفاهی به دست آمد.

جدول شماره ۱ مقادیر وزن محاسبه شده شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی برای خاک‌های سطحی

Clay	Silt	Sand	MWD	جرم مخصوص ظاهری	EC	PH	کلسیم	منیزیم	سدیم	SAR
۰.۰۱۷۷	۰.۰۱۳۰	۰.۰۰۴ ۱	۰.۰۱۱۸	۰.۰۰۰۸۵	۰.۱۰۴ ۱	۰.۰۰۰۱ ۸	۰.۰۲۹ ۵	۰.۰۵۸۰	۰.۰۰۳ ۶	۰.۰۰۱۹
ESP	پتاسیم	فسفر	OM%	مس	نیکل	سرب	اهن	منگنز	روی	کادمیوم
۱.۰۱	۰.۰۵۲۶	۰.۰۳۰ ۴	۰.۰۳۵۹	۰.۰۶۴۸	۰.۰۱۲ ۴	۰.۰۵۷۵	۰.۰۲۶ ۴	۰.۰۰۷۵	۰.۰۸۷ ۹	۰.۰۲۹۲

جدول شماره ۲ مقادیر وزن محاسبه شده شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی برای خاک‌های عمقی

Clay	Silt	Sand	MWD	جرم مخصوص ظاهری	EC	PH	کلسیم	منیزیم	سدیم	SAR
۰.۰۰۷۲	۰.۰۰۹۶	۰.۰۰۱ ۹	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۰۵۱	۰.۰۴۵ ۱	۰.۰۰۰ ۱	۰.۰۲۷ ۹	۰.۰۳۸۱	۰.۰۰۸ ۵	۰.۰۰۴۷
ESP	پتاسیم	فسفر	OM%	مس	نیکل	سرب	اهن	منگنز	روی	کادمیوم
۱.۰۴	۰.۰۲۶۸	۰.۰۱۲ ۰	۰.۰۱۸۴	۰.۰۱۲۲	۰.۰۰۷ ۱	۰.۰۳۳ ۷	۰.۰۱۳ ۱	۰.۰۰۳۵	۰.۰۴۳ ۸	۰.۰۳۲۶

جدول شماره ۳ قضاوت شفاهی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر
۷	ترجیح یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا مطلوبیت قوی

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۳	کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر
۱	ترجیح یا اهمیت یکسان
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بین فواصل

جدول شماره ۴ ضریب اهمیت معیارها از طریق قضاوت شفاهی

معیار	خاک	گیاه	عناصر انسان ساخت
ضریب	۸/۰	۱۵/۰	۰۵/۰

۳-۲ انتخاب گزینه برتر یا اولویت بندی گزینه‌ها

تا این مرحله از مطالعه ضرایب اهمیت هر یک از معیارها نسبت به هدف مطالعه و همچنین ضرایب اهمیت گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها تعیین شده است. حال باید از تلفیق ضرایب اهمیت معیارها نسبت به هدف و گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها، امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها را تعیین نماییم. برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی که منجر به یک بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوتها در تمامی سطوح سلسله مراتبی میشود، استفاده نمودیم. بر این اساس امتیاز نهایی هر یک از گزینه (S۱ تا S۵۰)، از مجموع حاصلضرب ضریب اهمیت هر یک از معیارها در امتیاز گزینه در ارتباط با همان معیار به دست می‌آید. در نهایت امتیازهای گزینه‌ها از لحاظ کیفیت فضای سبز، به پنج دسته بسیار مطلوب = A، مطلوب = B، متوسط = C، نامطلوب = D و بسیار نامطلوب = E تقسیم بندی می‌کنیم. (جدول ۵).

جدول شماره ۵ اولویت بندی گزینه‌ها بر اساس روش AHP و تقسیم بندی کیفیت آن‌ها

کیفیت	امتیازگزینه	کیفیت	امتیازگزینه	کیفیت	امتیازگزینه	کیفیت	امتیازگزینه	کیفیت	امتیازگزینه
A	S۱۸=۰.۴۷	C	S۳۹=۰.۳۲۰۸	D	S۳۳=۰.۲۸۱	D	S۱۳=۰.۲۵۲	E	S۳۷=۰.۲۳۸
A	S۴۱=۰.۴۵	C	S۳۸=۰.۳۱۴	D	S۳۴=۰.۲۷۱	D	S۱۵=۰.۲۵۰	E	S۱۱=۰.۲۲۷
B	S۵۰=۰.۳۹۵	C	S۴۶=۰.۳۱۱	D	S۱۷=۰.۲۶۹	D	S۵=۰.۲۴۹	E	S۱۶=۰.۲۲۵
B	S۴۹=۰.۳۹۴	C	S۴۴=۰.۳۰۶	D	S۴۰=۰.۲۶۸	D	S۴۳=۰.۲۴۸	E	S۳۲=۰.۲۲۳
B	S۴=۰.۳۶۶۹۱	D	S۲=۰.۲۹۹۹	D	S۳۰=۰.۲۶۵	E	S۳۱=۰.۲۴۶	E	S۲۷=۰.۲۲۲
B	S۳=۰.۳۶۶۹۰	D	S۲۱=۰.۲۹۹۲	D	S۴۵=۰.۲۶۳	E	S۲۹=۰.۲۴۴	E	S۲۸=۰.۲۲۰
B	S۴۷=۰.۳۶۴۷	D	S۴۸=۰.۲۹۵	D	S۷=۰.۲۶۲	E	S۱۴=۰.۲۴۳۸	E	S۸=۰.۲۱۸
C	S۲۳=۰.۳۴۸۶	D	S۴۲=۰.۲۹۴۵	D	S۲۶=۰.۲۵۸	E	S۱=۰.۲۴۳۶	E	S۱۲=۰.۲۱
C	S۲۲=۰.۳۴۰	D	S۱۹=۰.۲۹۴۰	D	S۶=۰.۲۵۷۹	E	S۱۰=۰.۲۴۳۷	E	S۳۵=۰.۲
C	S۲۴=۰.۳۳۸	D	S۲۰=۰.۲۸۷	D	S۲۵=۰.۲۵۷۶	E	S۹=۰.۲۳۹	E	S۳۶=۰.۱۹

نتایج و بحث

فضای سبز که بخشی از سیمای شهر را تشکیل می‌دهد، به عنوان یکی از پدیده‌های واقعی از نخستین مسائلی است که انسان همواره با آن در تماس بوده و خواهد بود. اهمیت فضاهای سبز در محیط شهری تا آن حد است که به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه یافتگی جوامع مطرح شده و در عین حال معیاری برای ارتقای کیفیت فضای زندگی محسوب می‌شوند به همین جهت کیفیت این فضاها در شهرها از اهمیت بسیار برخوردار است. در این پژوهش تلاش نمودیم تا ضمن ارزیابی وضعیت موجود، کیفیت فضای سبز را در پارک‌های ساحلی شهر اهواز تعیین نماییم.

با توجه به جدول ۵، نتیجه مطالعه نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، از لحاظ کیفیت فضای سبز، مکان‌های S۱۸ و S۴۱ با بیشترین امتیاز، در سطح بسیار مطلوب، مکان‌های S۴۹، S۴۷، S۴۴، S۳۴ و S۳۰ در سطح مطلوب، مکان‌های S۵۰، S۳۳، S۳۲ و S۲۲ و S۴۶ در سطح متوسط و بقیه مکان‌ها در سطح نامطلوب و بسیار نامطلوب قرار دارند. با توجه به جدول ۴، خاک، ۸۰ درصد از کیفیت



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

فضای سبز را به خود اختصاص می‌دهد و عناصر انسان ساخت و گیاه تنها ۲۰ درصد در کیفیت فضای سبز منطقه مورد مطالعه نقش دارند بنابراین نتیجه می‌شود که خاک مکان‌های S۱۸ و S۴۱ کیفیت بهتری نسبت به سایر مکان‌ها داشته و سبب بیشتر شدن کیفیت فضای سبز این مکان‌ها شده است.

منابع

- احمدی زاده، س. و بنای رضوی، م. ۱۳۸۹. تحلیل مکان مناسب فضای سبز شهری با استفاده از AHP و GIS، مطالعه موردی شهر بیرجند، فصلنامه تحقیقات، جغرافیایی، شماره ۹۳، صص ۹۷-۱۱۸.
- اسمعیلی، ا. ۱۳۸۱. بررسی و تحلیل کاربری فضای سبز از دیدگاه برنامه‌ریزی شهری، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس.
- حیدری بخش، م. ۱۳۸۷. بررسی تطبیقی استاندارد پارک‌ها و فضای سبز شهر اصفهان با استانداردهای موجود (نمونه موردی: فضای سبز حاشیه زاینده رود)، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.
- قدسی پور، ح. ۱۳۸۴. فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، تهران: دانشگاه امیرکبیر تهران، ۱۵۴ ص.
- قربانی، ر. و تیموری، ر. ۱۳۹۸. تحلیلی بر نقش پارک‌های شهری در ارتقای کیفیت زندگی شهری با استفاده از الگوی Seeking-Escaping نمونه موردی: پارک‌های شهر تبریز، پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، شماره ۷۲، صص ۶۲-۴۷.
- Banai-Kashani, R., ۱۹۸۹, A New Method For Site Suitability Analysis: Analytical Hierarchy Process, Environmental Management, ۶, ۶۹-۷۵.
- Bertolini.M and Braglia.M, ۲۰۰۶, Application of the AHP Metodology in Making a Propozal for a Public Work Contract, ۱۷ january, International Journal of Project Management ۲۴(۵), ۴۲۲- ۴۳۰.
- Dong, J., ۲۰۰۸, GIS and Location Theory Based Bioenergy Systems Planning. MSC Thesis, University of Waterloo, ۱۱۰p.
- Girardet, ۱۹۹۲, EEA, two_third of all Europeans now reside in towns or cities, Boston.
- Manlun, Y., ۲۰۰۳, Suitability Analysis of Urban Green Space System Based on GIS, MSC Thesis, ITC,
- Saaty, T. L., ۱۹۸۰, The Analytical Hierarchy Porocess, Mc-Graw Hill, New York. p: ۵۸, ۷۲
- Saaty, T.L, ۲۰۰۸, Relative Measurment and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors, The Analytic Hierarchy/Network Process ۰۲, ۲۵۱-۳۱۸.
- Shanian, A. O. Savadogo, ۲۰۰۶, "A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making Materials and Design" ۲۷ (۳۲۹-۳۳۷).
- Ulrich, r.s, ۱۹۸۱, natural, versus, urban, sciencs; sompsycho-physiological effects. Environ, Behave, Tokyo. The Netherlands. ۱۰۱p.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of green space of riverside parks in Ahvaz city is using analytic hierarchy process. For this purpose, the entropy method for determining the weight of soil indicators and paired comparison method was used to determine the weight of the plant and man-made elements. To evaluate and prioritize proposed options of Multi Attribute Decision Making with Analytical Hierarchy Process (AHP) was used. The results showed that in riverside parks in Ahvaz city in terms of quality green space, places of S۱۸ and S۴۱ with the highest score in the very desirable. locations S۳, S۴, S۴۷, S۴۹ and S۵۰ were desirable. Other places are also less than desirable. ۸۰% of the quality of green spaces in riverside parks in Ahvaz city on soil quality is concerned.



اثر بقایای پسته و شوری بر آبگریزی خاک در سه خاک آهکی با بافت متفاوت

مریم امجدیان^۱، سید علی اکبر موسوی^۲، عبدالمجید رونقی^۳ و نجفعلی کریمیان^۳
۱- کارشناسی ارشد رشته علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲- استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۳- استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

از بقایای پسته در چهار سطح ۰، ۱/۵، ۳ و ۵/۴ درصد وزنی و شوری خاک در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با سه تکرار بر روی سه نوع خاک با بافت متفاوت آزمایش انجام شد و آبگریزی خاک به روش اندازه‌گیری زاویه تماس تعادلی آب با خاک تعیین شد. نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد بقایای پسته موجب افزایش معنی‌دار آبگریزی خاک‌های مورد مطالعه شد در حالی که شوری اثر معنی‌داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: بقایای پسته، شوری، آبگریزی، خاک شنی

مقدمه

پسته یکی از محصولات کشاورزی ارزشمند کشور ایران است که در استان‌های کرمان و فارس در سطوح وسیعی کشت شده و با کیفیت مطلوب به اغلب نقاط دنیا صادر می‌شود. آماده‌سازی و فرآوری این محصول از جمله خارج کردن شاخ و برگ و خوشه‌های اضافی و پوسته سبز رویی در واحدهای آماده‌سازی و فرآوری پسته انجام می‌شود و در این مسیر پسته‌ها کاملاً از خوشه و پوسته سبز جدا شده و آماده اجرای سایر فرآوری‌های لازم می‌شوند. در این مسیر مقدار زیادی ضایعات و بقایا تولید می‌شود و سالانه هزینه‌های زیادی برای دفن و یا سوزاندن این بقایا مصرف می‌شود حال آنکه می‌توان از این بقایای گیاهی به عنوان کود در کشاورزی (شیرانی، ۱۳۹۰) و ماده اولیه برخی تولیدات صنعتی استفاده نمود (کاظمی، ۲۰۰۹). در بسیاری از نقاط دنیا، بارش سالیانه برای رفع نیاز آبی انواع کشت‌ها کفایت نمی‌کند و هر نوع افزایش آب به خاک چه از طریق خیز موئینگی از آب‌خوان‌های کم‌عمق و چه از طریق آبیاری، با ازدیاد غلظت نمک‌ها در خاک همراه می‌باشد، زیرا در کلیه آب‌هایی که در طبیعت یافت می‌شوند مقادیر متفاوتی از املاح محلول وجود دارد. این نمک‌ها معمولاً کلریدها و سولفات‌های سدیم، کلسیم و پتاسیم بوده که از حلالیت قابل توجهی برخوردارند. تا زمانی که آب اضافه شده به خاک، تنها به اندازه آب مورد نیاز با آب‌جبران تبخیر و تعرق از خاک و گیاه باشد، شور شدن خاک نیز قطعی است. بنابراین خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک همواره در معرض شور شدن هستند (بای بوردی، ۱۳۸۸). گیاه پسته در مناطقی از ایران کشت می‌شود که از نظر شرایط آب و هوایی جز مناطق خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آید و مشکل کم‌آبی یا شور شدن آب‌های زیرزمینی و سطحی از مشکلات عمده کشاورزان و باغداران این مناطق است. همچنین این مناطق با کمبود ماده آلی در خاک مواجه هستند که افزودن بقایا به این خاک‌ها می‌تواند اثرات مثبت چشمگیری بر ویژگی‌های آبگریزی خاک داشته باشد بنابراین انجام پژوهش‌هایی در ارتباط با بررسی اثر افزودن بقایای پسته و همچنین آبیاری با آب‌های شور و یا شوری خاک بر آبگریزی خاک‌های آهکی ضروری است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق خاک‌هایی با سه بافت متمایز شامل بافت‌های رسی، شنی و لوم از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری سطح خاک تهیه و جهت کشت گیاه آماده شد. خاک رسی با کلاس بافت رسی از خاک‌های تحت کشت مزارع برنج در منطقه کوه‌سبز واقع در ۱۰ کیلومتری غرب شهر مرودشت (Typic calcixerepts)، خاک با کلاس بافت لوم از خاک‌های سری پمپ نمازی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (Fine, mixed, mesic, Fluventic Xerochrepts) و خاک با کلاس بافت شنی به صورت دست‌ساز با مخلوط کردن خاک لوم‌شنی سری کوی استاید واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (Loamy-skeletal over fragmental carbonatic mesic Fluventic Xerorthents) با شن‌های رودخانه‌ای جمع‌آوری شده از منطقه سیوند واقع در ۴۰ کیلومتری شمال شهر مرودشت با نسبت ۲ به ۳ تهیه شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

خاک‌های مورد مطالعه			ویژگی
خاک شنی	خاک لومی	خاک رسی	
۱۱	۲۵	۴۰	رس (درصد)
۷	۳۰	۴۴	سیلت (درصد)
۸۲	۴۵	۱۶	شن (درصد)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شن لومی	لومی	رسی	کلاس بافت خاک
۲۳	۴۸	۴۵	(درصد) رطوبت اشباع
۲۱	۳۰	۲۸	رطوبت ظرفیت مزرعه (درصد)
۴/۷	۷/۷	۶/۷	پهاش
ناچیز	۸/۰	۵/۱	ماده آلی (درصد)
۷۳/۰	۳۵/۱	۵/۲	قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)

برخی ویژگی‌های شیمیایی بقایای پسته مورد استفاده نیز در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی بقایای پسته مورد استفاده

مقدار	ویژگی
۷/۸	پهاش
۷/۱	ماده آلی (درصد)
۱۱	قابلیت هدایت الکتریکی* (دسی زیمنس بر متر)
۲۲	پتاسیم قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم بقایا)
۶۹	فسفر قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم بقایا)
۴/۲	نیترژن کل (درصد)

* قابلیت هدایت الکتریکی در نسبت ۱ به ۵ بقایای پسته به آب قرائت شد

روش تعیین آب‌گریزی خاک در این پژوهش به نام روش تعیین زاویه تماس تعادلی آب با خاک مرسوم است. در این روش لازم است خاک‌های مورد مطالعه درون لوله‌های باریک شیشه‌ای قرار داده شوند و سرعت صعود آب و الکل در هر ستون و برای هر خاک تعیین شود. برای این منظور ابتدا خاک گلدان‌ها نرم شده و از الکل ۲ میلی متری عبور داده می‌شود پس از آن انتهای ستون‌های شیشه‌ای شفاف، که در این آزمایش نقش ستون‌های خاک را ایفا می‌کنند، با یک پارچه نازک و نخی محکم بسته شد. سپس با استفاده از لوله باریک (باریک‌تر از قطر ستون‌های خاک) و یک قیف، خاک مورد نظر از بالا به درون لوله‌های شیشه‌ای انتقال داده شد. پس از اطمینان از آماده بودن ستون خاک، یک ظرف پتری دیش تهیه و با آب مقطر پر شد و ستون خاک بدون آنکه به ته ظرف بچسبد به درون ظرف پتری دیش وارد و اجازه داده شد تا آب در ستون خاک صعود کند. به محض قرار دادن ستون خاک در آب زمان سنج روشن شد و بعد از آن در هر بازه زمانی ارتفاع صعود آب در ستون خاک قرائت شد و آزمایش تا پایان، یعنی زمانی که تغییرات ارتفاع صعود نسبت به زمان تقریباً ثابت شد ادامه یافت. عملیات مذکور برای همان نمونه خاک بار دیگر با الکل تکرار شد و اعداد مربوط به ارتفاع صعود الکل در ستون خاک در واحد زمان نیز قرائت شد. سپس بین تغییرات ارتفاع صعود نسبت به تغییرات زمان (h/t) و عکس ارتفاع صعود سیال (آب و الکل) در ستون خاک $(h/1)$ رابطه رگرسیونی برقرار شد و معادله خطی برای هر یک از سیال‌ها تعیین شد. در هر یک از معادلات چنانچه تغییرات ارتفاع صعود نسبت به تغییرات زمان (γ) معادله) صفر قرار داده شود، مقدار صعود بیشینه قابل محاسبه است. این کار برای معادلات مربوط به هر دو سیال انجام شد و ارتفاع صعود بیشینه برای هر دو محاسبه شد (دکر و ریتسما، ۱۹۹۴).

از آنجا که زاویه تماس الکل با خاک تقریباً صفر است بنابراین با استفاده از رابطه (۱) و با دانستن بیشینه ارتفاع صعود الکل در خاک، می‌توان شعاع متوسط سوراخ‌های خاک را تعیین نمود.

$$h_a = \frac{-2\gamma_a \cos \alpha_a}{\rho_a g r} \quad (1)$$

که در آن، h_a ارتفاع صعود بیشینه الکل در خاک (سانتی‌متر)، α_a زاویه تماس الکل با خاک (که در این معادله صفر قرار داده می‌شود)، γ_a کشش سطحی الکل (۳/۲۲ دین بر سانتی‌متر)، ρ_a چگالی الکل (۷۹/۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، g شتاب ثقل (۹۸۱ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه) و r شعاع متوسط سوراخ‌های خاک (مجهول معادله بر حسب سانتی‌متر) می‌باشد. پس از محاسبه شعاع متوسط سوراخ‌های خاک از مرحله قبل، مقدار محاسبه شده را در معادله ارتفاع صعود آب در خاک (رابطه ۲) قرار داده و زاویه تماس تعادلی آب با خاک بدست می‌آید.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

(۲)

$$h_w = \frac{-2\gamma_w \cos \alpha_w}{\rho_w g r}$$

که در آن، h_w ارتفاع صعود بیشینه آب در خاک (سانتی‌متر)، w کشش سطحی آب (۲/۷۲ دین بر سانتی‌متر)، r شعاع متوسط سوراخ‌های خاک که از مرحله قبل محاسبه شد (سانتی‌متر)، w چگالی آب (۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، g شتاب ثقل (۹۸۱ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه) و α_w زاویه تماس تعادلی آب با خاک بر حسب درجه که مجهول معادله است. داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از بسته نرم افزاری SAS از نظر آماری تجزیه و تحلیل شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. همچنین رسم نمودارها و برقراری روابط رگرسیونی بین داده‌ها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام شد.

نتایج و بحث

زاویه تماس تعادلی آب با خاک معیاری از آب‌گریزی خاک به طوری که هر چه مقدار زاویه تماس آب با خاک بیشتر باشد خاک آب‌گریزتر است. جدول ۳ اثر سطوح شوری و بقایای پسته بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک در خاک‌های مورد مطالعه پس از برداشت گندم را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد در خاک رسی مورد مطالعه، تنها کاربرد شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، زاویه تماس تعادلی آب با خاک را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری به میزان ۷ درصد افزایش داد در حالی که در خاک رسی مورد مطالعه کاربرد سطوح بقایا بر خلاف انتظار بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک اثر معنی‌داری نداشت. این امر نشان می‌دهد در خاک رسی به جای آنکه بقایای اضافه شده به خاک آب‌گریزی خاک را افزایش دهد احتمالاً به دلیل اینکه از بقایای یکساله نسبتاً تجزیه شده و با مقدار ماده آلی کم (تقریباً ۷/۱ درصد) استفاده شد آب‌گریزی خاک تحت تأثیر قرار نگرفت یا اینکه می‌تواند به دلیل باشد که در اثر الک کردن خاک قبل از اندازه‌گیری زاویه تماس تعادلی بخش عمده مواد آلی (بقایای اضافه شده) از خاک جدا شده و عملاً تأثیر خود را بر زاویه تماس آب با خاک نشان نداده باشد. میر بابایی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که بین ماده آلی و زاویه تماس آب با خاک همبستگی مثبت قوی وجود دارد. ایشان همچنین نشان دادند که درصد شن با آب‌گریزی همبستگی مثبت و با رس خاک همبستگی منفی دارد آنان ماده آلی، بافت خاک و اسیدیته خاک را به عنوان عوامل مهم در شدت آب‌گریزی در منطقه مورد مطالعه معرفی نمود. نتایج نشان داد در خاک رسی مورد مطالعه، بیشترین زاویه تماس تعادلی آب با خاک به میزان ۷۷ درجه در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و با کاربرد ۵/۱ درصد بقایا مشاهده شد در حالی که کمترین زاویه تماس تعادلی آب با خاک به میزان ۶۴ درجه در تیمار بدون کاربرد بقایا و با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد.

جدول ۳- اثر سطوح شوری و بقایای پسته بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک (درجه) در خاک‌های مورد مطالعه.

میانگین	بقایا (درصد وزنی)				شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
	۵/۴	۳	۵/۱	۰	
(A ۶/۶۹ = میانگین) خاک رسی					
B ۳/۶۷	abc ۰/۷۲	bcd ۷/۶۶	cd ۷/۶۵	d* ۰/۶۴	۴
AB ۵/۶۹	d ۰/۶۴	ab ۱/۷۳	ab ۱/۷۳	abc ۷/۷۱	۸
A ۰/۷۲	bcd ۰/۶۷	abc ۳/۷۲	a ۲/۷۷	abc ۰/۷۲	۱۲
	A ۷/۶۷	۷/۷۰A	A ۷/۷۰	A ۴/۶۹	میانگین
(B ۶/۶۴ = میانگین) خاک لومی					
A ۵/۶۵	a ۹/۷۰	a ۷/۶۸	a ۱/۶۹	b ۳/۵۳	۴
A ۳/۶۵	ab ۶/۶۴	a ۰/۶۷	a ۰/۶۸	ab ۸/۶۱	۸
A ۰/۶۳	ab ۶/۵۹	ab ۳/۶۰	a ۱/۶۸	ab ۱/۶۴	۱۲
	AB ۰/۶۵	AB ۳/۶۵	۴/۶۸A	B ۷/۵۹	میانگین
(C ۶/۶۱ = میانگین) خاک شن لومی					
A ۵/۶۰۳	abc ۰/۶۳	ab ۳/۶۵	abc ۰/۶۱	c ۶/۵۲	۴
A ۴/۶۲	a ۶/۶۷	a ۰/۶۶	abc ۳/۶۲	bc ۶/۵۳	۸
A ۰/۶۲	abc ۰/۶۴	a ۶/۶۵	abc ۳/۶۱	abc ۳/۵۷	۱۲
	A ۸/۶۴	A ۶/۶۵	۵/۶۱A	B ۵/۵۴	میانگین

*در هر خاک میانگین‌هایی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف بزرگ یا کوچک مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

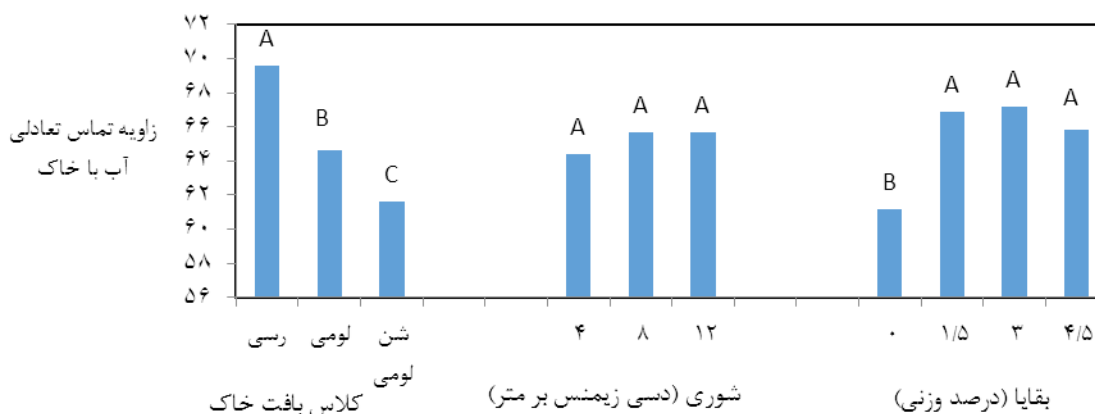


چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

در خاک لومی و شن لومی مورد مطالعه، شوری بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک تأثیر معنی داری نداشت. در خاک لومی مورد مطالعه کاربرد ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد بقایا زاویه تماس تعادلی آب با خاک را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۱۴، ۹ و ۸ درصد افزایش داد (هرچند تنها افزایش حاصل از کاربرد ۵/۴ درصد بقایا معنی دار بود). نتایج نشان داد در خاک لومی مورد مطالعه در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد بقایا، زاویه تماس آب تعادلی با خاک را در مقایسه با شاهد به ترتیب به میزان ۲۹، ۲۸ و ۳۳ درصد افزایش داد. نتایج همچنین نشان داد در خاک لومی مورد مطالعه بیشترین و کمترین زاویه تماس تعادلی آب با خاک به ترتیب به میزان ۹/۷۰ و ۳/۵۳ درجه در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و به ترتیب با کاربرد ۵/۴ و صفر درصد بقایای پسته بدست آمد.

در خاک شن لومی مورد مطالعه، شوری بر زاویه تماس تعادلی آب با خاک اثر معنی داری نداشت اما کاربرد ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد بقایای پسته، زاویه تماس تعادلی آب با خاک را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۱۲، ۲۰ و ۱۸ درصد افزایش داد. للمانی و کاروب (۲۰۱۰) گزارش کردند که در تیمارهای محتوی مواد آلی با خاصیت آب‌گریزی متوسط، با افزایش مقدار رس، زاویه تماس آب با خاک افزایش یافت اما این امر در مورد مواد آلی با خاصیت آب‌گریزی زیاد کاملاً برعکس بود. ماتاایکس و دورا (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که آب‌گریزی با مقدار ماده آلی خاک ارتباط مستقیم دارد. همچنین آنان گزارش کردند با افزایش آب‌گریزی، پایداری خاکدانه‌های خاک افزایش می‌یابد. میربابایی و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند بین ماده آلی و زاویه تماس آب با خاک همبستگی مثبت قوی وجود دارد. ایشان همچنین نشان داد که درصد شن با آب‌گریزی همبستگی مثبت و با رس خاک همبستگی منفی دارد و ماده آلی، بافت خاک و اسیدیته خاک را به عنوان عوامل مهم در شدت آب‌گریزی در منطقه مورد مطالعه خود گزارش نمود. نتایج نشان داد همچنین در خاک شن لومی مورد مطالعه، بیشترین زاویه تماس تعادلی آب با خاک به میزان ۶/۶۷ درجه مربوط به کاربرد ۵/۴ درصد بقایا و با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بود در حالی که کمترین مقدار زاویه تماس تعادلی آب با خاک به میزان ۶/۵۲ درجه در تیمار بدون کاربرد بقایا و با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد.

شکل ۱ اثر بافت خاک، سطوح شوری و بقایای پسته بر میانگین زاویه تماس تعادلی آب با خاک در خاک‌های مورد مطالعه پس از برداشت گندم را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد میانگین زاویه تماس تعادلی آب با خاک در خاک‌های لومی و شن لومی در مقایسه با خاک رسی مورد مطالعه به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۷ و ۱۳ درصد کمتر بود زیرا چسبندگی ذرات شن در خاک‌های درشت‌بافت کمتر است و آب به سرعت بیشتری در این خاک‌ها نفوذ می‌کند. ووچ و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که به طور کلی در خاک‌های دارای بافت شنی نسبت به خاک‌های سیلتی زاویه تماس آب با خاک کمتر بود. آنان همچنین دریافته‌اند که خاک‌های شنی واقع در اراضی جنگلی نسبت به خاک‌های سیلتی، آب‌گریزتر می‌باشند. نتایج نشان داد به طور کلی شوری بر میانگین زاویه تماس تعادلی آب با خاک اثر معنی داری نداشت. همچنین نتایج نشان داد به طور کلی کاربرد سطوح ۵/۱، ۳ و ۵/۴ درصد بقایای پسته میانگین زاویه تماس تعادلی آب با خاک را به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۹، ۱۰ و ۷ درصد افزایش داد زیرا بقایای آلی چسبندگی و اتصال ذرات خاک را افزایش داده و بدین وسیله موجب افزایش آب‌گریزی خاک می‌شود. ماتاایکس و دورا (۲۰۰۴) و میربابایی و همکاران (۱۳۹۲) نتایج مشابهی گزارش کردند.



شکل ۱- اثر بافت خاک، سطوح شوری و بقایای پسته بر میانگین زاویه تماس تعادلی آب با خاک (درجه)

منابع

بای بوردی، م. ۱۳۸۸. فیزیک خاک، انتشارات دانشگاه تهران.
 شیرانی، ح.، ا. ریزه‌بندی، ح. دشتی، م. ر. مصدقی و م. افیونی. ۱۳۹۰. اثر تفاله‌ی پسته بر برخی خواص فیزیکی و تراکم‌پذیری دو نوع خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، سال ۱۵، شماره ۵۵، صفحات ۸۵ تا ۹۷.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- میربابایی، س. م.، م. شعبان پور، ع. ا. ذوالفقاری. ۱۳۹۲. بررسی وجود و شدت آبگریزی خاک در مناطق جنگلی تالش در استان گیلان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، سال ۴۴، شماره ۲، صفحات ۱۷۲ تا ۱۶۳.
- Kazemi, M. and M. R. Zand-Monfared. ۲۰۱۰. Furfural production from Pistachio green hulls as agricultural residues. *Journal of Applied Chemical Researches*, ۳(۱۲۱): ۱۹-۲۴.
- Leleelamanie, D. A. L., J. Karube, and A. Yoshida. ۲۰۱۰. Clay effects on the contact angle and water drop penetration time of model soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, ۵۶(۳): ۳۷۱-۳۷۵.
- Mataix-Solera, J. and S. H. Doerr. ۲۰۰۴. Hydrophobicity and aggregate stability in calcareous topsoils from fire-affected forests in southeastern Spain. *Geoderma*, ۱۱۸(۱-۲): ۷۷-۸۸.
- Vasileios, D., L. Pagorogon, E. Gazani, S. H. Doerr, F. Pliakas, and C. J. Ritsema. ۲۰۱۳. Use of olive mill wastewater (OMW) to decrease hydrophobicity in sandy soil. *Ecological Engineering*, ۵۸: ۳۹۳-۳۹۸.

Abstract

Pistachio residue with four levels (۰, ۱.۵, ۳ and ۴.۵ g ۱۰۰g^{-۱}), soil salinity with three levels (۴, ۸ and ۱۲ ds m^{-۱}) was used in three different soil textures and water repellency was measured by determining the equilibrium contact angle between soil and water. Results showed that application of pistachio residue improved soil hydrophobicity; whereas, soil salinity had no significant effect.



بررسی تغییرپذیری زمانی فرایندهای فرسایش بارانی در خاک مارنی کشاورزی

علی‌رضا واعظی^۱، عطیه رستمی^۲، سمیه حمیدی نهرانی^۳
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکترای فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

فرسایش بارانی نتیجه مستقیم برخورد قطرات باران بر سطح خاک است. تخریب خاکدانه، تراکم خاک و پاشمان ذرات از مهمترین فرایندهای فرسایش بارانی هستند که شدت وقوع آنها طی زمان بارندگی تغییر می‌یابد. در این مطالعه تغییرات زمانی فرایندهای فرسایش بارانی در یک خاک مارنی کشاورزی با استفاده از هشت تداوم باران شبیه‌سازی شده (۵/۷، ۱۵، ۵/۲۲، ۳۰، ۵/۳۷، ۴۵، ۵/۵۲ و ۶۰ دقیقه) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، فرایندهای فرسایش بارانی به شدت طی زمان بارندگی تغییرات چشمگیری پیدا کردند ($p < 0.01$). تخریب خاکدانه، آغازین فرآیند وقوع فرسایش بارانی بود. تراکم خاک همگام با تخریب خاکدانه آغاز گردید و تغییرات زمانی آن بسیار شبیه به تغییرات زمانی تخریب خاکدانه بود. پاشمان ذرات پس از وقوع این دو فرآیند شروع گردید و الگوی تغییرات آن بسیار متفاوت از آن دو بود. این فرآیند فرسایش بارانی برخلاف دو فرآیند دیگر حتی در اواخر بارندگی هم افزایش شدید نشان داد.

واژه‌های کلیدی: باران شبیه‌سازی شده، تخریب خاکدانه، تداوم بارندگی، تراکم خاک، پاشمان ذرات

مقدمه

فرسایش بارانی یکی از انواع فرسایش آبی است که بر اثر برخورد قطرات باران به سطح خاک به وجود می‌آید. از جمله فرایندهای فرسایش بارانی که بر اثر برخورد قطرات باران بر سطح خاک ایجاد می‌شود، تخریب خاکدانه، تراکم خاک و پاشمان ذرات است (بارتز و رز، ۲۰۰۲). قطرات باران پس از برخورد با خاک خشک قسمتی از خاکدانه‌ها و کلوخه‌های خاک را خرد کرده (تخریب)، به ذرات ریز جدا می‌کنند و خود جذب خاک می‌گردند. با ادامه بارندگی، خاک به تدریج مرطوب می‌شود. در این حالت قطرات باران پس از برخورد با خاک مرطوب از یک طرف باعث فشردن و تراکم خاک می‌گردند و از طرف دیگر به صورت ذراتی به طور مایل به هوا پرتاب می‌شوند (کینل، ۲۰۰۵) و پدیده پاشمان را شکل می‌دهند. این فرایندها تحت تاثیر خصوصیات باران (شدت، مدت و غیره)، ویژگی‌های خاک، شیب و ویژگی‌های سطح قرار می‌گیرند (باری و همکاران، ۲۰۰۵). خصوصیات باران از جمله انرژی جنبشی و قطر قطرات باران بر فرسایش بارانی اثر می‌گذارد به طوری که با افزایش آن‌ها فرسایش بارانی به صورت خطی افزایش می‌یابد (فرناندز-راگا و همکاران، ۲۰۱۰). در بین ویژگی‌های خاک، توزیع اندازه ذرات می‌تواند به عنوان شاخص مناسب برای تشخیص حساسیت خاک در برابر پیامدهای فرسایش بارانی از جمله تشکیل سله، تولید رواناب و فرسایش آبی باشد (بارتز و همکاران، ۲۰۰۸). رطوبت خاک مشخصه دیگری از خاک است که بر فرسایش بارانی اثر می‌گذارد به طوری که با افزایش مقدار رطوبت خاک، میزان تخریب‌پذیری خاک توسط قطرات باران افزایش می‌یابد (رویز-سینوگا و رومرو-دیزا، ۲۰۱۰). فرسایش خاک به وسیله باران پدیده مهم تخریب زمین به ویژه در خاک‌های حساس است. مارن‌ها از جمله سازندهای حساس به فرسایش خاک هستند. فرسایش بارانی نقشی مهم در تخریب این سازندهای ناپایدار و ظهور سله و کاهش نفوذپذیری خاک ایفا می‌کند. مارن‌های آهکی-گچی که بخشی از حوزه آبخیز زنجان‌رود را در بخش غربی دربرمی‌گیرند، مهم‌ترین منشأ تولید رسوب در حوزه سفیدرود می‌باشند. اگرچه مطالعات زیادی در مورد فرایندهای فرسایش بارانی در خاک‌های مختلف در سراسر دنیا انجام شده است اما هنوز اطلاعات در سازندهای مارنی بسیار محدود است. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی همزمان فرایندهای تخریب، تراکم و پاشمان تحت شرایط آزمایشگاهی در مارن‌های آهکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق یک خاک کشاورزی از مناطق تحت فرسایش شدید، واقع در سازندهای مارنی در استان زنجان انتخاب شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین شد. برای این منظور بافت خاک به روش هیدرومتر (گی و بادر، ۱۹۸۶)، ماده آلی خاک به روش والکلی-بلاک، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک نرمال و گچ به روش استن (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شدند. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار (MWD) به روش الک تر (آمزتکا و همکاران، ۱۹۹۶) به وسیله دستگاه مکانیکی به مدت ۱ دقیقه تعیین شد. آزمایش در هشت تداوم بارندگی (۵/۷، ۱۵، ۵/۲۲، ۳۰، ۵/۳۷، ۴۵، ۵/۵۲ و ۶۰ دقیقه) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. بر این اساس ۲۴ جعبه مسطح و نفوذپذیر به ابعاد ۳۰×۴۰ سانتی‌متر و عمق ۱۰ سانتی‌متر تهیه شد. دیواره جعبه‌ها بدون منفذ و قطر سوراخ کف آن‌ها کمتر از دو میلی‌متر بود.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نمونه‌های خاکدانه با قطر ۶ تا ۸ میلی‌متر (به طور میانگین ۷ میلی‌متر) از عمق ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر تهیه و در داخل جعبه‌ها تا ارتفاع ۸ سانتی‌متر قرار داده شدند. به منظور بررسی فرایندهای تخریب، تراکم و پاشمان، رخدادهای باران با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران با شدت ثابت ۴۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت‌های ۵/۷، ۱۵، ۵/۲۲، ۳۰، ۵/۳۷، ۴۵، ۵/۵۲ و ۶۰ دقیقه بر نمونه‌ها اعمال شدند. به منظور اعمال هر یک از تداوم‌های بارندگی جعبه‌های حاوی خاکدانه‌ها در سه تکرار زیر دستگاه شبیه‌ساز باران به طور جداگانه برای مدت مقرر قرار گرفتند. میزان تخریب خاکدانه‌ها بر اساس قطر متوسط اولیه خاکدانه‌ها قبل از باران (۷ میلی‌متر) و تعیین قطر متوسط آن‌ها با استفاده از شاخص MWD پس از برخورد قطرات باران، درصد تخریب خاکدانه‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان تراکم، میزان جرم مخصوص ظاهری خاک پس از بارندگی با استفاده از روش پارافین تعیین شد. به منظور تعیین پاشمان، ذرات خاک پاشمان یافته در اطراف هر جعبه به طور جداگانه، جمع‌آوری و پس از خشک شدن در آون (در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۲۴ ساعت) وزن شدند.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشاورزی در جدول ۱ آمده است. با توجه به درصد نسبی ذرات شن (۹۵/۳۴)، سیلت (۸۶/۳۱) و رس (۱۸/۳۳)، خاک کشاورزی دارای بافت لومرسی (Clay loam) بود. با در نظر گرفتن میزان آهک در این خاک (۲۴/۲۱ درصد) می‌توان آن را جزء خاک‌های آهکی در نظر گرفت. هم‌چنین میزان ماده آلی در این خاک پایین بود (۲۱/۱ درصد). بررسی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر برای مدت یک دقیقه (۰۳/۱ میلی‌متر) نیز نشان داد که خاک کشاورزی، پایداری بسیار اندکی در برابر عوامل فرساینده از جمله باران داشت.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشاورزی

شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	ماده آلی (درصد)	آهک (درصد)	گچ (درصد)	میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر)
۹۵/۳۴	۸۶/۳۱	۱۸/۳۳	۲۱/۱	۲۴/۲۱	۴۴/۴	۰۳/۱

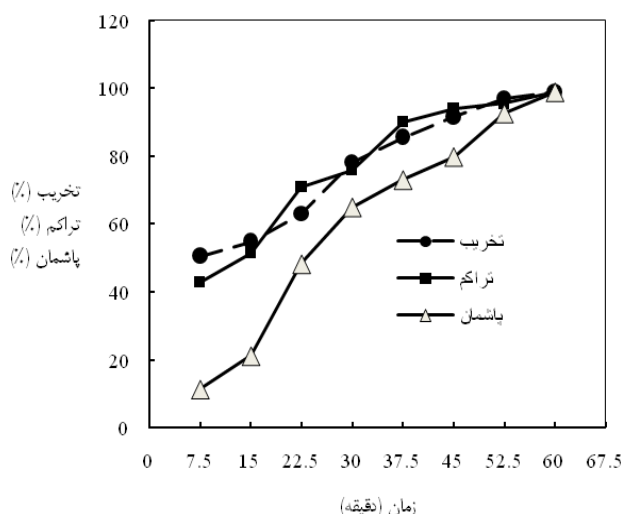
نتایج نشان داد که فرایندهای فرسایش بارانی به شدت تحت تأثیر تداوم باران قرار گرفتند به طوری که تفاوتی معنی‌دار بین تداوم‌های بارندگی از نظر میزان تخریب، تراکم و پاشمان ذرات ($p < 0.01$) وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تداوم باران بر تخریب خاکدانه، تراکم خاک و پاشمان ذرات در خاک ماری کشاورزی

منبع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
تخریب خاکدانه	۷/۳۱۴	۷	۳۴/۳۹	۴۵/۶۰۹	۰۰۰/۰
تراکم خاک	۲۱/۰	۷	۰۳/۰	۶۱/۲۱۳	۰۰۰/۰
پاشمان ذرات	۶۵/۲۲۹	۷	۷۱/۲۸	۴۶/۸	۰۰۰/۰

بررسی همزمان فرایندهای تخریب خاکدانه‌ها، تراکم و پاشمان ذرات خاک طی بارندگی نشان داد که تخریب ساختمان خاک آغازین فرآیند فرسایش بارانی است. در واقع اولین پیامد برخورد قطرات باران بر سطح خاک، متلاشی کردن خاکدانه‌ها است. به عبارت دیگر، در اوایل بارندگی سهم عمده انرژی قطرات، صرف جداسازی ذرات از هم و تخریب خاکدانه‌ها شد. با شروع این فرآیند، تراکم سطح خاک اتفاق می‌افتد. شدت وقوع این دو فرآیند (تخریب و تراکم خاک) در اوایل تا اواسط بارندگی بسیار بالا است. تقریباً ۵۰ درصد این دو فرآیند در همان لحظات اولیه بارندگی به وقوع می‌پیوندد. میزان تراکم خاک تقریباً همگام با میزان تخریب خاکدانه‌ها افزایش یافت. افزایش تراکم خاک از یک سو به دلیل خرد شدن خاکدانه‌ها و تبدیل آن‌ها به ذرات اولیه و از سوی دیگر افزایش محتوی رطوبتی خاک بود. با تداوم بارندگی و برخورد بیشتر ضربات باران بر سطح خاک و تأثیر توأم افزایش رطوبت خاک، پاشمان ذرات خاک شدت می‌گیرد به طوری که در زمان ۵/۲۲ دقیقه افزایش سریعی در پدیده پاشمان ذرات خاک مشاهده شد. الگوی تغییرات پاشمان ذرات متفاوت از دو فرآیند دیگر فرسایش بارانی می‌باشد. به هر حال روند تغییرات زمانی پاشمان ذرات بسیار بارزتر از دو فرآیند دیگر است و این نشان می‌دهد که وابستگی زمانی پدیده پاشمان نسبت به دو فرآیند دیگر به باران بیش‌تر می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که پس از مدتی از شروع بارندگی، بسیاری از خاکدانه‌ها تخریب یافته و در ادامه میزان تغییرات تخریب خاکدانه بسیار اندک می‌باشد. فرآیند تراکم خاک هم بسیار وابسته به فرآیند تخریب خاکدانه می‌باشد و عملاً از زمان ۵/۳۷ دقیقه به بعد شدت افزایش آن ناچیز است. در حالی که پاشمان ذرات فرآیندی پیوسته بوده و در خاک حساس، با توجه به وجود ذرات قابل انتقال و افزایش رطوبت خاک، حتی در اواخر باران نیز شدت وقوع آن بالا است. در پژوهشی توسط مامدو و همکاران (۲۰۰۶) رابطه بین میزان رطوبت اولیه خاک و میزان تخریب خاکدانه‌ها در چهار نوع خاک آهکی بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش میزان رطوبت اولیه خاکدانه‌ها، میزان تخریب خاکدانه‌ها به وسیله قطرات باران، به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. آرووگان (۲۰۱۱) در پژوهشی اثر مدت زمان بارش بر فرسایش پاشمانی را در بازه‌های زمانی ۵ دقیقه با شدت بارش ۷۵/۱۱۸ میلی‌متر بر

ساعت در خاک شن لومی مطالعه نمود. نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان بارندگی، فرسایش پاشمانی نیز تا ۱۵ دقیقه افزایش یافت و پس از آن تفاوت معنی داری در افزایش میزان پاشمان ذرات مشاهده نشد.



شکل ۱- تغییرات همزمان فرآیندهای تخریب، تراکم و پاشمان در خاک کشاورزی

منابع

- Amézketa E., Singer M.J. and Le Bissonnais Y. ۱۹۹۶. Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۰: ۸۸۸-۸۹۴.
- Arowoogun E. ۲۰۱۱. The influence of rainfall duration on splash produced from a loamy sand soil. Department of agricultural engineering in partial fulfillment Abeokuta ogun state.
- Barry D.A., Sander G.C., Jomaa S., Heng B.C.P., Parlange J.Y., Lisle I.G. and Hogarth W.L. ۲۰۱۱. Exact solutions of the Hairsine-Rose precipitation-driven erosion model for a uniform grain size soil. *Journal of Hydrology*, ۳۸۹ (۳-۴): ۳۹۹-۴۰۵.
- Barthes B. and Roose E. ۲۰۰۲. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena*, ۴۷: ۱۳۳-۱۴۹.
- Barthes B.G., Kouoa Kouoa E., Larre-Larrouy M.C., Razafimbelo T.M., de Luca E.F., Azontonde A., Neves C.S., de Freitas P.L. and Feller C.L. ۲۰۰۸. Texture and sesquioxide effects on water stable aggregates and organic matter in some tropical soils. *Geoderma*, ۱۴۳: ۱۴-۲۵.
- Fernandez-Raga M., Fraile R., Keizer J., Eufemia M. and Castro A. ۲۰۱۰. The Kinetic energy of rain measured with an optical disdrometer: An application to splash erosion in Leon (Spain). *Atmosphere Researchs*, ۹۳: ۶۱۹-۶۳۵.
- Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle-size analysis. p. ۳۸۳-۴۱۱. In A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part ۱. ۲nd ed. Agron. Monogr. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI. pp. ۳۸۳-۴۱۱.
- Kinnell, P.I.A. ۲۰۰۵. Raindrop-impact-induced erosion processes and prediction: A review. *Hydrological Processes*, ۱۹: ۲۸۱۵-۲۸۴۴.
- Mamedov A.I., Huang C. and Levy G.J. ۲۰۰۶. Antecedent moisture content and aging duration effects on seal formation and erosion in smectitic soils. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۶: ۶۳۱-۶۳۹.
- Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. ۵۳۹-۵۷۹. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part ۲. ۲nd ed. Agron. Monogr. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Ruiz-Sinoga J.D. and Romero-Diaz A. ۲۰۱۰. Soil degradation factors along a Mediterranean pluviometric gradient in southern Spain. *Geomorphology*, ۱۱۸: ۳۵۹-۳۶۸.



Abstract

Rainfall erosion is a direct result of raindrops impacting an exposed soil surface. Aggregate breakdown, soil surface compaction and splash of soil particles are the most processes of rainfall erosion which their rates can vary during rainfall. In this study, temporal variations of rainfall erosion processes were investigated in an agricultural marl soil using seven simulated rainfalls with ۷.۵, ۱۵, ۲۲.۵, ۳۰, ۳۷.۵, ۴۵, ۵۲.۵, and ۶۰ min durations. Based on the results, the rainfall erosion processes were significantly varied during rain ($p < 0.001$). Aggregate breakdown was the first process of rainfall erosion. Soil compaction was started with the aggregate breakdown and its temporal variation was similar to aggregate breakdown. Soil splash was started after the two mentioned rainfall processes and its temporal pattern was very different. This rainfall erosion processes contrary to the two other rainfall processes was strongly increased even at the end of rainfall.



تاثیر ضایعات میوه رسیده انجیر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک

زهرا دیانت مهارلوبی، علی اکبر موسوی
 ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه علوم و تحقیقات فارس، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه علوم و تحقیقات فارس

چکیده

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، شامل دو نوع ماده آلی، کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در چهار سطح (۰، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی) و سه نوع بافت خاک (شنی لومی، لومی، لوم رسی سیلتی) در سه تکرار انجام گرفت. خواص فیزیکی خاک شامل ظرفیت زراعی، نفوذ نهایی آب در خاک و عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد کاربرد ضایعات میوه انجیر و کمپوست در خاک باعث افزایش ظرفیت زراعی، نفوذ نهایی آب در خاک و عمق کل آب نفوذ یافته در خاک در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تاثیر کاربرد کمپوست در خاک بر روی ظرفیت زراعی نسبت به کاربرد ضایعات میوه انجیر موثرتر بود همچنین تاثیر کاربرد ضایعات میوه انجیر در خاک بر روی نفوذ نهایی آب و عمق کل آب نفوذ یافته در خاک نسبت به کاربرد کمپوست موثرتر بود.

واژه های کلیدی: ضایعات میوه رسیده انجیر، کمپوست، خصوصیات فیزیکی خاک

مقدمه

افزودن کودهای آلی به خاک، افزون بر نداشتن عوارض نامطلوب موجب افزایش هوموس خاک و نگهداری آن در سطحی مناسب می شوند (مزیانی و سعید، ۱۳۸۳). در نواحی مرطوب که پوشش گیاهی انبوه است بقایای گیاهی بیش تری به خاک بازگردانده می شود ولی در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل پوشش گیاهی کم تر، بقایای گیاهی اضافه شده به خاک کم تر است، از آن جایی که اقلیم بیش تر مناطق ایران خشک و نیمه خشک است، کمبود مواد آلی در خاک مشهود می باشد (علیدوست، ۱۳۸۹). همچنین آجلید و لوندر (۲۰۰۰) در پژوهش های خود به اثرات مثبت مواد آلی بر روی خواص فیزیکی خاک شامل هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع، ظرفیت نگهداری آب در خاک، تخلخل، اندازه خلل و فرج، نفوذپذیری و تراکم پذیری خاک اشاره کردند. با توجه به کمبود مواد آلی در اکثر مناطق کشورمان، با انجام مطالعات دقیق بر روی ضایعات میوه رسیده انجیر، می توان از آن به عنوان یک اصلاح کننده مناسب در زمین های کشاورزی استفاده کرد.

مواد و روش ها

جهت انجام این آزمایش، طبق (جدول ۱)، مقدار کافی خاک از افق سطحی (۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک) از استان فارس در سه منطقه، شهرستان شیراز، زرقان و مهارلو جمع آوری گردید. پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی متری برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹۶۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، پ هاش در خمیر اشباع به وسیله دستگاه پ هاش متر (توماس، ۱۹۹۶)، ظرفیت زراعی به روش تعیین رطوبت باقیمانده در خاک با روش وزنی بعد از خارج شدن آب ثقلی از خاک اشباع (کاسیل و نیلسین، ۱۹۸۶)، برای تعیین مقدار و شدت نفوذ آب در خاک، طوقه ای از لوله از جنس پی وی سی با قطر مشابه خود لوله به انتهای بالایی هر لوله با رعایت آب بندی متصل گردید به طوری که بتوان روی سطح خاک هر لوله عمق ۷ سانتیمتر آب قرار داد. سرعت افت سطح آب نسبت به زمان با نصب کردن خط کش در کناره داخلی لوله (داخل آب) اندازه گیری شد (اسن، ۱۹۸۷). بر اساس آن نفوذ نهایی آب در خاک و عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک محاسبه گردید. آزمایش با استفاده از ستون خاک اجرا شد. به منظور تهیه ستون های خاک از استوانه هایی با قطر داخلی ۵/۱۲ سانتی متر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر که ته لوله ها با صفحه مشبک از جنس پی وی سی مسدود گردیده، استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	محل نمونه برداری	pH	Ec (ds.m ⁻¹)	Fc	influence final rate (cm)	Total deep (cm)
شنی لومی	۵۴/۸۱	۳۶/۸	۱۰/۱۰	شیراز	۵۳/۷	۲۶/۰	۰۴/۲۱	۱۳/۶	۴/۶
لومی	۲۸/۳۲	۵۶/۴۶	۱۶/۲۱	شیراز (مهارلو)	۶۶/۷	۲۵/۱	۲۶/۲۶	۱۸/۵	۳۵/۵
لوم رسی سیلت	۱۰	۸۴/۶۰	۱۶/۲۹	شیراز (زرقان)	۷۵/۷	۷۶/۰	۴۶/۲۱	۲۵/۳	۳۵/۳

جدول ۱ - برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه
 pH = پ‌هاش، Ec = قابلیت هدایت الکتریکی، Fc = ظرفیت زراعی، influence final rate = نفوذ نهایی آب در خاک، Total deep = عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک

نتایج و بحث

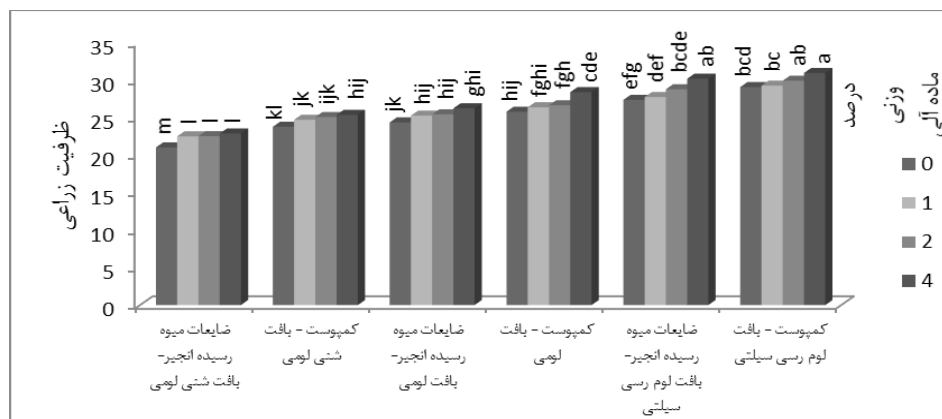
نتایج تجزیه واریانس، بافت‌های مختلف خاک، مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) و همچنین اثر متقابل مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) و بافت‌های مختلف خاک به شرح زیر می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگیهای فیزیکی خاک برای تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	Fc	influence final rate (cm)	Total deep (cm)
بافت خاک	۲	**۳۷/۱۹۴	**۶۵/۵۷	**۱۹/۶۱
مواد آلی	۷	**۰۳/۱۱	**۱۹/۰	**۱۹/۰
بافت خاک × مواد آلی	۱۴	**۲۳/۲	۰۱۲/۰ ^{ns}	۰۰۷/۰ ^{ns}
خطا	۴۸	۶۴/۰	۰۱/۰	۰۱/۰

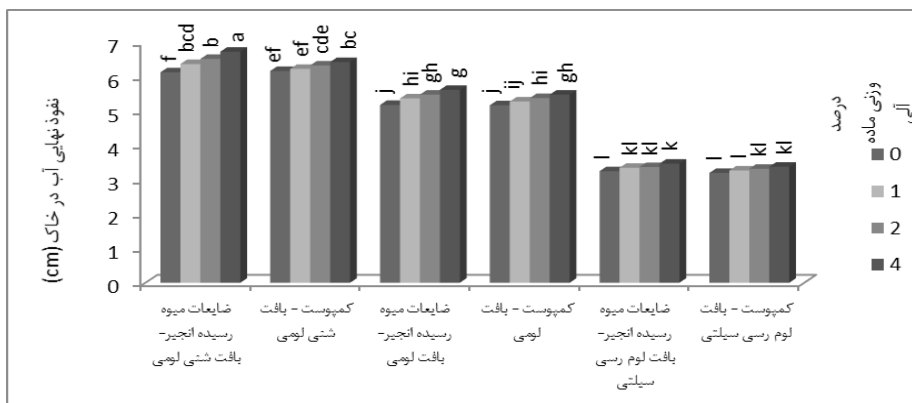
** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمون F و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.
 Fc = ظرفیت زراعی، influence final rate = نفوذ نهایی آب در خاک، Total deep = عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک

ظرفیت زراعی خاک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار ظرفیت زراعی در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده مربوط به تیمار کمپوست در سطح ۴ درصد وزنی در بافت لوم رسی سیلتی بود، بنابراین افزایش سطوح تیمار کمپوست نسبت به تیمار ضایعات میوه رسیده انجیر به طور موثرتری باعث افزایش ظرفیت زراعی در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۱). افزودن بقایای گیاهی به خاک باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک شد، زیرا مواد آلی با تشکیل خاکدانه‌های بزرگتر باعث افزایش منافذ بزرگ و بالا رفتن مقدار آب نگهداری شده در نقطه ظرفیت زراعی شده است (علی مردانی و همکاران، ۱۳۹۰). تجادا و گنرالز (۲۰۰۸) نیز در نتیجه تحقیقات خود در زمینه اثر کاربرد ورمی کمپوست و کود دامی غنی شده با کود شیمیایی، بر خواص فیزیکی خاک، میزان رطوبت بیشتری را در پتانسیل‌های ظرفیت زراعی و پژموردگی دائم و همچنین آب قابل دسترس بیشتری را در خاک‌های تیمار شده با ورمی کمپوست غنی شده گزارش کردند.

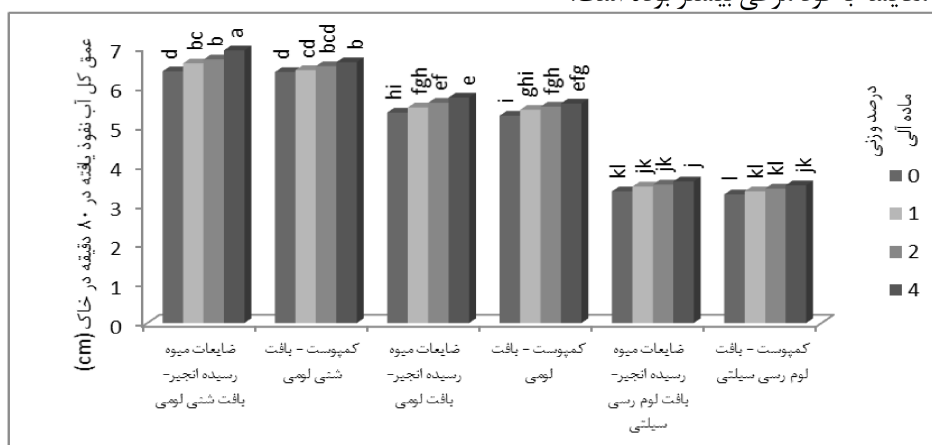


شکل ۱- مقایسه میانگین تغییرات ظرفیت زراعی خاک در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

نفوذ نهایی آب در خاک: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش نفوذ نهایی آب در خاک در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد شد ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده مربوط به تیمار ضایعات میوه رسیده انجیر در سطح ۴ درصد وزنی در بافت شنی لومی بود، بنابراین افزایش سطوح تیمار ضایعات میوه رسیده انجیر نسبت به تیمار کمپوست به طور موثرتری باعث افزایش نفوذ نهایی آب در خاک در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین تغییرات نفوذ نهایی آب در خاک در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک عمق کل آب نفوذ یافته در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلتی نسبت به شاهد شد ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده مربوط به تیمار ضایعات میوه رسیده انجیر در سطح ۴ درصد وزنی در بافت شنی لومی بود، بنابراین افزایش سطوح تیمار ضایعات میوه رسیده انجیر نسبت به تیمار کمپوست به طور موثرتری باعث افزایش عمق کل آب نفوذ یافته در هر سه نوع بافت خاک شد (شکل ۲). ابوشیر (۱۹۹۳) گزارش کرد که نفوذ پذیری خاک با افزودن لجن فاضلاب به مقدار ۵۲ و ۱۰۴ تن در هکتار به طور چشمگیری افزایش یافت. مارتنز و فرانکنبرگ (۱۹۹۲) نشان دادند که استفاده از کود مرعی، لجن فاضلاب، کاه جو و بونجه باعث افزایش نفوذپذیری خاک لوم رسی گردید به طوری که تاثیر کاه جو، کاه یونجه و لجن فاضلاب بر نفوذ پذیری در مقایسه با کود مرعی بیشتر بوده است.



شکل ۳- مقایسه میانگین تغییرات عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست و ضایعات میوه انجیر در خاک‌های زراعی به عنوان کود آلی، روی خصوصیات خاک تاثیر مثبت داشته و باعث بهبود و افزایش ظرفیت زراعی، نفوذ نهایی آب در خاک و عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک گردید. تاثیر کاربرد کمپوست پس از اضافه شدن به خاک بر روی ظرفیت زراعی بیشتر از ضایعات میوه انجیر بود. تاثیر کاربرد ضایعات میوه انجیر پس از اضافه شدن به خاک بر روی نفوذ نهایی آب در خاک و عمق کل آب نفوذ یافته در ۸۰ دقیقه در خاک بیشتر از کمپوست بود.

منابع

- علیدوست، ر. ۱۳۸۹. مطالعه اثر کاربرد مقادیر متفاوت کمپوست شهری، نیترژن و فسفر بر رشد و تغذیه معدنی ذرت علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان.
 علی‌مردانی، آ.، دلاور، م.ا.، گلچین، ا. ۱۳۹۰. تاثیر افزودن ترکیبات آلی و معدنی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی یک خاک سدیمی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره ۲.



مزیانی، ح.، و سعید، غ. ۱۳۸۳. نگاهی کوتاه بر تحولات تولید کمپوست در شهر تهران. انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد. ۸۹. صفحه.

Abusharar, T.M. ۱۹۹۳. Effects of sewage sludge treatments on aggregate slaking, clay dispersion and hydraulic conductivity of semi- arid soil sample. *Geoderma*, ۵۹: ۳۲۷- ۳۴۳.

Aggelides, S.M., and Londra, P.A. ۲۰۰۰. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil, *Bioresource Technology*. ۷۱: ۲۵۳-۲۵۹.

Bouyoucos, G.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil, *Agron*. ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.

Cassel, D.K., and Nielsen, D.R. ۱۹۸۶. Field Capacity and Available Water Capacity, In: A. Klute (Ed.), *Methods of soil Analysis part ۱- Physical and Mineralogical Methods* Second edition. ASA & SSSA, USA.

Esen, I.I. ۱۹۸۷. Least- Squares estimatic of the Horton infiltration parameters. *Soil Sci*. ۱۴۴: ۶- ۱۰.

Martens, D.A., and Frankenberg, W.T. ۱۹۹۲. Modification of in filtration rates in an organic amended irrigated. *J. of Agron*. ۸۴): ۷۰۷- ۷۱۷.

Rhoades, J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical Conductivity and total dissolved solids. P. ۴۱۷- ۴۳۶. In D.L. Sparks et al., (eds) *Methods of soil analysis. part ۳*. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Tejada, M., and Gonzalez, J.L. ۲۰۰۸. Influence of two organic amendments on the soil physical properties. *Geoderma*. ۱۴۵: ۳۲۵-۳۳۴.

Thomas, G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. p. ۴۷۵- ۴۹۰. In D.L. Sparks et al., (eds) *Methods of soil analysis. part ۳*. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Abstract

This study was a factorial experiment in a completely randomized design, consisting of two types of organic matter, compost and ripe fig fruit waste in four levels of (۰, ۱, ۲ and ۴ by weight %) and three soil type (loamy sand, loam, silty clay loam) with three replication. Include Physical properties, field capacity, water infiltration rate of the soil, accumulated depth of water infiltrated in ۸۰ minutes into the soil was measured. The results showed that the use of ripe figs fruit waste and compost in the soil increased field capacity, water infiltration rate of the soil, accumulated depth of water infiltrated in ۸۰ minutes into the soil compared to the control. Effect of compost in soil on the field capacity of application most of ripe figs fruit waste was. Effect of ripe figs fruit waste in soil on water infiltration rate of the soil, accumulated depth of water infiltrated in ۸۰ minutes into the soil of application most of compost was.

بررسی وضعیت فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز قره‌قوم

علی جعفری اردکانی
مربی پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

چکیده

در این تحقیق داده‌های رسوب ۱۲ ایستگاه رسوب‌سنجی دارای آمار نسبتاً مناسب تحلیل و مقدار رسوب متوسط سالانه برای هر ایستگاه از روش منحنی سنجه رسوب محاسبه گردید. متوسط رسوب حاصل از اجرای مدل EPM در محل ایستگاه‌ها محاسبه و با رسوب منحنی‌های سنجه مقایسه شد. نتایج نشان داد مدل، متوسط مقدار فرسایش حوضه را ۹/۷ تن و مقدار رسوب را ۰۴/۲ تن در هکتار در سال برآورد کرده است. مقایسه رسوب برآورد شده با مدل و رسوب به دست آمده از روش منحنی سنجه نشان داد مقدار رسوب برآورد شده ۲ برابر کمتر از رسوب به دست آمده از منحنی سنجه است. مقایسه آماری رسوب برآوردی مدل و مشاهده ای در ایستگاه‌هایی که اختلافشان کمتر از ۵۰ درصد بود نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین برآورد مدل و ایستگاه می باشد. در این بررسی ضریب تبدیل ۱۳/۲ برای تدقیق برآورد مدل در حوضه قره قوم به دست آمد.

واژه های کلیدی: برآورد رسوب، فرسایش، مدل EPM، حوضه قره قوم

مقدمه

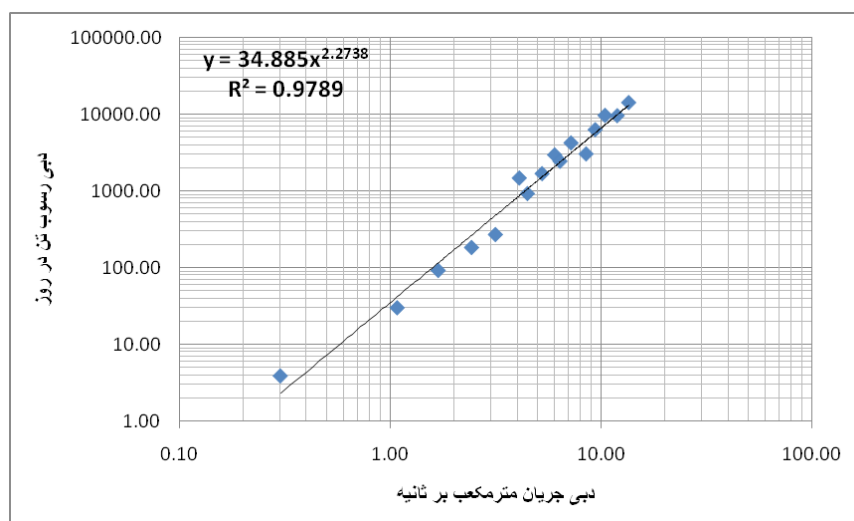
نقش فرسایش و تولید رسوب در کاهش حاصلخیزی و هدر رفت خاک، پر شدن مخازن سدها، گرفتگی و انسداد مجاری آبیاری، آبراهه‌ها و رودخانه‌ها، گل‌آلود کردن آب رودخانه‌ها و کاهش کیفیت آب و آلودگی آبهای مناطق پایین دست از دیر باز شناسایی و مورد توجه متخصصین و کارشناسان علوم زمین بوده است. برای جلوگیری و یا کاهش اثرات یاد شده نیاز به برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات حفاظت خاک و کنترل رسوب در چارچوب طرح‌های آبخیزداری می‌باشد. برای این منظور آگاهی از میزان فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز و شناسایی مناطق بحرانی و اولویت‌بندی آنها برای اجرای برنامه‌ها و اقدامات آبخیزداری برای کاهش فرسایش ضروری است. اولویت‌بندی حوضه‌های حساس و بحرانی از نظر مقدار فرسایش و تولید رسوب می‌تواند به عنوان راهکار مناسبی مد نظر مدیران قرار گیرد. یکی از روش‌های تعیین مقدار تلفات خاک و تولید رسوب اندازه‌گیری گل‌آلودگی آب رودخانه‌ها در محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری رسوب می‌باشد. برآورد صحیح و دقیق رسوب در ایستگاه‌های رسوب‌سنجی هنگامی با اطمینان مقدور است که اندازه‌گیری مداوم غلظت آب رودخانه انجام گیرد. ولی به دلیل هزینه بالا غلظت رسوب به صورت مداوم اندازه‌گیری نمی‌شود بلکه در فواصل معین در طول سال گل‌آلودگی رودخانه تعیین و به وسیله روش‌های آماری مختلف برآورد‌های رسوب برای کل سال تعیین می‌شود. از میان روش‌های آماری مختلف، تلفیق منحنی سنجه رسوب به روش حدوسط دسته‌ها با آمار جریان روزانه را مناسب‌تر از سایر روش‌های دیگر منحنی سنجه رسوب تشخیص دادند.

جلالیان و همکاران (۱۳۷۳) با استفاده از ایستگاه‌های مناسب رسوب‌سنجی میزان فرسایش و تولید رسوب حوضه‌های آبخیز مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و میانگین رسوبدهی ویژه را ۳۴۸ تن در کیلومتر مربع و مقدار فرسایش را ۲۵ تن در هکتار در سال محاسبه کردند. براساس نتایج این مطالعه، حوضه‌های آبخیز کرخه، سفیدرود، مارون، هیرمند و زهره به ترتیب دارای بیشترین مقدار فرسایش و رسوب دهی می‌باشند. محققین سازمان تحقیقات منابع آب در سال ۱۳۷۵ گزارش تولید رسوب معلق ۶۷ ایستگاه رسوب‌سنجی حوضه مرکزی و ۴۱ ایستگاه دریاچه ارومیه را منتشر کردند. در این گزارشها، کمترین و بیشترین میزان تولید رسوب معلق برای حوضه دریاچه ارومیه به ترتیب ۲۱ (حوضه جوان چای) و ۱۶۹۳ (حوضه گادار چای) و برای حوضه مرکزی ۶/۱ (حوضه سیوند) و ۳۹۰۰ (حوضه کامیستان) تن در کیلومتر مربع در سال برآورد شده است. وزارت نیرو در طرح بررسی جامع آب کشور (۱۳۷۸) تولید رسوب ۳۶۰ ایستگاه رسوب‌سنجی را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد کمترین و بیشترین میزان تولید رسوب حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه به ترتیب مربوط به حوضه میمه دهلران با ۵۸/۱ و حوضه بار در کویر مرکزی با ۳۰۲۵ تن در کیلومتر مربع بوده است. در سال‌های اخیر عربخدری و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از ۲۰۹ ایستگاه رسوب‌سنجی با آمار مناسب، اقدام به برآورد مقدار رسوب حوضه‌های کشور نموده‌اند. در این تحقیق متوسط رسوبدهی کشور در حدود ۲ تن در هکتار تعیین و حوضه‌های دریاچه ارومیه، مرکزی و قره قوم کمتر از متوسط و حوضه‌های خزر و خلیج فارس بیشتر از حد متوسط قرار گرفتند. حوضه‌های هامون جازموریان، میناب، بلوچستان جنوبی و مارون و زهره بیشترین رسوبدهی را به خود اختصاص دادند. با توجه به کم بودن ایستگاه‌های اندازه‌گیری رسوب و نبود اطلاعات دقیق از فرسایش در کشور، استفاده از روش‌های تجربی در برآورد فرسایش و رسوب اجتناب‌ناپذیر است. مدل‌های تجربی زیادی جهت برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه‌های آبخیز فاقد آمار ارائه گردیده که هر کدام در شرایط اقلیمی، سنگ‌شناسی و توپوگرافی خاصی ابداع گردیده‌اند و لازم است جهت کاربرد در مناطق دیگر واسنجی گردند.

مدل EPM یک مدل تجربی است که بر اساس تحقیق و اندازه‌گیری فرسایش و رسوب دراز مدت در کشور یوگسلاوی سابق ابداع شده است (Gavrilovic, ۱۹۸۸). در کشور ایران نیز از مدل EPM به دلیل سادگی، در دسترس بودن اطلاعات مورد نیاز و وجود لایه‌های رقیمی سراسری در کشور از آن برای برآورد پتانسیل فرسایش و رسوبدهی حوضه‌های آبخیز استفاده شده است. نعمتی (۱۳۷۳) در حوضه آبخیز شاهرود، پاک پرور (۱۳۷۵) در بخشی از حوضه آبخیز سد لتیان، نجفی نژاد (۱۳۷۵) در حوضه آبخیز سد لتیان، باقرزاده کریمی (۱۳۷۲) در حوضه آبخیز ازون دره در استان زنجان، بیات (۱۳۷۸) در حوضه آبخیز طالقان، و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری (۱۳۸۶) فرسایش و رسوبدهی کل کشور را با این روش مورد ارزیابی قرار داد. بر اساس نتایج منتشره مقدار فرسایش متوسط کشور با این مدل ۶.۹ تن در هکتار در سال و مقدار رسوب حدود ۱ تن در هکتار در سال به دست آمده است. در این مقاله سعی می‌شود فرسایش و رسوب حاصل از اجرای مدل EPM در حوضه قره قوم در شمال شرق ایران ارائه، و نتایج آن با آمار رسوب ایستگاه‌های رسوب سنجی منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته و ضرایب اصلاحی برای کارایی بهتر مدل ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل ۱۲ واحد هیدرولوژیکی از حوضه آبخیز قره قوم می‌باشد. این حوضه آبخیز بین مختصات جغرافیایی ۱۲° ۵۸' تا ۱۱° ۶۱' طول شرقی و ۱۹° ۳۴' تا ۴۳° ۳۷' عرض شمالی واقع شده است و از شمال غرب به حوضه اترک، از جنوب به حوضه خواف - پترگان، از شرق به کشور افغانستان و از غرب به حوضه کویر مرکزی محدود می‌شود. از بین ایستگاه‌های واقع در حوضه ۱۲ ایستگاه دارای دوره آماری و تعداد داده مناسب برای تجزیه و تحلیل انتخاب و از روش منحنی سنج رسوب حد متوسط دسته‌ها برای تعیین مقدار رسوب استفاده شد. در این روش دبی جریان با یک نمو معین به تعدادی دسته تقسیم می‌شود و برای دبی متوسط جریان هر دسته، متوسط دبی رسوب همان دسته نیز بدست می‌آید و سپس منحنی سنج رسوب برای جفت داده‌ها به صورت لگاریتمی ترسیم می‌شود. عرب‌خدری و همکاران (۱۳۸۲) روش حد وسط دسته‌ها را به عنوان مناسبترین روش برای برآورد رسوبدهی معرفی کردند پس از استخراج منحنی سنج رسوب، دبی روزانه ایستگاهها تهیه و سری زمانی آنها تشکیل داده شد. با اعمال معادلات منحنی سنج رسوب در سری زمانی دبی‌های متوسط روزانه، بار معلق برای هر یک از روزهای دوره آماری بدست آمد. با جمع کردن بار معلق تمام روزهای سال، بار معلق همان سال محاسبه شد. مجموع تولید رسوب معلق سالهای دوره آماری به تعداد سالها تقسیم و متوسط تولید رسوب معلق سالانه برآورد گردید. از تقسیم رسوب سالانه بر مساحت حوضه، رسوب ویژه هر حوضه محاسبه گردید. نمونه‌ای از منحنی سنج ایستگاه سرآسیاب رودخانه زشک در شکل ۱ نشان داده شده است. برای احتساب بار کف با توجه به سازندهای زمین شناسی، پتانسیل تولید رسوب بار کف از ۲۰ تا ۲۵ درصد بار معلق در نظر گرفته شد و سپس میانگین وزنی این ضرایب با توجه به مساحت تحت پوشش محاسبه گردید. به این ترتیب بار کل رسوبی ایستگاههای مختلف با لحاظ کردن سهم بار کف تعیین گردید.



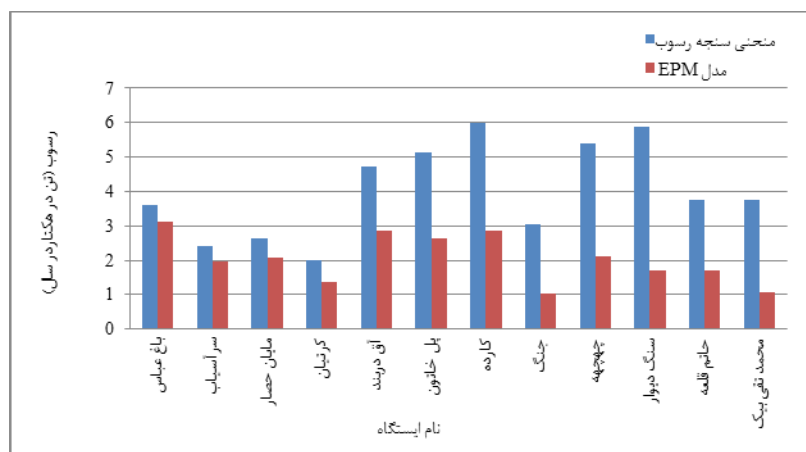
شکل ۱ - منحنی سنج رسوب دسته‌ها در ایستگاه سر آسیاب (کد ۱۹۰۶۴)

برای برآورد مقدار فرسایش از روش EPM به ۴ لایه اطلاعاتی شامل ضریب فرسایش مشاهده‌ای حوضه آبخیز ()، ضریب استفاده از زمین (Xa)، شیب متوسط حوضه (I)، ضریب مقاومت خاک و سنگ به فرسایش (Y) نیاز می‌باشد که عوامل اول و دوم آن بر اساس بازدید صحرائی و جداول استاندارد مدل امتیاز دهی می‌شود و برای محاسبه شیب متوسط حوضه از مدل رقومی ارتفاع (DEM) حاصل از داده‌های راداری و برای تعیین ضریب مقاومت خاک و سنگ، حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش مورد توجه و

بررسی قرار گرفت. برای این منظور، کلیه سازندها، واحدهای سنگی و نهشته‌های سخت نشده در ۱۰ گروه مختلف شامل فوق العاده مقاوم (I)، بسیار مقاوم (II)، متوسط تا مقاوم (IV)، متوسط (V)، متوسط تا ضعیف (VI)، ضعیف (VII)، بسیار ضعیف (VIII)، فوق العاده ضعیف (IX) و کاملاً ضعیف، سست و منفصل (X) طبقه‌بندی و طبق جدول مدل امتیاز آن داده شد. کلیه اطلاعات مدل به لایه های رقومی تبدیل و با نرم افزار ARCMAP مدل اجرا و مقدار فرسایش و سپس با اعمال نسبت تحویل رسوب (RU) رسوب زیر حوضه ها طبق روابط مدل محاسبه شد.

نتایج و بحث

مقدار فرسایش و رسوب حاصل از اجرای مدل و نیز رسوب به دست آمده از روش منحنی سنجه در محل ایستگاه های رسوب سنجی در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف دو روش در ایستگاه‌های مختلف بین ۳۷/۱۳ تا ۶۵/۷۱ درصد متفاوت می باشد. آنچه که حائز اهمیت می باشد آن است که در کلیه حوضه های آبخیز مقدار برآورد شده از طریق مدل کمتر از روش منحنی سنجه رسوب ایستگاه های مربوطه می باشد. شکل ۲ بیانگر مقدار رسوب بدست آمده از روش EPM و ایستگاه های رسوب سنجی می باشد. درصد اختلاف بین رسوب برآورد شده با مدل و روش منحنی سنجه در شش ایستگاه بین ۳۷/۱۳ و ۹/۴۸ درصد می باشد که تا حدی بیانگر مناسب بودن نسبی مدل در ایستگاه های مربوطه می باشد. این شش ایستگاه دارای حوضه های مستقل بوده و مساحت آن ها بین ۱۰۰ تا ۸۰۰ کیلومتر مربع می باشد (جدول ۱). مقایسه آماری رسوب برآوردی مدل و مشاهده ای در ایستگاه های هیدرومتری این شش حوضه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین برآورد مدل و آمار ایستگاه رسوبسنجی می باشد. میانگین نسبت رسوب مشاهده ای به رسوب برآورد شده توسط مدل در این شش حوضه معادل ۱۰۸ می باشد و این بدان معنی است که با اعمال این ضریب در برآورد مدل می توان انتظار داشت که با رسوب اندازه گیری شده از ایستگاه هیدرومتری معادل گردد. این ضریب تبدیل برای کل ایستگاه های مورد بررسی برابر با ۲۰۱۳ بدست آمد. با اعمال این ضریب می توان در حوضه هایی که از نظر شرایط اقلیمی، خاک، پوشش سطحی و کاربری اراضی مشابه بوده و فاقد ایستگاه رسوب سنجی هستند برآورد خوبی از مدل EPM به دست آورد. آنالیز حساسیت عوامل مدل نیز در این حوضه انجام شد که نتایج آن بیانگر به ترتیب حساسیت بالای عوامل زمین شناسی و خاک، کاربری اراضی، فرسایش، شیب، بارش و دما می باشد. با توجه به حساسیت بالای مدل به عامل زمین شناسی و خاک می بایست در همانند سازی این عامل برای شرایط زمین شناسی و خاک های ایران تلاش نمود. با توجه به میانگین فرسایش ۹/۷ تن در هر هکتار برای حوضه های مورد مطالعه، به نظر می رسد باید نسبت به تجدید نظر ضریب تحویل رسوب مدل به طور مستقل بررسی دقیق صورت گیرد.



شکل ۲- مقایسه رسوب ایستگاه های رسوب سنجی و برآوردی

جدول ۱- مقدار رسوب متوسط سالانه و رسوب ویژه به روش منحنی سنجه و مدل EPM

نام ایستگاه	مساحت کیلومتر مربع	ضریب بار کف	رسوب ویژه منحنی سنجه تن در هکتار در سال	مقدار فرسایش مدل تن در هکتار در سال	ضریب تحویل رسوب مدل	رسوب ویژه به روش مدل تن در هکتار در سال	نسبت رسوب منحنی سنجه به مدل
*باغ عباس	۳۰۶.۲۲	۱.۲۳	۲.۴۱	۷.۰۵	۲۷.۵۹	۱.۹۵	۱.۲۴
*سراسیاب	۲۰۲.۰۱	۱.۲۵	۴.۷۳	۹.۸۲	۲۹.۲۷	۲.۸۷	۱.۶۵



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۱.۱۵	۳.۱۱	۳۱.۶۶	۹.۸۱	۳.۵۹	۱.۲۵	۱۱۶.۱۹	*حصار
۲.۱۱	۲.۸۵	۳۰.۸۹	۹.۲۱	۶.۰۱	۱.۲۵	۱۳۸.۳۲	*کرتیان
۲.۹۰	۱.۰۵	۱۵.۷۳	۶.۶۶	۳.۰۵	۱.۲۴	۱۶۰۳۶.۳۵	*اق دربند
۳.۵۳	۱.۰۶	۱۵.۶۴	۶.۷۹	۳.۷۴	۱.۲۴	۱۶۷۴۰.۲	*پل خاتون
۲.۵۴	۲.۱۳	۲۶.۱۲	۸.۱۶	۵.۴۱	۱.۲۳	۴۵۰.۹۱	کارده
۰.۰۶۳	۲.۰۸	۲۹.۵۷	۷.۰۲	۱.۳۲	۱.۲۲	۱۸۸.۰۵	جنگ
۲.۳۸	۲.۶۳	۲۳.۸۸	۱۱.۰۱	۶.۲۶	۱.۲۴	۸۴۷.۰۱	چچهه
۳.۴۵	۱.۷	۲۸.۹	۵.۸۷	۵.۸۷	۱.۲۳	۲۲۰.۷۴	دیوار
۲.۴۵	۱.۷	۲۲.۵۹	۷.۵۱	۴.۱۷	۱.۲۳	۱۲۵۴.۶۲	حاتم قلعه
۱.۴۷	۱.۳۷	۲۳.۵۱	۵.۸۴	۲.۰۲	۱.۲۳	۹۴۵.۲۹	محمد بیک
۲.۱۳	۲.۰۴	۲۵.۴۵	۷.۹	۴.۰۵	۱.۲۳	۳۱۲۰.۴۹	میانگین

*حوضه هایی که بین رسوب مشاهده ای و برآوردی مدل اختلاف معنی دار وجود ندارد.

منابع

- باقرزاده کریمی، م. ۱۳۷۲. بررسی کارایی مدل های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک های سنجش از دور و GIS در مطالعات حوضه های آبخیز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- بیات، ر. ۱۳۷۸. بررسی کارایی مدل های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز طالقان به کمک GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۲۸ صفحه.
- پاک پرور، م. ۱۳۷۵. ارزیابی روش های PSIAC و EPM در برآورد رسوب و تعیین پراکنش فرسایش در قسمتی از حوضه سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و سازمان جنگل ها و مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۶. اطلس سیمای حوضه های آبخیز کشور - بخش فرسایش و رسوب.
- تماب. ۱۳۷۵. بانک اطلاعات منابع آب. بولتن وضعیت منابع آب کشور، شماره ۱۲، ص ۱۷۳-۱۷۱.
- جاماب (شرکت مهندسی مشاور). ۱۳۷۸. طرح جامع آب کشور، سنتز. وزارت نیرو.
- جلالیان، ا.، محمد قهاره، ا. کریم زاده، ح.ر. ۱۳۷۳. فرسایش و رسوب و علل آن در حوضه های آبخیز کشور و ارائه نتایج موردی در بعضی از حوضه های آبخیز ایران. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاک ایران، ۶ تا ۹ شهریور، دانشکده کشاورزی دانشگاه اصفهان، ص. ۹-۱۰.
- عرب خدری م، علی ولی خوجینی، شاهرخ حکیم خانی، امیرحسین چرخابی و عبدالرسول تلوری. ۱۳۸۸. برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- عرب خدری، محمود، شاهرخ حکیم خانی و داود نیک کامی. ۱۳۸۲. مقایسه چند روش آماری برآورد رسوبدهی معلق در یک حوضه با رژیم برفی بارانی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پایان یافته مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری به کد ۱۵-۰۰۳۵۰۰۰۰۰۵-۷۹، ۶۳ صفحه.
- نجفی نژاد، علی، ۱۳۷۳. بررسی کارایی مدل تجربی EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- نعمتی، ن. ۱۳۷۳. برآورد رسوب حوضه آبخیز رودخانه شاهرود حوضه سد سفیدرود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.



Gavrilovic, Z. ۱۹۸۸. The use of an empirical method (erosion potential method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams. Proceeding of international conference on River Regime. May ۱۹۸۸. Published by John Wiley and sons. Paper. ۱۲. p. ۴۱۱-۴۲۲.

Abstract

In this research, suspended sediment data at ۱۲ sediment stations were analyzed then mean annual suspended sediment in each station was determined by using sediment discharge rating curve. Then mean annual sediment yield for each watershed of sediment station was calculated by EPM model. Finally, the accuracy of EPM method was compared with sediment load by using sediment discharge rating curve. Results showed that EPM model the average amount of erosion in the basin to ۷.۹ tons per hectare per year and the amount of sediment ۲.۰۴ tons per hectare per year is estimated. Statistical comparison between model and sediment discharge rating curve that differ less than ۵۰% indicates no significant difference between model and station. In this study, ۲.۱۳ conversion rate for the basin model refine Ghareghom result.



انتقال باکتری رودوکوکوس اریتروپلیس (*Rhodococcus erythropolis*) در ستون‌های شن تحت جریان پیوسته غیراشباع-اشباع

نصراله سپهرنیا^۱، محمدعلی حاج‌عباسی^۲، مجید افیونی^۲ و محمدرضا مصدقی^۳
۱- دانشجو دکترا گروه خاک‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استناد دکترا گروه خاک‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان ۳-
دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

شناخت انتقال باکتری‌ها اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های زیست‌پالایی محیط‌های زیرسطحی دارد. در این پژوهش اثر تزریق باکتری رودوکوکوس اریتروپلیس در دو زمان متفاوت با برقراری جریان اشباع و غیراشباع به شکل پیوسته در ستون‌های شن، بررسی شد. تزریق باکتری‌ها با غلظت $3/1 \times 10^8$ CFU ml⁻¹ در ۱ و ۲ پالس انجام شد. در تزریق ۲ پالسی، پالس اول در زمان خشک‌بودن ستون‌ها اعمال شده و با برقراری جریان اشباع ماندگار پالس دوم تزریق شد. در ستون‌های ۱ پالسی، تنها در ابتدای آزمایش تزریق انجام شد. غلظت باکتری‌ها با استفاده منحنی واسنجی غلظت-جذب برآورد باکتری شد. نتایج نشان داد شرایط اولیه تزریق باکتری بر انتقال باکتری‌ها موثر بوده و در دو جریان اشباع و غیراشباع در زمان‌های ابتدایی بیش‌ترین باکتری در زه‌آب دیده شد. وضعیت رطوبتی اولیه و آب‌گریزی باکتری رودوکوکوس اریتروپلیس به عنوان دو عامل مهم در جذب باکتری‌ها در اثر تغییر جریان از غیراشباع به اشباع می‌تواند موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی آب، انتقال باکتری، جریان اشباع، جریان غیراشباع، آب‌گریزی

مقدمه

فهم و شناخت انتقال باکتری‌ها در خاک از اهمیت ویژه‌ای در موفقیت برنامه‌های زیست‌پالایی محیط‌های زیرسطحی دارد. یکی از مهم‌ترین مسائل در موفقیت این پروژه‌ها، رسیدن باکتری‌های مورد نظر به ناحیه آلوده است. در بسیاری از پژوهش‌های انتقال باکتری، به منظور تخریب زیستی آلاینده‌ها، جذب باکتری‌ها روی سطوح کانی‌ها پخشیدگی موثر باکتری‌ها در خاک را به طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد. جذب باکتری‌ها روی سطوح کانی‌ها تاثیرپذیر از عوامل بیولوژیکی مرتبط با سلول باکتری‌ها و عوامل فیزیکی و شیمیایی مرتبط با محیط متخلخل است. بر اساس نظریه پالایش، اثرات عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به دو حالت امکان‌پذیر است: ۱- احتمال برخورد باکتریایی به یک ذره رسوب به هنگام نزدیک شدن (راندمان جمع‌کننده) و ۲- احتمال جذب باکتریایی به محیط جمع‌کننده به هنگام برخورد (راندمان برخورد). راندمان جمع‌کننده برای عوامل فیزیکی در نظر گرفته می‌شود که تناوب برخورد باکتری‌ها نسبت به شار باکتری‌ها به سمت جمع‌کننده را کنترل می‌کنند و برای عوامل شیمیایی و بیولوژیکی، راندمان برخورد محاسبه می‌شود که با استفاده از نظریه DLVO توصیف می‌شود. به طور خلاصه، این نظریه نیروی اثرات متقابل کل بین باکتری و سطوح ذرات معدنی را در یک فاصله معین تعیین می‌کند. در شرایطی که نیروی اثرات متقابل کل باکتری‌های تزریق شده مثبت باشد احتمال جذب باکتری‌ها بیش‌تر از زمانی است که این نیرو منفی است (Dong et al., 2002).

باکتری‌ها در خاک در بیش‌تر pHها دارای بار خالص منفی هستند. از طرفی بیش‌تر ذرات خاک نیز بار منفی دارند. در نگاه اول به نظر می‌رسد که باکتری و ذرات خاک اثر دافعه بر هم داشته باشند. اما برای خنثی کردن بار سطحی سلول باکتری‌ها، یون‌های با بار مخالف کم کم به سطح سلول نزدیک می‌شوند و یک لایه دوگانه پخشیده را تشکیل می‌دهند. اگر سلول با بار منفی در تماس با سطوح با بار مثبت قرار گیرد، جذب می‌شوند تا حدی که غلظت آنها در محلول به صفر نزدیک گردد. اما اگر غلظت در فاز محلول افزایش یابد، جذب سلول کاهش می‌یابد. زیرا رقابت بین گروه‌های آنیونی در سطح سلول باکتری‌ها و آنیون‌های موجود در فاز محلول برای جذب افزایش می‌یابد. از طرفی، با نزدیک شدن دو بار منفی به یکدیگر احتمال دفع آنها وجود دارد. دفع این دو بار به برهم‌کنش‌های بین سطح سلول باکتری و سطوح موجود در خاک بستگی دارد، که وضعیت بار الکتریکی سطوح در تماس و برهم‌کنش آب‌گریزی بین سطوح و فاز محلول در این حالت تاثیرگذار است (Unc, 2002).

پژوهش‌های مختلف نشان داده است چهار ویژگی اصلی بیولوژیکی که بر جذب باکتری‌ها روی سطح ذرات تاثیرگذار است، شامل بار سطحی باکتری‌ها، آب‌گریزی، اندازه و تحرک سلول می‌باشند. بار سطحی سلول باکتری‌ها، وابسته به pH بوده و با تغییر pH محیط، تغییر می‌کند. بر روی سطح سلول باکتری‌ها گروه‌های آب‌دوست و آب‌گریز وجود دارند که می‌توانند بر جذب و یا دفع باکتری اثر گذاشته و بر فرایند انتقال آن در خاک مؤثر باشند. باکتری‌ها با خاصیت آب‌گریزی قوی می‌توانند به آسانی جذب سطوح جامد شوند، اما گونه‌های آب‌دوست دارای پوششی از مولکول‌های آب در پیرامون خود هستند که به هنگام نزدیک شدن به لایه دوگانه پخشیده سطح ذرات خاک، در لایه‌های بیرونی به طور ضعیفی جذب می‌شوند. به همین دلیل این گونه‌ها به آسانی از سطح ذرات



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدا شده و وارد محلول خاک می‌شوند. گونه‌های آب‌گریز به هنگام جذب، در عمق لایه دوگانه پخشیده قرار گرفته و در بسیاری موارد جذب اختصاصی و برگشت‌ناپذیر صورت می‌گیرد. در نتیجه باکتری‌های آب‌دوست نسبت به باکتری‌های آب‌گریز تحرک بیشتری دارند (Dong et al., 2002).

پژوهش‌های انتقال و سرنوشت باکتری با توجه به اهداف مورد نظر در شرایط جریان (اشباع و غیراشباع) و مقیاس‌های گوناگون (ستون‌های آزمایشگاهی، کرت‌های مزرعه‌ای و حوضه) انجام می‌شود. این پژوهش به بررسی اثر چگونگی تغییر پیوسته جریان آب از وضعیت غیراشباع اعمال شده بر حالت خشک (مکش ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر) تا رسیدن به جریان اشباع ماندگار بر انتقال باکتری رودوکوکوس اریثروپولیس (*Rhodococcus erythropolis*) در ستون‌های شن پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی ستون‌های (از جنس PVC، قطر داخلی ۳/۸ و ارتفاع ۲/۱۸ سانتی‌متر) پر از شن انجام شد. پیش از نمونه‌برداری، دیواره درونی استوانه به پارافین آغشته شد تا از ایجاد جریان ترجیحی در محل تماس شن با سیلندر جلوگیری شود. برخی ویژگی‌های فیزیکی توده شن و ستون‌های آماده‌شده مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

گونه‌ی باکتری مورد استفاده در این پژوهش رودوکوکوس اریثروپولیس بود. برای تهیه سوسپانسیون باکتری ابتدا باکتری‌ها بر روی محیط کشت نیوترنت آگار کشت داده شدند. پس از ۴۸ ساعت باکتری‌های رشد کرده با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر شست‌شو داده شدند. با استفاده از سری رقت ۱۶ غلظت در سه تکرار از باکتری مورد نظر آماده شد. سپس با استفاده از دستگاه Spectrophotometer میزان جذب سری‌های غلظت آماده‌شده در طول موج ۵۰۳ نانومتر تعیین شد. با شمارش باکتری‌های رشد کرده رابطه خطی بین $y = 99/0 \times 10^8 \times x$ برای باکتری حاصل شد. در این معادله x و y به ترتیب میزان جذب و غلظت باکتری است. معادله فوق در Excel Solver بهینه شد. با استفاده از این رابطه، غلظت (CFU ml⁻¹) $3/1 \times 10^8$ با محلول زمینه برومید پتاسیم (KBr) با قدرت یونی ۱۰ میلی‌مولار و به عنوان غلظت ورودی برای هر پالس انتخاب شد. pH و شوری سوسپانسیون‌های ورودی نیز تعیین شد.

توزیع سوسپانسیون باکتری‌ها و آب به ستون‌های شن به صورت پالسی انجام شد. به این صورت که در ابتدا که ستون شن خشک بود، یک پالس باکتری با غلظت $3/1 \times 10^8$ CFU ml⁻¹ به سطح ستون شن افزوده شد. سپس با استفاده از نفوذسنج مکشی جریان اشباع (مکش ۰ هکتوپاسکال) به ستون‌های شن اعمال شد. با رسیدن جبهه رطوبتی و مشاهده اولین زه‌آب خروجی به انتهای ستون‌ها، نمونه‌برداری در فواصل زمانی مشخص انجام گرفت. به این ترتیب که در زمان‌های پیش از خروج ۱ برابر حجم آب منفذی (PV)، به فواصل PV۱/۰، و پس از آن به فواصل PV۲۵/۰ انجام شد. در پالس اول، آب‌شویی ستون‌ها تا ۴ برابر حجم آب منفذی (PV) انجام شد. سپس، تزریق پالس دوم باکتری‌ها با غلظتی برابر با پالس اول انجام شد و از زه‌آب‌های خروجی در فواصل زمانی برابر پالس اول، نمونه‌برداری شد. در مجموع ۴۴ نمونه از زه‌آب هر ستون برداشت شد. سپس میزان جذب نمونه‌های زه‌آب تعیین شده و با استفاده از رابطه واسنجی بدست‌آمده به غلظت باکتری تبدیل شدند. ستون‌های با ۱ پالس باکتری مشابه ستون‌های دو پالسی بود با این تفاوت که تنها در ابتدای آزمایش یک پالس باکتری به ستون تزریق شد و آب‌شویی تا PV۸ برابر حجم آب منفذی ادامه یافت.

غلظت باکتری‌ها در زه‌آب خروجی در حجم‌های آب منفذی با استفاده از SPSS با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS به منظور بررسی اثر پالس و وضعیت جریان تجزیه و تحلیل، و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن ($0/05$) انجام شد. منحنی‌های رخنه باکتری با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی ستون‌های شن مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. pH (۳/۷) و شوری (۱۶/۲ dS m⁻¹) سوسپانسیون‌های تزریق‌شده برای باکتری‌ها قابل تحمل بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی ستون‌های شن مورد مطالعه

K_s	V_i	V_b	V_s	V_t	PV
(cm min ⁻¹)	(cm ³)	(g cm ⁻³)	(g cm ⁻³)	(cm ³)	(cm ³)
۸/۳	۳۴/۰	۶۵/۲	۵۳/۱	۹۸۴	۳۳۱

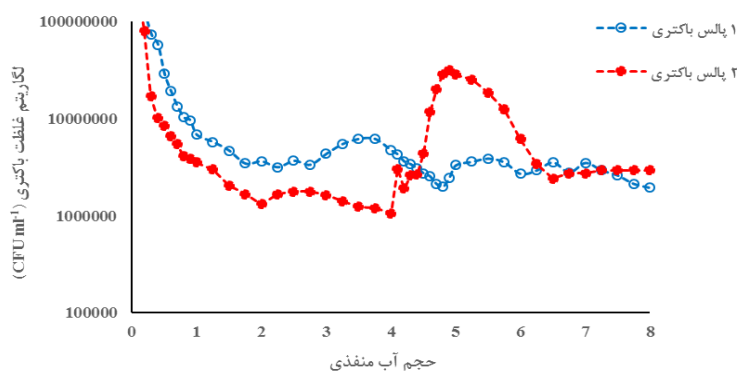
PV: حجم آب منفذی، V_i : حجم ستون، V_b و V_s : به ترتیب چگالی ظاهری و حقیقی، v : رطوبت اشباع حجمی، K_s : هدایت هیدرولیکی اشباع.

میانگین منحنی‌های رخنه حاصل از تزریق ۱ و ۲ پالس باکتری در شکل ۱ آورده شده است. شکل منحنی‌ها پیش از تزریق پالس دوم شبیه یکدیگر بودند. با توجه به یکسان بودن غلظت‌های ورودی و همگن بودن ستون‌های شن انتظار می‌رفت این بخش از منحنی‌ها بسیار بهم نزدیک باشد. تفاوت ظاهری این دو منحنی ممکن است در نتیجه تفاوت در آرایش تصادفی منافذ شن در آزمایش‌های آب‌شویی باشد. با این وجود مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد تفاوت معنی‌داری در این بخش بین منحنی‌های رخنه وجود ندارد.

با مشاهده بیش‌ترین غلظت باکتری‌ها در PV۱/۰ به نظر می‌رسد با وجود خشک بودن ستون‌های شن در ابتدای آزمایش، میانگین سرعت انتقال آنها برابر سرعت آب منفذی در ستون‌های شن بوده و فرایند جریان توده‌ای غالب بوده است. با گذشت زمان غلظت

باکتری‌ها سریعاً شروع به کاهش کرد. در واقع این چنین کاهش سریع، می‌تواند به دلیل عدم وجود مکان‌های زیاد جذب و هم‌چنین سرعت زیاد آب منفذی (جدول ۱) در ستون‌های شن باشد. نکته جالب توجه در مورد بخش اول منحنی‌های رخنه (شکل ۱) افزایش غلظت باکتری‌ها در فاصله PV۲ تا PV۴ است. به احتمال زیاد، در ابتدای آزمایش که ستون‌های شن کاملاً خشک بوده‌اند بخشی از جمعیت باکتری‌ها به طور موقت جذب ذرات شده‌اند (اتصال فیزیکی) و در ادامه با مرطوب شدن پیکره ستون شن دوباره به فاز محلول بازگشته‌اند. در تزریق ۱ پالسی دنباله‌دار شدن منحنی رخنه قابل توجه است (شکل ۱). این نتیجه نشان می‌دهد باکتری‌های جذب‌شده در پیکره ستون‌ها می‌توانند به عنوان منبع ثانویه باکتری برای تزریق دوباره باشند و با ادامه جریان آب به شکل پیوسته رها شوند و با جریان آب حمل و به محیط‌های زیرسطحی برسند. قابل ذکر است که در زمان‌های طولانی تکثیر و مرگ و میر باکتری‌ها ممکن است سبب افزایش و یا کاهش ورود مجدد باکتری‌ها شود.

باکتری رودوکوکوس اریتروپلیس یک باکتری آب‌گریز است. این باکتری تمایل به جذب شدن به سطوح جامد و جدا شدن از فاز محلول را دارد. به نظر می‌رسد چنین رفتاری در مورد این باکتری در تزریق ۱ و ۲ پالس باکتری با وجود سرعت زیاد آب منفذی به سه دلیل دیده شد: ۱- صرف نظر از پالایش فیزیکی (گیرافتادن باکتری‌ها، تجمع باکتری‌ها و انسداد منافذ)، در زمان مشاهده بیش‌ترین غلظت باکتری‌ها (PV۱/۰ و PV۹/۴) تنها ۵-۳ درصد باکتری‌های تزریق شده در زه‌آب دیده شدند، ۲- در تزریق پالس دوم باکتری با وجود برقراری جریان اشباع ماندگار و جریان آب با بیش‌ترین سرعت در ستون‌ها، در یک فاصله زمانی کوتاه، غلظت باکتری‌های خروجی به غلظت باکتری‌ها با ۱ پالس تزریق می‌رسند و ۳- با فاصله گرفتن از زمان تزریق، در تزریق ۱ پالسی تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌ها (که به شکل تصادفی انتخاب شده‌اند) دیده نمی‌شود (جدول ۳).



شکل ۱- منحنی رخنه باکتری رودوکوکوس اریتروپلیس با تزریق ۱ و ۲ پالس به ستون‌های شن

با تزریق پالس دوم باکتری همانند تزریق پالس اول، بیش‌ترین غلظت باکتری‌های خروجی در فاصله زمانی کوتاهی در زه‌آب خروجی دیده شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد اثر تزریق پالس بر انتقال باکتری معنی‌دار است. در منحنی با ۲ پالس تزریق، غلظت خروجی در زمانی که جریان ماندگار آب در ستون شن برقرار شده (زمان PV۱/۴) با شیب ملایم‌تری نسبت به ابتدای آزمایش (زمانی که خاک خشک است) کاهش یافته است. در واقع با برقراری جریان اشباع حرکت باکتری‌ها سهولت یافته و سبب توزیع یکنواخت‌تر باکتری‌ها در پیکره شن شده است. نتایج ارائه‌شده در جدول ۴ گفته فوق را تایید می‌کنند.

در شکل ۲ با استفاده از آزمون مقایسه میانگین داده‌های مزدوج، منحنی‌های رخنه به چهار بخش تقسیم و بررسی شدند. به عبارت ساده، این آزمون حجم‌های آب منفذی نظیر در بخش اول (دامنه PV۱/۰ تا PV۴) و دوم (دامنه PV۱/۴ تا PVA) منحنی‌های رخنه را مقایسه می‌کند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد برای منحنی‌های رخنه ۱ و ۲ پالسی تفاوت معنی‌داری بین بخش اول منحنی رخنه (PV۱/۰-PV۴) و بخش دوم (PVA-PV۱/۴) وجود دارد (R۱). همان‌طور که انتظار می‌رفت بخش اول منحنی‌های ۱ و ۲ پالسی (شکل ۱، R۲) تفاوت زیادی با یکدیگر نداشتند. بخش دوم منحنی‌های رخنه (R۳) اثر تزریق پالس دوم باکتری را نشان می‌دهد. این مقایسه نشان داد تزریق باکتری اثر معنی‌داری بر انتقال باکتری‌ها در زمانی که جریان اشباع ماندگار برقرار شده است دارد. با وجود تفاوت وضعیت جریان آب و تزریق پالس دوم باکتری، انتظار می‌رفت که در بخش دوم منحنی ۲ پالسی انتقال باکتری‌ها بیش‌تر باشد، اما نتیجه جالب در این مقایسه، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین بخش‌های اول و دوم بود (R۴). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در جریان غیراشباع پتانسیل انتقال هم‌زمان جبهه آلودگی باکتری‌ها با جبهه رطوبتی به ویژه در زمان‌های ابتدایی تزریق وجود دارد. (جدول ۳ و ۴). لازم به ذکر است که این پژوهش روی ستون‌های شن انجام شده است و ممکن است در خاک به دلیل متفاوت بودن شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک چگونگی انتقال باکتری‌ها متفاوت از نتایج ارائه‌شده شود.

به طور خلاصه می‌توان نتیجه گرفت اثر شرایط جریان آب با توجه با غلظت باکتری در محیط متفاوت است و بیش‌ترین پتانسیل انتقال باکتری‌ها در زمان‌های ابتدای ورود باکتری‌ها به محیط است. نتایج این پژوهش نشان داد در محیط‌های متخلخل



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

درشت‌بافت و جریان آب با سرعت زیاد، هم‌چنان امکان جذب باکتری رودوکوکوس اریتروپلیس به سطوح ذرات با توجه به ویژگی آب‌گریز بودن آن وجود دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت خروجی باکتری در تزریق ۱ پالس باکتری

گروه‌بندی میانگین‌ها ($\times \text{CFU ml}^{-1} 10^7$) بر اساس سطح معنی‌داری ($\alpha = 0.05/0$)
حجم آب منفذی

	۱	۲
۸	۶۹/۳	
۹/۴	۷۶/۳	
۶/۴	۷۸/۳	
۶	۷۹/۳	
۷۵/۲	۸۸/۳	
۴	۰۵/۴	
۷۵/۳	۲۳/۴	
۱	۳۱/۴	
۱/۰		۵/۲۹

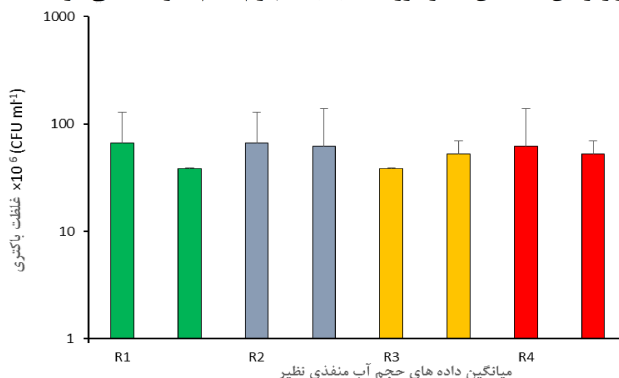
قرارگرفتن میانگین‌ها در گروه مشابه به مفهوم عدم تفاوت معنی‌دار است.

جدول ۴- مقایسه میانگین غلظت خروجی باکتری در تزریق ۲ پالس باکتری

گروه‌بندی میانگین‌ها ($\times \text{CFU ml}^{-1} 10^7$) بر اساس سطح معنی‌داری ($\alpha = 0.05/0$)
حجم آب منفذی

	۱	۲	۳	۴	۵
۴	۶۳/۳				
۷۵/۳	۶۶/۳				
۳					
۷۵/۳	۷۵/۳				
۲					
۸	۰۳/۴				
۱	۰۵/۴				
۶		۶۵/۴			
۶/۴			۵/۵		
۹/۴				۷۸/۸	
۱/۰					۱/۳۸

قرارگرفتن میانگین‌ها در گروه مشابه به مفهوم عدم تفاوت معنی‌دار است.





چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شکل ۲- مقایسه میانگین داده‌های مزدوج: R_1 ، R_2 ، R_3 و R_4 به ترتیب مقایسه میانگین‌های بخش اول و دوم منحنی ۱ پالسی، بخش اول منحنی‌های ۱ و ۲ پالسی، بخش دوم منحنی‌های ۱ و ۲ پالسی، و بخش‌های اول و دوم منحنی ۲ پالسی است.

منابع

- Dong H., Rothmel R., Onstott T.C., Fuller M.E., DeFlaun M.F., Streger Sh. H., Dunlap R., and Fletcher M.S. ۲۰۰۲. Simultaneous transport of two bacterial strains in intact cores from Oyster, Virginia: biological effects and numerical modeling. *Applied and Environmental Microbiology*, ۶۸: ۲۱۲۰-۲۱۳۲.
- Unc, A. ۲۰۰۲. Importance of manure properties for the vadose zone transport and survival of manure bacteria. Ph.D. Thesis. Univ. Guelph, Guelph, Ont., Canada.

Abstract

Understanding bacterial transport in porous media is of great importance for successful implementation of bioremediation strategies in subsurface environments. In this study, the influence of pulse injection in two different times on *Rhodococcus erythropolis* transport through the sand columns was evaluated under continuous unsaturated-saturated flow conditions. The input concentration equal to 1.3×10^8 CFU ml⁻¹ was injected in ۱ and ۲ pulse injections. In the ۲-pulses treatment, the first pulse of bacteria was injected when the sand column was completely dry and as the saturated flow was established the second pulse was imposed. In the ۱-pulse treatment, the sand columns were treated with only one pulse in the beginning of the experiment. The effluent concentration of the bacteria was estimated using a calibration line relating concentration to the absorbance. The results showed that the type of the injected pulses would greatly affect the bacterial transport and the maximum concentrations of bacteria in both unsaturated and saturated conditions were observed in the beginning times when effluents arrived at the end of sand columns. The initial water content and the hydrophobicity of *Rhodococcus erythropolis* might be considered as two important factors affecting retention of the bacteria when the flow condition was changed from unsaturated to saturated.



مطالعه ظرفیت رطوبتی زراعی و پژمردگی دائم در سری‌های غالب خاک استان خوزستان

علیرضا جعفرنژادی^۱، سیدمحمدهادی موسوی فضل^۱، مریم جوادزاده^۲

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، ۲- کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی

چکیده

آگاهی و شناخت از وضعیت رطوبت خاک و چگونگی نگهداری آب در خاک نقش مهم و تعیین کننده‌ای در مدیریت مصرف آب دارد. در حال حاضر آبیاری مزارع بدون توجه به شرایط رطوبتی خاک و به صورت سنتی انجام می‌شود. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی و تعیین مقادیر رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم در سری‌های غالب در استان خوزستان مطالعه شد. بر این اساس، ابتدا سری غالب مشخص و سپس از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری و به صورت تکرار دار در مناطق مختلف نمونه‌برداری شد. نتایج نشان داد، میزان رطوبت خاک در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم دارای تغییرات نرمال بود. خاک‌های مورد مطالعه دارای بافت سنگین و آهکی بوده و تغییرات رطوبت در نقطه زراعی و پژمردگی دائم به ترتیب ۷/۳۱-۴/۵۶ درصد و ۶/۱۶-۵/۲۶ درصد متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت زراعی، پژمردگی دائم، خوزستان

مقدمه

وجود مشکلات موجود در تامین به موقع و کافی آب، راندمان نامناسب مصرف آب در کشاورزی به عنوان مهمترین مصرف کننده آب شیرین، از مهمترین چالش‌ها و مسایل بخش کشاورزی می‌باشد. به نحوی که در اکثر مناطق، تولید محصولات کشاورزی وابسته به تامین آب می‌باشد. بنابراین، با توجه به محدود بودن منابع آبی، اعمال راه کارهای مدیریتی مختلف جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب بسیار حائز اهمیت می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۳). برای اعمال مدیریت موثر، شناخت ویژگی‌های مهم خاک (از قبیل PWP و FC) در این زمینه به‌ویژه در عرصه کشاورزی اهمیت زیادی دارد. تعیین نقاط رطوبتی FC و PWP برای به‌دست آوردن بهترین زمان آبیاری و نیز مقدار آب آبیاری مورد نیاز گیاه بسیار مهم است زیرا این نقاط، شاخص قابل اعتمادی برای برآورد میزان آب قابل استفاده گیاه می‌باشند.

اساس از میزان کل آب مصرفی، بیش از ۹۰ درصد در بخش کشاورزی مصرف شده که ۶۵ درصد از این مقدار، به دلیل به روش‌های غلط آبیاری و عدم اطلاع از شرایط رطوبتی خاک به هدر می‌رود. بخشی از این آب باعث، شستشوی عناصر غذایی خاک و کودهای محلول شده که علاوه بر انتقال عناصر به اعماق خاک، باعث آلودگی منابع آبهای زیرزمینی می‌شود. بنابراین افزایش بازده آبیاری از طریق تعیین ضرایب رطوبتی خاک و اعمال مدیریت صحیح برای بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور ضروری است (عباسی، ۱۳۸۶). برای افزایش بازده آب راهکارهای مختلفی وجود دارد از جمله: طراحی مناسب سیستم آبیاری و زمان‌بندی مناسب آبیاری (با توجه به حدود رطوبتی خاک می‌توان مقدار آب قابل استفاده خاک و درصد تخلیه مجاز رطوبتی را تعیین و بر این اساس زمان آبیاری را تعیین نمود) را می‌توان بر اساس استفاده از منحنی رطوبتی انجام داد (Kiatkamjornwon, ۲۰۰۷). برای تعیین حد FC از روش‌هایی چون روش مزرعه‌ای، روش سانتیفریوژ و روش صفحه فشاری (کشاورزی و همکاران، ۲۰۱۰)، و برای تعیین حد PWP از روش‌هایی مانند استفاده از گیاه آفتابگردان و روش صفحه فشاری (۲۲) می‌توان استفاده نمود. این روش‌ها اغلب به وسایل و تجهیزات مشخص و گرانی نیاز دارند، و یا اصولاً بسیار وقت‌گیر می‌باشند، بنابراین، برخی از پژوهشگران سعی کرده‌اند مقادیر FC و PWP را با استفاده از مدل‌های مختلف تخمین بزنند (افیونی و همکاران، ۱۹۹۳ و اراجکایی، ۱۹۹۶).

مواد و روش‌ها

این مطالعه این پژوهش در سری‌های غالب خاک در مناطق جنوب استان خوزستان اجرا خواهد شد. بر اساس مطالعات انجام شده حدود ۲۰ سری خاک در این مناطق با توجه به ویژگی‌های شوری، بافت، درصد آهک و گچ شناسایی شده‌اند. از نظر رده‌بندی خاک، رده‌های انتی سول، اریدی سول و اینسیتی سول خاک‌های این مناطق را تشکیل می‌دهند. بر این اساس از هر سری خاک در مناطق مختلف تعداد ۵ نمونه دست‌خورده و دست نخورده (۱۰۰ نمونه) از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری، تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. برای اندازه‌گیری منحنی رطوبتی خاک از دستگاه صفحات فشاری و غشای فشاری استفاده شد. سپس فشارهای مورد نظر به‌ویژه ۳۳ و ۱۵۰۰ کیلو پاسکال به ترتیب برای حدود FC (دستگاه صفحه فشاری) و PWP (دستگاه غشاء فشاری) از طریق پمپ هوا به داخل دستگاه اعمال شد. بر این اساس، نمونه‌های مرطوب در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شدند. سپس وزن خشک آنها توزین و یادداشت گردید. با استفاده از روابط موجود رطوبت جرمی و حجمی نمونه‌ها محاسبه شد. اطلاعات حاصل از مطالعه در بانک اطلاعاتی در نرم افزار Excel ذخیره شد. سپس رسم نمودارها و بررسی و مطالعه مقدماتی داده‌ها صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

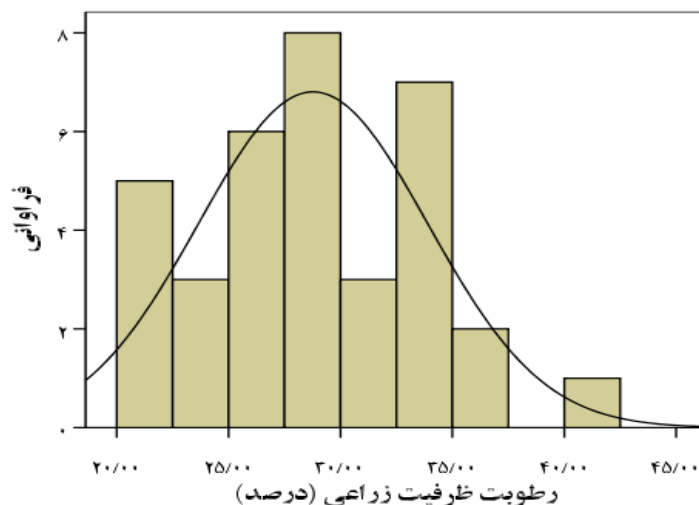
نتایج توصیف آماری اطلاعات مربوط به مهمترین خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- توصیف آماری رطوبت در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم در سری های خاک‌های استان خوزستان

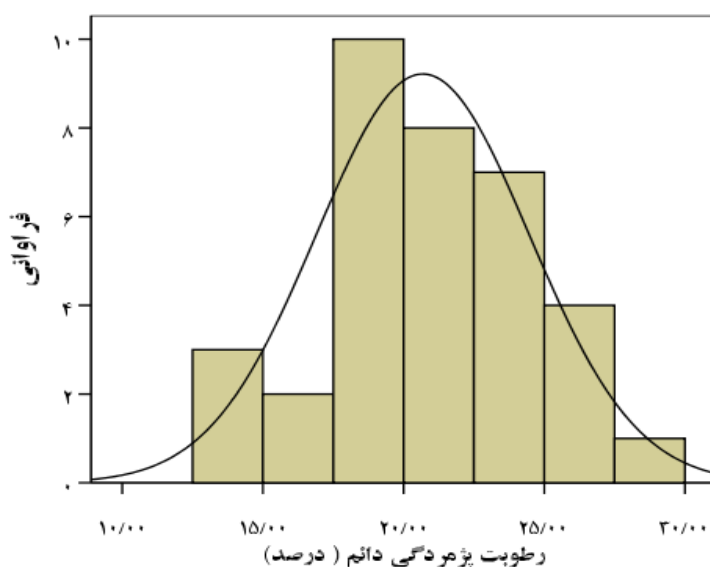
متغیر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	حداقل	حداکثر	نتایج جدول ۱ نشان داد، تغییرات
رطوبت وزنی زارعی	۸/۲۸	۱/۵	۳۱/۰	-۲۹/۰	۳/۲۰	۳/۴۱	رطوبت وزنی زارعی
رطوبت وزنی پژمردگی دائم	۷/۲۰	۸/۳	-۱/۰	-۳۴/۰	۷/۱۲	۵/۲۸	رطوبت وزنی پژمردگی دائم

خصوصیات مورد مطالعه از روندی نرمال پیروی نموده است. روند تغییرات رطوبت وزنی ظرفیت زراعی در خاک‌های مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. میزان رطوبت وزنی ظرفیت زراعی در بیشتر از ۸۰ درصد خاک‌های مورد مطالعه از ۲۱ درصد بالاتر بود (شکل ۱). همچنین نتایج حاصل بیانگر نرمال بودن تغییرات مقدار رطوبت وزنی پژمردگی دائم گیاه بود.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۳ تغییرات رطوبت وزنی ظرفیت زراعی در خاک‌های مورد مطالعه



شکل ۴ تغییرات رطوبت وزنی ظرفیت زراعی در خاک‌های مورد مطالعه

نتایج نشان داد (شکل ۲) مقدار رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم در بیشتر از ۸۰ درصد بیشتر از ۱۶ درصد بوده که این موضوع بیانگر سنگین بودن خاک‌های مورد است. بر اساس یافته‌ها تحقیقاتی در این خصوص، مقدار رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی بیشتر در ارتباط با ساختمان خاک و در نقطه پژمردگی دائم بیشتر تحت تأثیر بافت خاک است. نتایج حاصل از مقدار رطوبت اندازه‌گیری شده در فشارهای رطوبتی زراعی و پژمردگی در جدول ۱ نشان داده شده است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۱- درصد رطوبت حجمی در فشارهای مختلف در سری‌های غالب خاک در استان خوزستان

۱۵۰۰۰	۳۳۰	ضریب رطوبتی (cm) سری خاک
۳/۲۲	۳/۳۸	جنوب اهواز
۲/۱۸	۷/۳۱	جنوب شرق اهواز
۶/۲۴	۲/۴۱	رامهرمز-بازیدی
۶/۱۶	۳/۳۴	رامهرمز- رستم آباد ۱
۴/۲۳	۳/۳۵	رامهرمز- رستم آباد ۲
۷/۲۴	۹/۳۴	شادگان
۱/۲۴	۴۳	خرمشهر ۱
۹/۲۵	۴/۵۶	خرمشهر ۲
۵/۲۶	۷/۴۸	اهواز- حمیدیه

بر اساس نتایج جدول ۱ مقدار رطوبت حجمی در فشار ۳۳۰ سانتیمتر در دامنه ۴/۵۶-۷/۳۱ درصد و مقدار رطوبت حجمی در فشار ۱۵۰۰۰ در دامنه ۵/۲۶-۶/۱۶ درصد متغیر بود. نتایج حاصل بیانگر بالا بودن ظرفیت نگهداشت آب در غالب سری‌های مورد مطالعه در استان است رطوبت خاک یک متغیر فیزیکی است که بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، بیولوژی و شیمیایی خاک را کنترل می‌کند. بنابراین، آگاهی و شناخت از وضعیت رطوبت خاک و چگونگی نگهداری آب در خاک نقش مهم و تعیین کننده‌ای در مدیریت مصرف آب دارد.

منابع

- عباسی، ف. ۱۳۸۶. فیزیک خاک پیشرفته، نشر دانشگاه تهران، ۲۵۰ صفحه
- علیزاده، ا. فیزیک خاک، انتشارات آستان قدس رضوی ۱۳۸۳.
- Keshavarzi, A., Sarmadian, F., Sadeghnejad, M and Pezeshki, P. ۲۰۱۰. Developing Pedotransfer Functions for Estimating some Soil Properties using Artificial Neural Network and Multivariate Regression Approaches. ProEnvironment ۳: ۳۲۲ - ۳۳۰.
- Kiatkamjornwong, S. ۲۰۰۷. Superabsorbent Polymers and Superabsorbent Polymer Composites. Scienceasia, ۳۳(۱):۳۹-۴۳.
- Rajkai, K. ۱۹۹۶. Estimation of water retention characteristics from the bulk density and particle-size distribution of Swedish soils. Soil Science, ۱۶۱: ۸۳۲-۸۴۵.

Abstract

Knowledge of how to maintain the soil moisture and soil water has main roled in the management of water consumption. Now the irrigation water, regardless of soil moisture conditions was done to traditional method. Therefore, this study aimed to determine the amount of soil moisture at field capacity and permanent wilting on the main soil series of Khuzestan province. Accordingly, the soil series were recognized and samples were taken in depth ۰-۲۰ cm in repeatedly in different areas. The results showed that soil moisture at field capacity and the permanent wilting normal trends. The study soils were determined calcareous soils, heavy texture and moisture changes in the field capacity and permanent wilting, ۳۱.۷-۵۶.۴ and ۱۶.۶-۲۶.۵ in range respectively.



اصلاح مدل های توزیع اندازه ذرات در رسوبات بندهای رسوب گیر

هانیه ببرزاد زبارت^{۱،۲*}، علیاصغر ذوالفقاری^۲، محمدرضا بزدانی^۲، علی اصغر هاشمی^۲، محمدکیا کیانیان^۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی دانشگاه سمنان، ۲- استادیاران گروه بیابان‌زدایی دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، ۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، ۴- مربی گروه بیابان‌زدایی دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان

چکیده

برای توصیف دقیق توزیع اندازه ذرات خاک و رسوبات از مدل های توزیع اندازه ذرات استفاده می شود. افزایش یا کاهش تعداد پارامتر مدل ها بر توصیف توزیع اندازه ذرات تاثیر می گذارد. هدف از این مطالعه اصلاح پارامترهای ۵ مدل نرمال، تانژانت هایپربولیک، ONL، ویبول و گمپرتز می باشد. برای این منظور ۲۸ نمونه رسوب از پشت بندهای رسوبگیر جمع آوری و توزیع اندازه ذرات نمونه ها به روش هیدرومتری تعیین گردید. ۵ مدل توزیع اندازه ذرات بر داده های رسوبات برازش داده شدند. نتایج نشان داد دو پارامتر A, B مدل ویبول ضریب همبستگی بالا ($r = 91/0$) در نمونه های رسوب دارند. اصلاح این مدل براساس تابعی از، تنها دو پارامتر A, B برازش یکسانی ($R^2 = 99/0$) با معادله ویبول سه پارامتری داشت. نتایج مشابهی برای مدل ONL و تانژانت هایپربولیک بدست آمد. همچنین مدل چهار پارامتری گمپرتز در حالت اصلاح شده براساس تابعی با سه پارامتر برازش بهتر ($R^2 = 95/0$) و میزان ریشه میانگین مربعات خطا کمتری ($RMSE = 0.57/0$) نسبت به مدل چهار پارامتری خود داشت.

واژه های کلیدی: اصلاح پارامتر، مدل های توزیع اندازه ذرات، بندهای رسوب گیر

مقدمه

بندهای رسوب گیر در مناطق مختلف دنیا و به خصوص در مناطق نیمه خشک که انجام عملیات بیولوژیکی کنترل فرسایش خاک به دلیل محدودیت های ناشی از آب قابل استفاده گیاهان به سختی امکان پذیر است، مورد استفاده قرار می گیرند (Romero Diaz et al, 2012). از کارکردهای این بندها می توان به کاهش شیب موثر کانال در طول زمان اشاره کرد که این امر سبب افزایش ذخیره رطوبتی در رسوبات انباشته شده در پشت این بندها شده و با طی زمان امکان استقرار پوشش گیاهی و آغاز عملیات بیولوژیکی مبارزه با فرسایش را فراهم می آورد (Bombino et al, 2012). با توجه به نقش بندهای رسوب گیر در به دام انداختن ذرات رسوب، مطالعه رسوبات موجود در پشت این بندها از نظر ویژگی های توزیع اندازه ذرات دارای اهمیت به سزایی است، چرا که از یک طرف ذخیره رطوبتی در پشت این بندها تابعی از ویژگی های مرتب با توزیع اندازه ذرات رسوبات بوده و از سوی دیگر مطالعات متعدد در زمینه فرسایش خاک بیانگر این نکته است که اندازه های مختلف ذرات رسوب دارای ویژگی های شیمیایی متفاوتی بوده و از نظر آثار مربوط به آلاینده گی و نیز تلفات عناصر غذایی بسیار متفاوت عمل می نمایند (Romero-Diaz et al, 2012).

یکی از راه های توصیف توزیع اندازه رسوبات استفاده از پارامترها مدل ها توزیع اندازه ذرات خاک است. هریک از مدل های توصیف توزیع اندازه ذرات دو، سه و یا چند پارامتری هستند. مطالعات زیادی برای بررسی قابلیت مدل ها با توجه به تعداد پارامترهای مدل انجام گرفته است و ارتباط پارامترها با بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک بررسی شده است. نتایج بیات و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند استفاده از پارامترهای فرکتالی^{۱۳} توزیع اندازه ذرات خاک موجب بهبود تخمین رطوبت نگردید استفاده از پارامترهای فرکتالی توزیع اندازه ذرات خاک دانه های ریز موجب بهبود معنی دار تخمین رطوبت در مکش های مختلف گردید.

Hwang et. al (2002) برازش نه مدل توزیع اندازه ذرات را روی خاکهای کشور کره مورد بررسی قرار داد. نتایج آنها نشان داد که مدل چهار پارامتری فردلاند^{۱۴} و همکاران بهترین برازش را بر داده های تجربی PSD داشتند. مدل های لگاریتمی، نمایی و لگاریتمی-نمایی برازشهای مشابه ولی ضعیفی داشتند. مدل ون گنوختن نیز در خاکهای دارای رس زیاد برازش ضعیفی داشت. بنابراین نباید از آن خاکهای دارای رس بیشتر از ۵۰ درصد برای توصیف PSD استفاده کرد.

۱۳۹

۱۳۰۱-Fractal

۱۳۱ - Fredlund



نتایج بدست آمده توسط ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد براساس آماره (R^2) ^{۱۳۲} مدل چهار پارامتری فردلانند بهترین برازش را در خاکهای مطالعه شده دارد و بعد از آن مدل‌های ORL^{۱۳۳} و ONL^{۱۳۴} به ترتیب بهترین برازش را نشان دادند. متوسط R^2 مدل چهار پارامتری گمپرتز^{۱۳۵} به نسبت مدل‌هایی با تعداد پارامتر کمتر، از قبیل مدل ORL و ONL، کوچکتر بود. به نظر میرسد با ریز شدن بافت خاک توزیع جرم- اندازه ذرات خاک به الگوی لاگ- نرمال نزدیک میشود و برعکس در خاکهای درشت بافت این الگو به توزیع نرمال نزدیکتر است.

بر پایه بررسی منابع انجام شده بیشتر تحقیقات، اهمیت تعداد پارامترهای مدل و ارتباط پارامترها با خصوصیات خاک مورد بررسی قرار گرفته است. تعداد پارامتر بیشتر مدل‌ها اگرچه ممکن است در برخی از موارد سبب بهبود دقت مدل‌ها شود اما برقراری ارتباط بین پارامترهای مدل‌ها و برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در مدل‌هایی که تعداد پارامتر آنها بیشتر است مشکل‌تر می‌باشد. این در صورتی است که مطالعات اندکی در ارتباط با اصلاح تعداد پارامترهای مدل‌های PSD انجام شده است. لذا هدف از مطالعه حاضر اصلاح و بررسی ارتباط پارامترهای برخی از مدل‌های توزیع اندازه ذرات، رسوبات موجود در بندهای رسوبگیر می‌باشد.

مواد و روش‌ها موقعیت منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در منطقه فولاد محله در طول "۱۴' ۳۲' ۵۳" و عرض جغرافیایی "۱۷' ۵۷' ۳۵" که در قسمت شمالی شهرستان سمنان قرار دارد، انجام شد. میانگین دمای سالانه ۹ درجه سانتیگراد و بارندگی منطقه مورد مطالعه ۲۷۰ میلیمتر میباشد که این منطقه براساس طبقه بندی دومارتن دارای اقلیم خشک و سرد میباشد.

توزیع اندازه ذرات رسوبات

توزیع اندازه ذرات ۲۸ نمونه رسوب به روش Gee and Bauder (۱۹۸۶) تعیین شدند. به این منظور رسوبات هوا خشک نرم شده، از غربال دو میلیمتری عبور داده شدند. سپس ۵۰ گرم از هر یک از این نمونه‌ها با محلول پراکنش (هگزمتافسفات سدیم ۵٪) تیمار شدند. برای به دست آوردن اجزای دانه‌های سیلت و رس از روش هیدرومتری بهره‌گیری شد. و قرائتهای هیدرومتر در زمانهای ۴۰ ثانیه، ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ دقیقه و ۱، ۲، ۴، ۶، ۸، ۲۴ ساعت انجام شد. داده‌های جرم در قرائتهای هیدرومتر به صورت درصد تجمعی جرم ذرات کوچکتر از یک اندازه معین به دست آمدند. پس از انجام قرائتهای هیدرومتر برای جداسازی دانه‌های شن از رس و سیلت آنچه درون سیلندر بود روی الک ۵۳ میکرون ریخته شد. نمونه‌های باقیمانده بر روی الک، پس از خشک شدن، روی سری غربال‌های ۱/۱۸، ۱/۶۰، ۱/۲۵، ۱/۷۵ میلی متر قرار گرفتند تا جرم این ذرات در هر یک از بخشهای اندازه‌های مذکور به طور جداگانه به دست آید. سپس مدل‌های معرفی شده در جدول (۱) بر داده‌های توزیع اندازه رسوبات برازش داده شدند و پارامترهای هر یک از مدل‌ها اولیه (جدول ۱) و مدل‌های اصلاح شده (جدول ۲) در نرم افزار متلب بدست آمدند. پس از تعیین پارامترهای مدل‌ها ارتباط بین پارامترهای هر مدل تعیین شد، سپس معادلات رگرسیونی بین پارامترهایی از مدل‌ها که دارای ارتباط قوتی بودند برقرار شد. در نهایت در معادله مدل‌ها به جای یکی از پارامترها معادله رگرسیونی که توصیف کننده آن پارامتر بود، استفاده شد. این عامل سبب شد که تعداد پارامتر مدل‌های مورد مطالعه کاهش یابد. مدل‌های اصلاح شده توزیع اندازه ذرات رسوبات که دارای پارامتر کمتری بودند بر توزیع اندازه ذرات رسوبات برازش داده شد و مقادیر RMSE و ضریب تبیین آنها با مدل‌هایی با تعداد پارامتر بیشتر مقایسه شد.

جدول ۱- مدل‌های توزیع اندازه ذرات رسوبات مورد استفاده در این مطالعه

نام مدل	رابطه (مدل‌های اولیه)	پارامترها
نرمال	$F(d) = (1 + \operatorname{erf}[\frac{d - \mu}{\sigma\sqrt{2}}])/2$	μ, σ
تانزانته هایبربولیک	$\frac{p}{100} = (0.5)[1 + \tanh(\frac{d - A}{c})]$	A, c

^{۱۳۲} - Coefficient of Determination

^{۱۳۳}- Offset-renormalized log-normal model

^{۱۳۴}- Offset-non renormalized log-normal model

^{۱۳۵} - Gompertz



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

σ, μ, c	$F(d) = 1 + \operatorname{erf}\left[\frac{\log(d) - N}{\sigma\sqrt{2}}\right] / 2 + c$	ONL
A, B, a	$F(d) = A - \exp(-(x/B)^a)$	ویبول
σ, μ, c	$F(d) = a + \gamma \exp\{-\exp[-c(d - \mu)]\}$	گمپرتز

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که پارامترهای مدل های نرمال، تانژانت هایپربولیک، پارامترهای (C, μ) مدل ONL، پارامترهای (A, B) مدل ویبول و پارامترهای (,) مدل گمپرتز ضریب همبستگی بالایی را با یکدیگر دارند و می توان ارتباط بین این پارامترها را با استفاده از روابط ریاضی توصیف کرد. مقادیر عددی ضرایب همبستگی و معادلات رگرسیونی حاکم بین این پارامترها در جدول ۲ نشان داده شده است. در این مطالعه با استفاده از روابط رگرسیونی جدول (۲) هر یک از مدل های توزیع اندازه رسوبات با تعداد پارامتر کمتر بازنویسی شدند جدول (۲).

جدول ۲- ضریب همبستگی و معادله خط مدل های اصلاح شده توزیع اندازه ذرات رسوبات

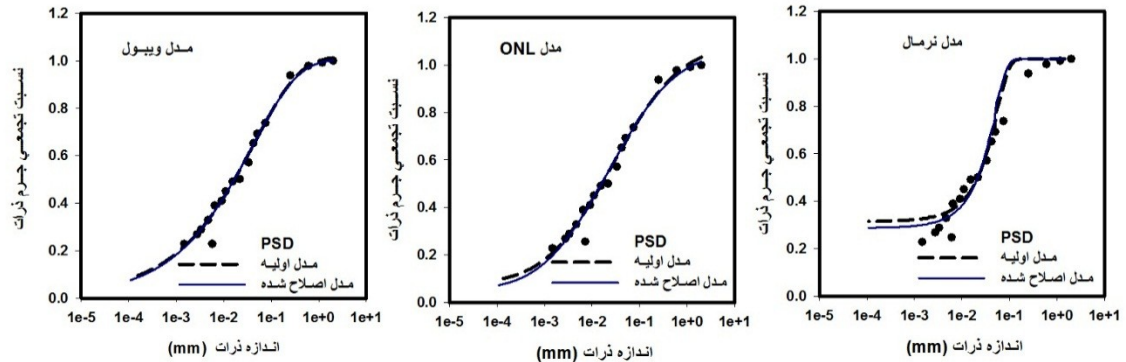
نام مدل	پارامترها	ضریب همبستگی (r)	معادله خط (مدل های اصلاح شده)
نرمال	μ, σ	۹/۰	$\sigma = 1.0909\mu + 0.0177$
تانژانت هایپربولیک	a, c	۹/۰	$c = 1.3877a + 0.0192$
ONL	σ, μ, C	$C, \mu = 9/0$	$\mu = 20.91C - 4.9342$
ویبول	A, B, a	$A, B = 8/0$	$B = 0.0346A + 25.645$
گمپرتز	α, γ, c	$\gamma = -0.19$	$\alpha = -0.5702 + 0.5562c$

نتایج نشان داد که مدل ویبول با تعداد ۳ پارامتر بهترین مدل در توصیف توزیع اندازه ذرات رسوبات می باشد. و پس از آن مدل ONL بیشترین دقت را در توصیف توزیع اندازه ذرات رسوبات دارد. نتایج حاصل از برازش مدل های اصلاح شده بر توزیع اندازه رسوبات نشان داد که متوسط R^2 در سه مدل تانژانت هایپربولیک، ONL و ویبول تغییری نداشت. همچنین نتیجه برازش برای مدل نرمال یک درصد تغییر R^2 را نشان داد. و مدل گمپرتز دو درصد بهبود برازش را نشان داد جدول (۳).

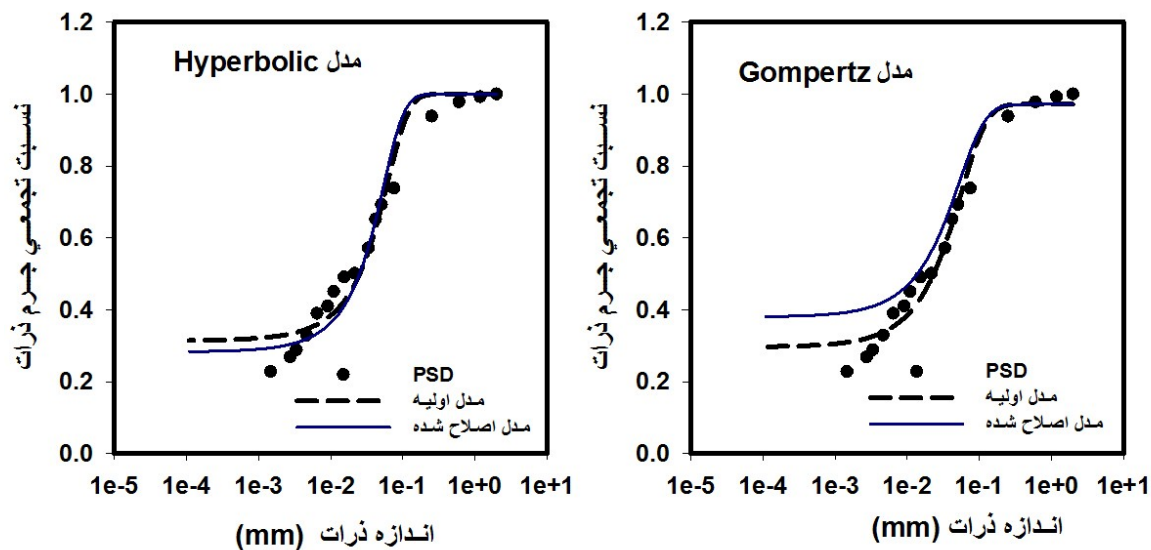
جدول ۳- متوسط R^2 و RMSE مدل های برازشی بر معادله های (۱) و (۲)

نام مدل	متوسط R^2 در مدل های اولیه	متوسط R^2 در مدل های اصلاح شده	متوسط RMSE در مدل های اولیه	متوسط RMSE در مدل های اصلاح شده
نرمال	۹۴/۰	۹۳/۰	۰۶۲/۰	۰۷۰/۰
تانژانت هایپربولیک	۹۴/۰	۹۴/۰	۰۶۱/۰	۰۶۳/۰
ONL	۹۸/۰	۹۸/۰	۰۵۷/۰	۰۲۶/۰
ویبول	۹۹/۰	۹۹/۰	۰۲۳/۰	۰۲۵/۰
گمپرتز	۹۳/۰	۹۵/۰	۰۶۰/۰	۰۵۷/۰

نتایج برازش مدل های اولیه و اصلاح شده بر توزیع اندازه ذرات رسوبات در بندهای رسوبگیر نشان داد که مدل اولیه ویبول (سه پارامتری) و مدل اصلاح شده آن (دو پارامتر) برازش کاملاً یکسان و بالایی بر توزیع اندازه ذرات رسوبات داشت. نتایج بدست آمده از مدل ONL نشان داد متوسط R^2 برای هر دو مدل اولیه و اصلاح شده یکسان، و مقدار ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) در مدل اولیه برابر با ۰۵۷/۰ و در مدل اصلاح شده میزان خطا برای برازش بر توزیع اندازه ذرات به ۰۲۶/۰ کاهش پیدا کرده است. این نتیجه نشان داد مدل ONL اصلاح شده برازش بهتری بر داده های رسوبات دارد. همچنین مدل نرمال اصلاح شده متوسط R^2 کمتر و RMSE بیشتری را نسبت به مدل اولیه خود نشان داد. (شکل ۱)



شکل ۱- برازش مدل‌های اولیه و اصلاح شده بر توزیع اندازه ذرات رسوبات در بندهای رسوبگیر. نتایج نشان داد مدل اصلاح شده هایپر بولیک در برازش خود ($R^2 = 94/0$) با داشتن یک پارامتر نیز نتایج یکسانی را با مدل دوپارامتری خود برای بیان توزیع اندازه رسوبات داشت. به طوری که تغییر میزان ریشه میانگین مربعات خطا کم و قابل چشم پوشی بود. مدل چهار پارامتری گمپرتز در حالت اصلاح شده (داشتن سه پارامتر)، نسبت مدل اولیه (چهار پارامتر) خود برازش بهتری داشت. و میزان R^2 از $93/0$ به $95/0$ افزایش پیدا کرد. همچنین این مدل ریشه میانگین مربعات خطا کمتری برای توصیف توزیع اندازه ذرات در حالت اصلاح شده داشت (شکل ۲).



شکل ۲- برازش مدل‌های اولیه و اصلاح شده بر توزیع اندازه ذرات رسوبات در بندهای رسوبگیر

نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه تعداد پارامترهای هر مدل برای تخمین ویژگی های رسوبات و خاک‌ها مهم است. داشتن پارامتر کمتر و برازش بهتر برای توصیف توزیع ذرات مهم و قابل توجه است. با توجه به همبستگی بالای بین پارامترهای و تغییر نکردن قابلیت برازش پس از کم شدن پارامتر هر مدل معرفی شده، می توان اظهار کرد اصلاح تعداد پارامترها و یا کم شدن آنها برای مدل‌های ویبول، ONL، نرمال، تانژانت هایپر بولیک و گمپرتز امکان پذیر می باشد.

منابع

ذوالفقاری، ع.ا، تیرگرسلطانی، م.ت، یزدانی، م.ر و سلیمانی، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی کارایی مدل‌ها در توصیف نحوه توزیع اندازه ذرات خاک، تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۵(۲): ۱۹۹-۲۰۹.

Bombino, G., V. Tamburino and S.M. Zimbone. ۲۰۰۶. Assessment of the effects of check-dams on riparian vegetation in the Mediterranean environment: A methodological approach and example application. Ecological Engineering, ۲۷(۲): ۱۳۴-۱۴۴.



- Gee, G.W and J.W. Bauder. ۱۹۸۶. Particle-size Analysis. In A. Klute (ed) : Methods of soil analysis, Part ۱, Physical and Mineralogical Methods. Madison, Wis., ۳۹۳-۳۹۴.
- Hwang, S. I., Kwang, P. L., Dong, S. L., and Powers, S. E. (۲۰۰۲). Models for estimating soil particlesize distributions. Soil Science Society of America Journal, ۶۶. ۱۱۴۳-۱۱۵.
- Romero-Diaz. A., P. Marin-Sanleandro and R. Ortiz-Silla. ۲۰۱۲. Loss of soil fertility estimate from sediment trapped in check dams. South-eastern Spain. Catena, ۹۹: ۴۲-۵۳.

Abstract

Particle size distribution models are used for providing a detailed description of soil and sediment particle size distribution. Increase or decrease in the number of model's parameters affects the description of soil and sediment particle size distribution. The purpose of this study is to modify the parameters of Normal, Hyperbolic Tangent, ONL, Weibull, and Gompertz models. For this purpose, ۲۸ sediment samples from behind check dams trapped are collected and Hydrometric model has been used to determine their particle size destitution. All five particle size distribution models were fitted on sediment data. The results showed a high correlation coefficient in the sediment samples ($r=0.9$) for two parameters A and B in Weibull model. Modification of this model based on a function of only two parameters A and B, had a similar fit ($R^2=0.95$) with three-parameter Weibull model. The similar results were obtained for ONL and Hyperbolic Tangent models. Also, the modified four-parameter Gompertz model based on a function with three parameters had a better fit ($R^2=0.95$) and a similar Root Mean Square Error ($RMSE=0.057$) comparing to original four-parameter model.



بررسی عامل‌های مؤثر در نرخ جدایش ذرات خاک در جوپچه‌های کشت حاصل از زراعت دیم (مطالعه موردی: منطقه دشمن‌زیاری استان فارس)

حسین کریمی^۱، امیر لکزیان^۲، غلامحسین حق‌نیا^۲، حجت امامی^۳ و مجید صوفی^۴
۱- دانشجوی دکتری 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، ۴- دانشیار بخش حفاظت خاک و آب‌خیزداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

چکیده

در سالهای اخیر فرسایش خاک به عنوان یکی از عامل‌های بنیادی تخریب زمین معرفی شده و آگاهی و شناخت فرآیندهای پیچیده رخداد و توسعه آن مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است. هدف از این پژوهش، بررسی همبستگی نرخ جدایش ذرات خاک با عامل‌های هیدرولیکی در شیارهای حاصل از شخم در زراعت دیم گندم در دامنه‌های شیب‌دار بود. شیارهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متری ایجاد و دبی ۲۰ لیتر بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه بر روی آنها اعمال گردید. در سه مقطع مکانی و زمانی مساوی در هر شیار نمونه برداری رسوب انجام شد و نرخ جدایش ذرات خاک محاسبه گردید. افزون بر این عامل‌های هیدرولیکی همانند تنش برشی، قدرت جریانی واحد، قدرت جریان و عدد فرود محاسبه شد. نتایج نشان داد که بیشترین همبستگی بین عدد فرود و نرخ جدایش ذرات بدست آمد و پس از آن تنش برشی، قدرت جریان واحد و قدرت جریان بیشترین همبستگی را با نرخ جدایش ذرات خاک نشان دادند. افزون بر این معادلات رگرسیونی بین نرخ جدایش و تنش برشی نشان داد که این رابطه با افزایش طول کاهش می‌یابد و عملاً در طول‌های بیش از ۳۳/۱۳ متر ارتباط مناسبی حاصل نگردید. که شاید بتوان دلیل آنرا به اشباع شدن آب از بار رسوب و عدم توانایی جریان به حمل رسوب نسبت داد.

واژه‌های کلیدی: نرخ جدایش، تنش برشی، قدرت جریان، کشت دیم

مقدمه

در سالهای اخیر فرسایش خاک به عنوان یکی از عامل‌های بنیادی تخریب زمین معرفی شده و آگاهی و شناخت فرآیندهای پیچیده رخداد و توسعه آن مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است. بنا بر گزارش (FAO, ۱۹۹۸) ۷/۹۹ درصد غذای انسان از زمین به‌دست می‌آید و تنها ۳/۰ درصد اقیانوس‌ها و زیست‌بوم‌های آبی تأمین می‌گردد. در جنوب ایران، با توجه به نرخ خاک‌سازی کم، هدر روی بیش از ۱ تن در هکتار در سال می‌تواند به‌عنوان از بین رفتن بازگشت ناپذیر منابع خاکی در ۵۰ تا ۱۰۰ سال آینده مورد توجه قرار گیرد (Masoudi et al., ۲۰۰۶).

فرسایش شیاری یکی از انواع بنیادی فرسایش در زمین‌های تپه‌ماهوری است. این فرسایش زمانی که کشت صورت می‌گیرد از نظر هدرروی خاک بسیار خطرناک و به‌عنوان موتور تولید و انتقال رسوب عمل می‌کنند (Sun et al., ۲۰۱۳). پژوهشگران دیگری نیز این نوع فرسایش را به‌عنوان سرچشمه رسوب و کانال‌های انتقال رسوب در مناطقی که فرسایش شیاری چیره وجود دارد معرفی نموده‌اند (Nachtergaele and Poesen, ۲۰۰۲; Gyssels et al., ۲۰۰۲). در بیشتر بررسی‌های آزمایشگاهی، تلاش پژوهشگران برای یافتن روابط میان عامل‌های گوناگون مؤثر در فرسایش شیاری بوده است (Wirtz et al., ۲۰۱۲). (Giménez and Govers, ۲۰۰۲) نشان دادند که بیشتر داده‌هایی که در مدل‌های فرسایش شیاری به‌کار رفته است نتیجه بستری صاف بوده و نمی‌توان این مدل‌ها را برای بسترهای شیاری زبر طبیعی به‌کار برد.

در فرسایش جوپچه‌ای هدرروی خاک به اندازه و یا شکل هندسی کانال (جوپچه)، سرعت آب و حساسیت خاک به فرسایش وابسته است. آب جاری، ذرات خاک موجود در جوپچه‌ها را از محل خود جدا کرده و به سمت پایین شیار جا به جا می‌کند و این انتقال تا زمانی که انرژی جریان توان حمل ذرات خاک را داشته باشد ادامه می‌یابد (Mailapalli et al., ۲۰۱۳). این در حالی است که (Mailapalli et al., ۲۰۰۵; Mateos and Giraldez, ۲۰۰۹) عامل‌های مؤثر در جدا شدن و انتقال ذرات خاک در جوپچه‌های کشت را دبی جریان، نوع خاک، شیب زمین و طول شیار معرفی کرده‌اند. شایان‌گفتن است که بنا به باور (Raff et al., ۲۰۰۳) در تپه‌های دامنه‌ای شیب‌دار، شیارها افزون بر افزایش رسوب نقش شبکه انتقال رسوب‌های برخاسته از فرسایش بین شیاری را نیز به عهده دارند و عملاً هدر روی خاک را افزایش می‌دهند. به منظور بررسی نقش جریان متمرکز بر فرسایش شیاری و آب‌کندی، شناخت مدل‌های مرتبط با هیدرولیک جریان و جدایش‌پذیری خاک ضروری است. مدل‌های گوناگون به بررسی عامل‌های هیدرولیکی مانند دبی جریان، سرعت، عمق، تندی شیب، زبری بستر جریان (سایش هیدرولیکی) و غلظت رسوب که در پیش‌بینی جدا شدن ذرات خاک اهمیت دارند، می‌پردازند (Cochrane and Flanagan, ۱۹۹۷; Giménez and Govers, ۲۰۰۲; Govers et al., ۱۹۹۰; Nearing et al., ۱۹۹۹; Zhang et al., ۲۰۰۲).



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

متغیرهای هیدرولیکی یاد شده به روش‌های گوناگون با یکدیگر ترکیب شده و تخمین‌گرهای مرکب را بر پایه مبانی فیزیک همانند تنش برشی (Elliot and Lafflen, ۱۹۹۳; Hairsine and Foster et al., ۱۹۹۵; Léonard and Richard, ۲۰۰۴; Wicks and Bathurst, ۱۹۹۶)، قدرت جریان (Bryan, ۱۹۹۰) به وجود می‌آورند. بدین منظور ابتدا شناخت نمایه‌های هیدرولیکی مورد استفاده که به طور عمده ماهیتی تجربی دارند، ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی هریک از عامل‌های هیدرولیکی فوق بر نرخ جدایش ذرات در خاک‌های اراضی شیب‌دار منطقه دشمن زیاری استان فارس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش در ۶۰ کیلومتری غرب شیراز در ناحیه تپه‌ماهوری دشمن‌زیاری واقع شده است. مساحت ۴۹/۶۴۸ کیلومتر مربع و حدود ۲۵ درصد کل زیر حوضه سد پارسیان را در بر می‌گیرد. مواد مادری این ناحیه از سازند زمین‌شناسی پایده گورپی تشکیل شده است و در طبقه فرسایش‌پذیری شدید قرار دارد (Masoudi et al., ۲۰۰۶). میانگین بارش سالانه منطقه حدود ۵/۵۵۱ میلی‌متر (Bahadori, ۲۰۱۴) است و با توجه به شواهد فرسایشی موجود حجم زیاد از خاک بر اثر فرسایش آبی از بین می‌رود (Bahadori, ۲۰۱۴).

به‌منظور اندازه‌گیری بررسی فرسایش‌پذیری منطقه با اندازه‌گیری و تعیین نمایه نرخ جدایش ذرات خاک بر روی زمین شیب‌دار، شخم به روش سنتی در دو شیب حدود ۱۵ و ۵۰ درصد به‌وسیله کشاورزان منطقه صورت پذیرفت بر پایه روش معمول کشاورزان منطقه، جهت شیارها از بالا به سمت پایین شیب و ابعاد عمق و عرض شیارهای شخم ۳/۰ متر و طول شیارهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متر در نظر گرفته شد. پیش از اعمال دبی ۲۰ لیتر بر دقیقه در جویچه‌های کشت، مقطع عرضی آنها با استفاده از شیارمتر اندازه‌گیری شد. به‌منظور دستیابی به نرخ جدایش ذرات خاک در شیارهای مورد آزمایش، طول هر شیار به سه بخش برابر تقسیم و در مقاطع ۳/۱، ۳/۲ و انتهای شیار (نقاط اندازه‌گیری) نمونه‌برداری رسوب صورت پذیرفت. زمان آزمایش ده دقیقه در نظر گرفته شد که نمونه‌برداری رسوب در سه بازه زمانی مساوی انجام شد. طول، مقطع عرضی و شیب شیارها به‌صورت زمین‌مرجع در نرم‌افزار ArcGIS ۹.۳ وارد شد و با استفاده از برنامه‌الحاقی HecGeoRAS همانندسازی مورفولوژی شیار انجام شد. به‌منظور برآورد عامل‌های هیدرولیکی از معادله برنولی مورد استفاده شد. بر پایه این معادله، انرژی کل در مقطع پایین دست، از انرژی کل در مقطع بالادست به اندازه افت انرژی میان این دو مقطع اختلاف خواهد داشت (Gimenez, et al., ۲۰۰۳). نرخ جدایش ذرات با استفاده از روش (Wirtz, ۲۰۰۳ a,b) محاسبه گردید. همبستگی میان داده‌ها با استفاده از روش پیرسون و به‌وسیله نرم‌افزار SPSS ۲۲ صورت گرفت. افزون بر این، از ترکیب کل داده‌ها و با استفاده از روش‌های متفاوت رگرسیونی، پارامترهای گوناگون ارتباط میان نرخ جدایش ذرات و سایر پارامترها تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از همبستگی میان نرخ جدایش ذرات خاک و عامل‌های هیدرولیکی جریان حاکی از همبستگی معنی‌دار ($P < 0.01$) میان این عامل‌ها است (جدول ۱). کمترین همبستگی میان نرخ جدایش ذرات خاک و عامل‌های هیدرولیکی برای قدرت جریان (۶۲۹/۰) به‌دست آمد، در حالی که عدد فرود با اختصاص مقدار ۷۲۰/۰ بیشترین مقدار همبستگی را نشان داد. افزون بر این، مقادیر همبستگی برای تنش برشی و قدرت جریان واحد به‌ترتیب برابر ۶۸۲/۰ و ۶۷۲/۰ به‌دست آمد. ترتیب همبستگی عامل‌های هیدرولیکی جریان و میانگین نرخ جدایش ذرات خاک نیز به‌صورت زیر به‌دست آمد.

قدرت جریان > قدرت جریان واحد > تنش برشی > عدد فرود

با توجه به جدول ۱ می‌توان مشاهده نمود که عامل‌های هیدرولیکی دارای همبستگی معنی‌داری با نرخ جدایش محاسبه شده در بازه‌های زمانی گوناگون بودند. بیشترین مقدار همبستگی مربوط به بازه زمانی سوم (۳) آزمایش یا مراحل پایانی آزمایش بود. در بازه‌های زمانی ابتدایی و میانی روند خاصی دیده نشد به‌صورتی که همبستگی عدد فرود و تنش برشی تا حدودی در هر دو بازه مشابه، و قدرت جریان و قدرت جریان واحد در بازه میانی بیشتر از بازه ابتدایی به‌دست آمد. بر این پایه پس از شروع آزمایش، با گذشت زمان همبستگی میان عامل‌های هیدرولیکی و نرخ جدایش ذرات خاک افزایش یافت.

در بازه زمانی اول عدد فرود بیشترین و قدرت جریان کمترین همبستگی را نشان دادند. این مقادیر بین ۵۷۶/۰ تا ۶۶۴/۰ متغیر بود. نتایج به‌دست آمده از بازه زمانی میانی (۲) آزمایش نشان داد که در این بازه بیشترین مقدار همبستگی با عدد فرود (۶۶۴/۰) و کمترین آن با قدرت جریان (۶۱۲/۰) بود. در بازه زمانی سوم (۳) نیز عدد فرود بیشترین و قدرت جریان کمترین همبستگی را دارا بودند و مقادیر همبستگی آنها بین ۵۹۴/۰ تا ۶۹۴/۰ به‌دست آمد.

نقش هریک از عامل‌های هیدرولیکی یاد شده در جدا شدن ذرات خاک به‌وسیله پژوهشگران بسیاری مورد توجه بوده است (Bryan, ۱۹۹۰; Gimenez and Govers, ۲۰۰۲; Foster et al., ۱۹۹۵)

(Nearing, ۱۹۹۱) نشان داد که عدد فرود و آشفستگی جریان منجر به تغییرات بیشتری در نرخ جدایش ذرات خاک می‌گردد افزون بر این آشفستگی موضعی جریان می‌تواند از عامل‌های بنیادی جدا شدن ذرات خاک از بستر خود باشد. بسیاری از پژوهشگران نیز نرخ جدایش ذرات خاک به‌وسیله جریان متمرکز را به‌عنوان تابعی از تنش برشی معرفی کرده‌اند (Lyle and Smerdon, ۱۹۶۵; Park et al., ۱۹۸۲). قدرت جریان (۱۹۸۳; Rose et al., ۱۹۹۳; Elliot and Lafflen) قدرت برخی این ارتباط را نمایی و برخی به‌صورت خطی گزارش نموده‌اند. قدرت جریان (۱۹۸۳; Rose et al., ۱۹۹۳; Elliot and Lafflen) قدرت جریان واحد نیز توسط پژوهشگران به‌عنوان عامل‌های مؤثر در جدا شدن ذرات خاک معرفی شده‌اند (McIsaac, et al., ۱۹۹۲).



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۱: ماتریس همبستگی (پیرسون) میان عامل‌های هیدرولیکی و نرخ جدایش ذرات خاک

عامل	عدد فرود	تنش برشی	قدرت جریان واحد	قدرت جریان	نرخ جدایش (۱)	نرخ جدایش (۲)	نرخ جدایش (۳)	میانگین نرخ جدایش
عدد فرود	۱							
تنش برشی	۰/۹۴۹*	۱						
قدرت جریان واحد	۰/۹۷۱*	۰/۹۹۳**	۱					
قدرت جریان	۰/۹۰۶*	۰/۹۹۲**	۰/۹۷۸**	۱				
نرخ جدایش (بازه زمانی ۱)	۰/۶۶۴*	۰/۶۳۰**	۰/۶۱۷**	۰/۵۷۶**	۱			
نرخ جدایش (بازه زمانی ۲)	۰/۶۶۴*	۰/۶۳۸**	۰/۶۴۶**	۰/۶۱۲**	۰/۶۲۷**	۱		
نرخ جدایش (بازه زمانی ۳)	۰/۶۹۴*	۰/۶۵۱**	۰/۶۳۷**	۰/۵۹۴**	۰/۹۶۹**	۰/۷۰۸**	۱	
میانگین نرخ جدایش	۰/۷۲۰*	۰/۶۸۲**	۰/۶۷۲**	۰/۶۲۹**	۰/۹۷۰**	۰/۷۸۳**	۰/۹۸۸**	۱

بسیاری از پژوهشگران نرخ جدایش ذرات خاک به وسیله جریان متمرکز را به عنوان تابعی از تنش برشی معرفی کرده‌اند. برخی این ارتباط را نمایی و برخی به صورت خطی گزارش نموده‌اند (Knappen, et al., ۲۰۰۷). در ارتباط خطی شیب خط رگرسیون نشان دهنده فرسایش پذیری شیار خاک و محل برخورد خط رگرسیون با محور افقی بیانگر تنش برشی بحرانی جریان است. در این پژوهش همانند مدل‌های برآورد فرسایش، از رگرسیون خطی به منظور بررسی ارتباط نرخ جدایش و تنش برشی آبراهه در هر یک از فاصله‌های طولی اندازه‌گیری شده شیار استفاده شد. جدول (۲) ضرایب به دست آمده و معادله‌های رگرسیونی برای هر یک از فاصله‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. مقدار P نشان می‌دهد که کلیه رابطه‌ها و معادله‌های رگرسیونی در سطحی فراتر از ۱ درصد معنی‌دار بودند.

با توجه به شیب خط وایزش مشخص شد که با افزایش طول شیار شیب خط کاهش یافت. این کاهش نشان دهنده حساسیت بیشتر نرخ جدایش ذرات خاک نسبت به تغییرات تنش برشی در شیارهای کوتاه‌تر و یا ابتدای شیارهای با طول بیشتر است. برای نمونه، در یک شیار ۳۰ متری نرخ جدا شدن ذرات خاک به ازای تغییر یک واحد تنش برشی، در ابتدای شیار بیشتر از مقاطع انتهایی آن است. در پژوهش کنونی و بر پایه وضعیت آزمایش در طول‌های بیشتر از ۳۳/۱۳ متر ارتباط مناسبی میان این دو عامل یافت نشد. همان‌گونه که در جدول (۲) مشاهده می‌شود عرض از مبدا تا طول شیار ۳۳/۱۳ متری منفی به دست آمده است که نشان دهنده برخورد خط برآزش رگرسیون با بخش مثبت محور افقی (تنش برشی) نمودار است. بر پایه معادله‌های موجود محل برخورد این خط با محور افقی نشان دهنده تنش برشی بحرانی است. تنش برشی بحرانی مقدار تنش برشی اعمال شده به خاک است که پس از آن خاک شروع به جدا شدن و انتقال می‌نماید. بر همین پایه برای خاک‌های مورد بررسی و بر پایه وضعیت آزمایش میانگین تنش برشی بحرانی برابر ۷۰/۹ کیلوگرم بر متر بر مجذور ثابته به دست آمد به گونه‌ای که مقادیر تنش برشی بحرانی بین ۵۶/۷ تا ۸۴/۱۱ در فاصله ۳۳/۱۳ متر متغیر بود. میانگین فرسایش پذیری شیار (شیب خط رگرسیون) نیز برابر ۰۵/۰ بود که از مقدار ۰۳۴/۰ تا ۰۷۵/۰ (s m⁻¹) در طول ۳۳/۱۳ تغییر می‌کرد.

در بررسی‌های (Prosser, ۱۹۹۵) در زمین‌های علفزار سانفرانسیسکو، میانگین تنش برشی برای جدا شدن ذرات خاک بین ۱۰۰ تا ۱۸۰ کیلوگرم بر متر بر مجذور ثابته گزارش شده است. این در حالی است که با از میان بردن ۵۰ درصد پوشش گیاهی این مقدار تنش برشی بحرانی نصف می‌شود. لازم به گفتن است که مقدار تنش برشی بحرانی در مدل WEPP معادل ۵/۳ کیلوگرم بر متر بر مجذور ثابته در نظر گرفته شده است.

با توجه به ضریب تعیین کم و وجود عرض از مبدا مثبت در طول شیارهای ۲۰ و ۳۰ متر که نشان دهنده عدم برخورد خط برآزش با بخش مثبت محور تنش برشی است، در این نوع خاک‌ها، طول شیارهای کمتر از ۳۳/۱۳ متر برای بررسی ارتباط این دو عامل مناسب تشخیص داده شد.

جدول ۲: ضریب‌های معادله‌های خطی تنش برشی جریان و نرخ جدایش ذرات در شیارهای با طول متفاوت

طول شیار (متر)	شیب خط رگرسیون (فرسایش پذیری شیار)	عرض از مبدا	تنش برشی بحرانی (kg m ⁻¹ s ⁻²)	معادله رگرسیون	ضریب تعیین (R ²)	مقدار P
۳/۳۳	۰/۰۷۵	-۰/۶۱۱	۸/۱۴۷	Dr = ۰.۰۷۵x - ۰.۶۱۱	۱/۰۰	۰/۰۰



۰/۰۰	۰/۷۹	Dr = ۰.۰۴۹ - ۰.۵۸۰	۱۱/۸۳۷	-۰/۵۸۰	۰/۰۴۹	۶/۶۷
۰/۰۰	۰/۷۳	Dr = ۰.۰۳۹ - ۰.۴۳۹	۱۱/۲۵۶	-۰/۴۳۹	۰/۰۳۹	۱۰
۰/۰۰	۰/۶۹	Dr = ۰.۰۳۴ - ۰.۲۵۷	۷/۵۵۹	-۰/۲۵۷	۰/۰۳۴	۱۳/۳۳
۰/۰۰	۰/۵۲	Dr = ۰.۰۲۵ + ۰.۱۱۸		۰/۱۱۸	۰/۰۲۵	۲۰
۰/۰۰	۰/۴۶	Dr = ۰.۰۲۲ + ۰.۱۸۸		۰/۱۸۸	۰/۰۲۲	۳۰

منابع

- Bahadori N. ۲۰۱۴. Measuring soil loss using the roots of trees and rills and comparison with MPSIAC, M.Sc Thesis. Islamic Azad University. Arsanjan Branch.
- Bryan R. ۱۹۹۰. Knickpoint evolution in rillwash. *Catena, Supplement*, ۱۱۱-۱۳۲.
- Cochrane T., Flanagan D. ۱۹۹۷. Detachment in a simulated rill. *Transactions of the ASAE*, ۴۰: ۱۱۱-۱۱۹.
- Elliot W., Lafren J. ۱۹۹۳. A process-based rill erosion model. *Transactions of the ASAE*, ۳۶: ۱-۱۱۰.
- FAO, ۱۹۹۸. Food Balance Sheets ۱۹۹۷. Rome: FAO.
- Foster G., Flanagan D., Nearing M., Lane L., Risse L., Finkner. ۱۹۹۵. Hillslope erosion component. USDA-Water Erosion Prediction Project, Rep, ۱۰: ۱۱.۱-۱۱.۱۲.
- Giménez R., Govers G. ۲۰۰۲. Flow detachment by concentrated flow on smooth and irregular beds. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۶: ۱۴۷۵-۱۴۸۳.
- Giménez R., Govers G. ۲۰۰۸. Effects of freshly incorporated straw residue on rill erosion and hydraulics. *Catena*, ۷۲: ۲۱۴-۲۲۳.
- Giménez R., Planchon O., Silveira N., Govers G. ۲۰۰۴. Longitudinal velocity patterns and bed morphology interaction in a rill. *Earth Surface Processes and Landforms*, ۲۹: ۱۰۵-۱۱۴.
- Govers G., Everaert W., Poesen J., Rauws G., De Ploey J., Lantier J., ۱۹۹۰. A long flume study of the dynamic factors affecting the resistance of a loamy soil to concentrated flow erosion. *Earth Surface Processes and Landforms*, ۱۵: ۳۱۳-۳۲۸.
- Gyssels G., Poesen J., Nachtergaele J., Govers G. ۲۰۰۲. The impact of sowing density of small grains on rill and ephemeral gully erosion in concentrated flow zones. *Soil and Tillage Research*, ۶۴: ۱۸۹-۲۰۱.
- Hairsine P.B., Rose C.W. ۱۹۹۲. Modeling water erosion due to overland flow using physical principles: ۲. Rill flow. *Water Resources Research*, ۲۸: ۲۴۵-۲۵۰.
- Léonard J., Richard G. ۲۰۰۴. Estimation of runoff critical shear stress for soil erosion from soil shear strength. *Catena*, ۵۷: ۲۳۳-۲۴۹.
- Lyle W., Smerdon E. ۱۹۶۵. Relation of compaction and other soil properties to erosion resistance of soils. *Trans. ASAE*, ۸: ۴۱۹-۴۲۲.
- Mailapalli D.R., Raghuwanshi N., Singh R. ۲۰۰۹. Sediment transport in furrow irrigation. *Irrigation science*, ۲۷: ۴۴۹-۴۵۶.
- Mailapalli D.R., Raghuwanshi N.S., Singh R. ۲۰۱۳. Sediment Transport Model for a Surface Irrigation System. *Applied and Environmental Soil Science*, ۲۰۱۳: ۱-۱۰.
- Masoudi M., Patwardhan A., Gore S. ۲۰۰۶. Risk assessment of water erosion for the Qareh Aghaj subbasin, southern Iran. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, ۲۱: ۱۵-۲۴.
- Mateos L., Giraldez J.V. ۲۰۰۵. Suspended load and bed load in irrigation furrows. *Catena*, ۶۴: ۲۳۲-۲۴۶.
- McIsaac G., Mitchell J., Hummel J., Elliot W. ۱۹۹۲. An evaluation of unit stream power theory for estimating soil detachment and sediment discharge from tilled soils. *Transactions of the ASAE, USA*.
- Nachtergaele J., Poesen J. ۲۰۰۲. Spatial and temporal variations in resistance of loess derived soils to ephemeral gully erosion. *European Journal of Soil Science*, ۵۳: ۴۴۹-۴۶۳.
- Nearing M., ۱۹۹۱. A probabilistic model of soil detachment by shallow turbulent flow. *Trans. ASAE*, ۳۴: ۸۱-۸۵.
- Nearing M.A., Simanton J.R., Norton L.D., Bulygin S.J., Stone J. ۱۹۹۹. Soil erosion by surface water flow on a stony, semiarid hillslope. *Earth Surface Processes and Landforms*, ۲۴: ۶۷۷-۶۸۶.
- Park S., Mitchell J., Scarborough J. ۱۹۸۲. Soil erosion simulation on small watersheds: a modified ANSWERS model. *Transactions of the ASAE*.



- Raff D.A., Smith J.L., Trlica M.J. ۲۰۰۳. Statistical descriptions of channel networks and their shapes on non-vegetated hillslopes in Kemmerer, Wyoming. *Hydrological Processes*, ۱۷: ۱۸۸۷-۱۸۹۷.
- Rose C., Williams J., Sander G., Barry D. ۱۹۸۳. A mathematical model of soil erosion and deposition processes: I. Theory for a plane land element. *Soil Science Society of America Journal*, ۴۷: ۹۹۱-۹۹۵.
- Sun, L., Fang, H., Qi, D., Li, J., Cai, Q., ۲۰۱۳. A review on rill erosion process and its influencing factors. *Chinese Geographical Science*, ۲۳, ۳۸۹-۴۰۲.
- Te Chow V. ۱۹۵۹. *Open channel hydraulics*. McGraw-hill Book Company.
- Wicks J., Bathurst J. ۱۹۹۶. SHESED: a physically based, distributed erosion and sediment yield component for the SHE hydrological modelling system. *Journal of Hydrology*, ۱۷۵: ۲۱۳-۲۳۸.
- Wirtz S., Seeger M., Remke A., Wengel R., Wagner J-F., Ries JB. ۲۰۱۳a. Do deterministic sediment detachment and transport equations adequately represent the process-interactions in eroding rills? An experimental field study. *Catena*, ۱۰۱: ۶۱-۷۸.
- Wirtz S., Seeger M., Ries J.B. ۲۰۱۲. Field experiments for understanding and quantification of rill erosion processes. *Catena*, ۹۱: ۲۱-۳۴.
- Wirtz S., Seeger M., Zell A., Wagner C., Wagner J-F., Ries JB. ۲۰۱۳b. Applicability of Different Hydraulic Parameters to Describe Soil Detachment in Eroding Rills. *PloS one*, ۸: ۱-۱۱.
- Zhang G., Liu B., Nearing M., Huang C., Zhang K. ۲۰۰۲. Technical note: Soil detachment by shallow flow. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers*, ASAE, ۴۵: ۳۵۱-۳۵۷.

Abstract

Sediment sampling was conducted in three equal times and length sections and detachment rate was calculated. Furthermore, hydraulic parameters such as shear stress, unit stream power, stream power and frude number were also calculated. Results showed that the most correlation was obtained between frude number and soil detachment rate followed by shear stress, unit stream power and stream power respectively. In addition, regression equations revealed that the relationship between detachment rate and shear stress decreased by increasing rill length and there was no appropriate relationship in rill lengths more that ۱۳.۳۳ meter which may be due to the saturation of water flow by sediment load and inability of sediment transport attributed.



معکوس سازی داده‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس جهت برآورد شوری خاک

روح الله تقی زاده مهر جردی
استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده

در این مقاله سعی شده است تا از روشی جدید جهت مدل سازی تغییرات شوری خاک با استفاده از داده‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس بهره گرفته شود. همچنین نتایج این روش که توسط نرم افزار EM4Soil بدست آمده است را با روش رگرسیون چند متغیره مورد مقایسه قرار گرفت. در این روش تصاویر هدایت الکتریکی ظاهری با معکوس سازی داده‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس قرائت شده در ارتفاع‌های مختلف ایجاد می شود. نتایج مقایسه دو مدل مذکور، از دقت بالاتر روش معکوس سازی به کار رفته در این تحقیق حکایت دارد. لازم به ذکر می باشد که رگرسیون چند متغیره برای هر عمق باید کالیبره شود.

واژگان کلیدی: معکوس سازی، شوری خاک، نقشه برداری رقومی خاک

مقدمه

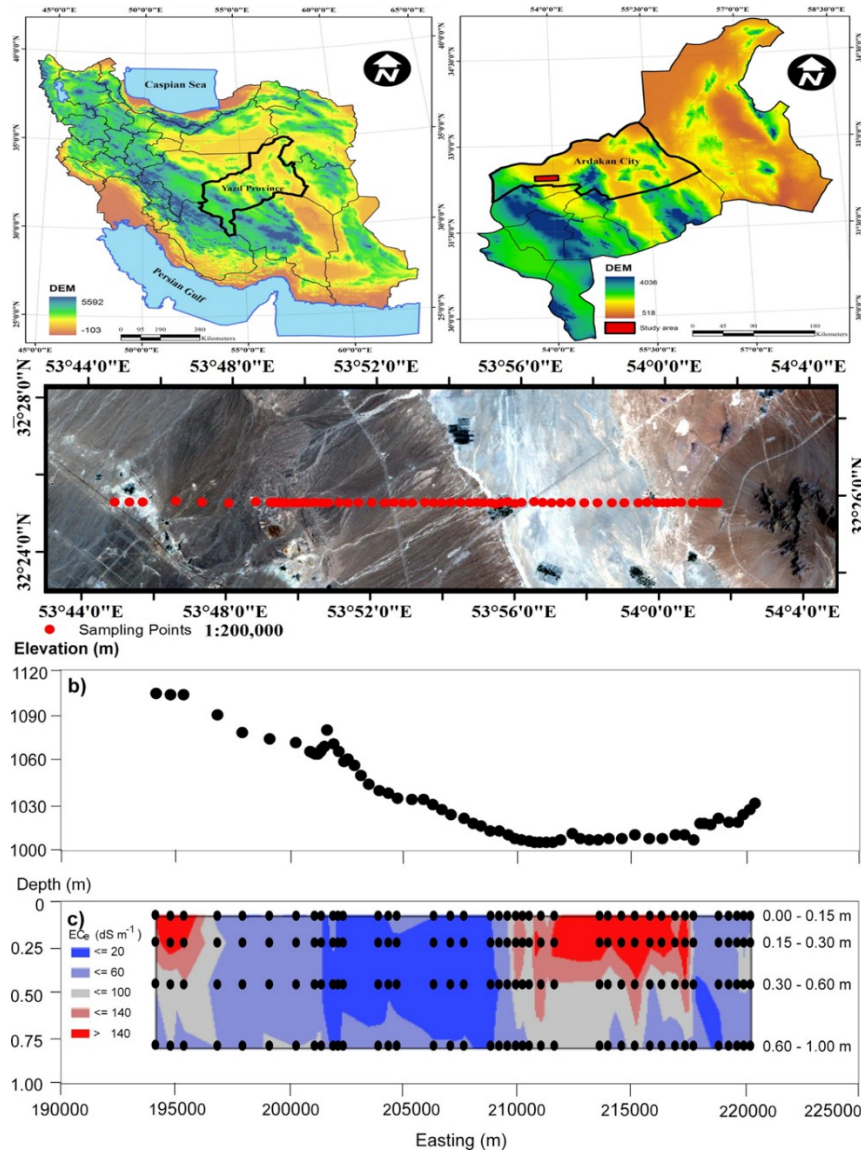
اقدامات انجام شده برای پایش و ارزیابی هدایت الکتریکی ظاهری خاک به طور فزاینده‌ای در سطح دنیا در حال گسترش است زیرا نه تنها هدایت الکتریکی ظاهری به عنوان نماینده برخی خصوصیات خاک مثل شوری، درصد رطوبت، عمق خاک و میزان رس آن محسوب می شود، بلکه اطلاعات بسیار مهمی راجع به اثرات و پیامدهای درازمدت فعالیت‌ها و عملیات درون مزرعه‌ای مثل آبیاری، مدیریت گیاه و همچنین خاک را در مقیاس مزرعه‌ای و منطقه‌ای ارائه می کند. یکی از روش‌هایی که در نقاط مختلف دنیا برای مدیریت شوری خاک به کار می رود، تکنیک‌های الکترومغناطیسی است که طیف گسترده‌ای از کاربران مثل محققین و دانش پژوهان تا کشاورزان پیشرو را شامل شده است. دستگاه القاگر الکترومغناطیس امکان پایش شوری خاک را بدون تماس مستقیم با آن و با صرف کمترین زمان و هزینه نسبت به سایر روش‌های صحرایی فراهم می آورد. در سال‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت تبدیل اندازه‌گیری‌های هدایت الکتریکی ظاهری به قابلیت هدایت الکتریکی و در نهایت تهیه نقشه شوری در عمق‌های مختلف خاک شده است. در اسپانیا (۲۰۰۸) Amezketa and Lersundi از رابطه رگرسیونی جهت کالیبره کردن دستگاه و در نهایت تهیه نقشه کلاس‌های شوری خاک در عمق ۱۰-۰ سانتی متری در مقیاس مزرعه استفاده کردند. روش مشابهی توسط (۲۰۱۱) Aragües et al. برای پیش‌بینی شوری در منطقه ریشه گیاه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین Herrero and Hudnall (۲۰۱۳) جهت تهیه نقشه شوری در سطح خاک از روشی مشابه بهره گرفتند. اما نکته قابل توجه این است که در این تحقیقات مقدار شوری به طور میانگین در یک عمق خاک مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین برای هر عمق باید معادله رگرسیونی به طور جداگانه کالیبره شود.

بنابراین برای ساده‌تر شدن فرآیند کالیبراسیون، محققین سعی کرده‌اند تا از روش معکوس سازی استفاده کنند (Huang et al., ۲۰۱۴). در این روش هدایت الکتریکی واقعی معکوس سازی می شود تا فقط یک معادله رگرسیونی برای پیش‌بینی شوری خاک در هر عمق کافی باشد. در این مقاله سعی شده است تا از روشی ساده جهت برآورد شوری در عمق‌های مختلف خاک در منطقه اردکان استفاده شود. همچنین روش معکوس سازی با روش سنتی رگرسیون برای هر عمق مقایسه شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در قسمتی از اراضی شمال اردکان در استان یزد انجام شده است. در طول ترانسکت با طول تقریبی ۲۶۰۰ متر داده برداری دستگاه القاگر در ارتفاع‌های مختلف انجام پذیرفت. ارتفاع منطقه مورد مطالعه از شرق به غرب کاهش می یابد. خاک‌های منطقه مورد مطالعه عمدتاً در دو رده آریدی سول و انتی سول قرار می گیرد. خاک‌های مناطق مرتفع‌تر دارای بافت سبک دارند در مقابل خاک‌های مناطق با ارتفاع کمتر دارای درصد رس بیشتری می باشد. در ۴۴ محل قرائت شده توسط دستگاه القاگر الکترومغناطیس، نمونه برداری از خاک نیز جهت اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی در آزمایشگاه صورت گرفت. پس از اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از معادله عمق خاک به چهار عمق استاندارد (۱۵-، ۳۰-، ۶۰-، ۱۰۰- سانتی متری) تبدیل گردید (شکل ۱).

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



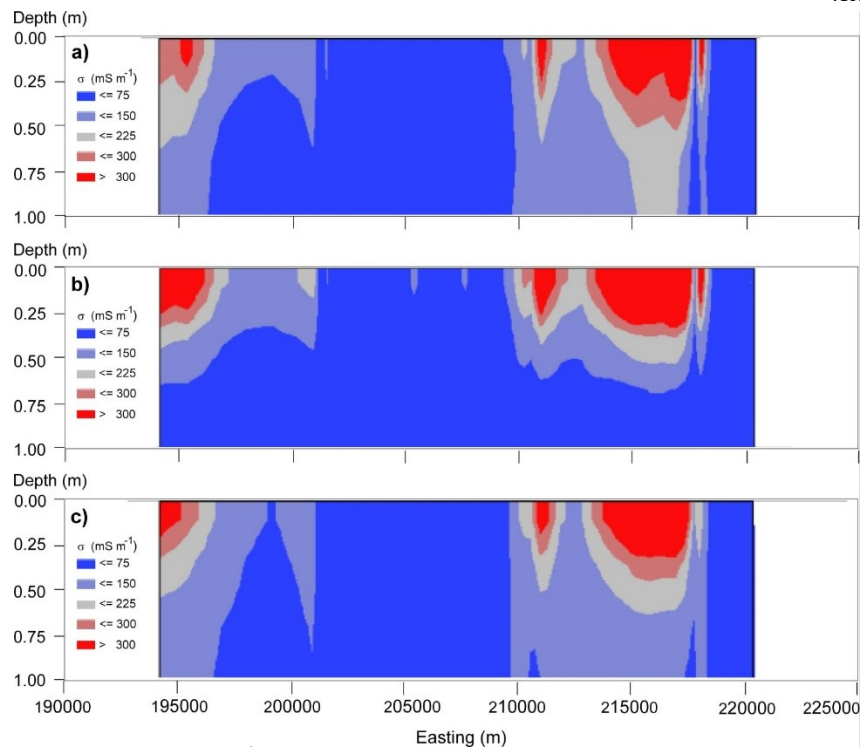
شکل ۱) منطقه مورد مطالعه و توزیع مکانی نمونه‌های برداشت شده از خاک و قرائت‌های دستگاه القاگر الکترومغناطیس

Soil EM₄ نرم افزاری است که جهت معکوس سازی داده‌های هدایت الکتریکی ظاهری استفاده می‌شود. الگوریتم به کار رفته به طور کامل توسط Monteiro Santos (۲۰۰۴) بحث شده است. هدف ایجاد لایه‌های هدایت الکتریکی ظاهری می‌باشد تا بتوان از آن‌ها در نهایت برای برآورد شوری خاک استفاده نمود. به طور خلاصه در ابتدا پارامترهای معکوس سازی با استفاده از داده‌های القاگر الکترومغناطیس در سطح زمین بهینه گردید. بهینه‌سازی با استفاده از معیارهای خطای رایج در تحقیقات مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد داده‌های القاگر الکترومغناطیس در ارتفاع‌های مختلف معکوس سازی گردید. در این مرحله از مقادیر بهینه شده در مرحله نخست استفاده گردید. در مرحله نهایی از تصاویر معکوس شده جهت برآورد شوری خاک استفاده شد.

نتایج و بحث

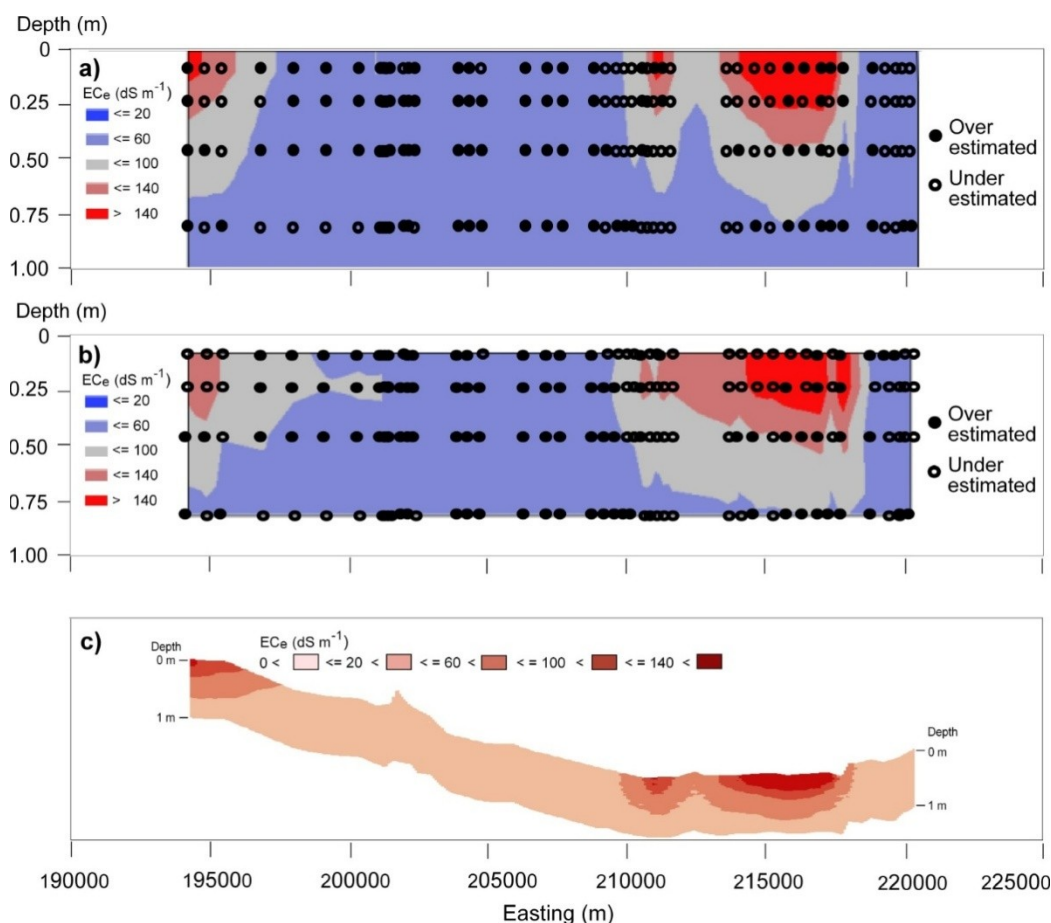
تغییرات ارتفاعی نشان می‌دهد که غرب منطقه دارای ارتفاع بیشتری می‌باشد در حالی که نقاط واقع در شرق منطقه ارتفاع کمتری را دارند. در مناطق با ارتفاع بیشتر شوری خاک در دو عمق اول تقریباً یکسان و مقدار آن کم می‌باشد. حداکثر مقادیر شوری (بیش از ۶۰ دسی‌زیمنس بر متر) در نواحی با ارتفاع کمتر دیده می‌شود. همچنین تغییرات مقدار شوری نسبت به عمق کاهش می‌یابد.

تغییرات مکانی هدایت الکتریکی ظاهری نیز روند مشابهی مانند تغییرات شوری را نشان می‌دهد. همچنین آنالیز اولیه داده‌ها نشان داد که تغییرات هدایت الکتریکی ظاهری در ارتفاع‌های مختلف شبیه یکدیگر می‌باشد. اگرچه مقدار آن در ارتفاع‌های بالاتر (قرائت‌های انجام شده در ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری) کمتر می‌باشد. نتایج همبستگی هدایت الکتریکی ظاهری و قابلیت هدایت الکتریکی نشان داد که بیشترین همبستگی شوری سطحی خاک با داده‌های القاگر الکترومغناطیس در سطح زمین بدست آمد که با نتایج سایر محققین همخوانی دارد. برای بهینه کردن پارامترها جهت معکوس‌سازی حالت‌های مختلف در نظر گرفته شد. شکل (۲) بهترین مدل معکوس‌کننده را با استفاده از داده‌های القاگر در سطح زمین نشان می‌دهد. نتایج مشابهی با استفاده از سایر ارتفاع‌ها نیز بدست آمد.



شکل ۲) تصاویر هدایت الکتریکی ظاهری تولید شده با استفاده از معکوس‌سازی داده‌های القاگر الکترومغناطیس همه ارتفاع‌ها، سه ارتفاع و یک ارتفاع

برای کاربردی کردن نتایج مقادیر هدایت الکتریکی ظاهری معکوس شده را با استفاده از یک معادله رگرسیونی به مقادیر شوری تبدیل گردید (شکل ۳). همان‌طور که ملاحظه می‌شود تغییرات مکانی قابلیت هدایت الکتریکی شبیه هدایت الکتریکی ظاهری می‌باشد. همچنین مقادیر شوری در مناطق میانی حداکثر و در مناطق مرتفع‌تر دارای کمترین مقدار می‌باشد.



شکل ۳) مقادیر شوری واقعی در طول ترانسکت مطالعه شده

منابع

- Amezketta, E., del Valle de Lersundi, J. ۲۰۰۸. Soil classification and salinity mapping for determining restoration potential of cropped riparian areas. *Land Degrad. Dev.* ۱۹: ۱۵۳-۱۶۴.
- Aragüés, R., Urdanoz, V., etin, M., Kirda, C., Daghari, H., Ltifi, W., Lahlou, M., Douaik, A. ۲۰۱۱. Soil salinity related to physical soil characteristics and irrigation management in four Mediterranean irrigation districts. *Agr. Water Manage.* ۹۸: ۹۵۹-۹۶۶.
- Goff, A., Huang, J., Wong, V.N.L., Monteiro Santos, F.A., Wege, R., Triantafilis, J. ۲۰۱۴. Electromagnetic Conductivity Imaging of Soil Salinity in an Estuarine-Alluvial Landscape. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۷۸: ۱۶۸۶-۱۶۹۳.
- Herrero, J., Hudnall, W.H. ۲۰۱۳. Measurement of soil salinity using electromagnetic induction in a paddy with a densic pan and shallow water table. *Paddy Water Environ.* ۱-۱۲.
- Huang, J., Davies, G.B., Bowd, D., Monteiro Santos, F.A., Triantafilis, J. ۲۰۱۴. Spatial prediction of the exchangeable sodium percentage at multiple depths using electromagnetic inversion modelling. *Soil Use Manage.* ۳۰: ۲۴۱-۲۵۰.
- Monteiro Santos, F.A. ۲۰۰۴. ۱-D laterally constrained inversion of EM۳۴ profiling data. *J. Appl. Geophys.* ۵۶: ۱۲۳-۱۳۴.



Abstract

At present research we adopted a new method to model soil salinity using EM₃₈ data. This result obtained by EM₃₈Soil software was compared with regression. We generated electromagnetic conductivity images by inverting EM₃₈ EC_a data collected at various heights. Results indicated that inversion had superior performances compared to regression. Added to this, multiple equations needed to be established to predict EC_e in each depth.

اولویت بندی زیرحوضه ها به منظور اجرای پروژه های آبخیزداری با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آسیاب جفته بافت)

امین قاسمی نژاد^۱ - صدیقه محمدی^۲ - مهرداد محمد درختی^۳
۱- گروه مهندسی صنایع واحد بافت دانشگاه آزاد اسلامی بافت، ۲- گروه اکولوژی پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، ۳- کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات واحد الکترونیک دانشگاه آزاد اسلامی تهران

چکیده

با توجه به انجام تحقیقات کم در خصوص اولویت بندی زیرحوضه های یک حوزه آبخیز در داخل و حتی خارج کشور و وجود معیاری چون دخالت سلیقه کارشناسی در روش مرسوم آبخیزداری در این اولویت بندی، این تحقیق با هدف بکارگیری روش Vikor و Topsis در ۱۲ سناریو مختلف در اولویت بندی زیرحوضه های سد آسیاب جفته بافت (بعنوان یک پایلوت) به همراه روش مرسوم انجام شد. برای این منظور مشکلات زیرحوضه ها در ۵ بخش یا معیار فرسایش و رسوب، خشکسالی، سیل، کم آبی و اقتصادی- اجتماعی در زیرمعیارهای مختلف تفکیک شد. با توجه گرفتن نتایج مشابه در هر سه روش مرسوم آبخیزداری، سناریو اول Vikor و Topsis در انتخاب دو زیرحوضه اول مشکل دار مشابه و دو زیرحوضه با اولویت آخر از نظر مشکل (امتیاز ۸ و ۹)، می توان چنین نتیجه گرفت هر سه روش در تعیین زیرحوضه های دارای بحران و فاقد بحران مشابه عمل می کنند و فقط در انتخاب زیرحوضه های از نظر بحران متوسط دارای نتایج متفاوتی هستند.

واژه های کلیدی: تاپسیس، ویکور، اولویت بندی، زیرحوضه.

مقدمه

بررسی مشکلات زیرحوضه ها یکی از موارد ضروری جهت ارائه برنامه های مربوط به بخش منابع طبیعی است. در شرایط کنونی، مشکلات یک زیرحوضه در مطالعات آبخیزداری طبق فهرست بهای طرح جامع در قالب معیارهای سیل، کم آبی، فرسایش و رسوب، اقتصادی- اجتماعی و خشکسالی مورد بررسی قرار می گیرد (فهرست بهای آبخیزداری، ۱۳۹۲). در روش مرسوم کنونی آبخیزداری پس از تعیین زیرمعیارها و مطالعه آن ها در هر زیرحوضه، ابتدا امتیاز هر زیرمعیار بر اساس سلیقه کارشناس تعیین می شود و سپس بر اساس مجموع امتیازات زیرمعیارهای هر زیرحوضه، اولویت بندی زیرحوضه ها انجام می شود. نکته مهم این است بسته به سلیقه کارشناس وزن یک معیار می تواند سنگین تر یا سبک تر در نظر گرفته شود. این مسأله باعث می شود که کارشناسان مطالعات آبخیزداری، زیرحوضه های دارای اولویت و مشکل دار را جهت اجرای پروژه های آبخیزداری بر اساس ذوق و سلیقه کارشناسی انتخاب نمایند. به منظور رفع این مشکل و حذف سلیقه از روش مرسوم فعلی، ارائه یک روش علمی دقیق و قابل قبول برای همه، جهت اولویت بندی زیرحوضه ها از ضروریات است. استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره - که روش Vikor و TOPSIS مرسوم ترین آن هاست- بعنوان یک روش علمی و قابل قبول در راستای کاهش سلیقه موثر و کارساز باشد (خلقی، ۱۳۸۱؛ چانگ و همکاران، ۲۰۰۹). در خارج کشور از روش های Vikor و TOPSIS جهت اولویت بندی ها در زمینه های مختلف در علوم منابع طبیعی بهره گرفته شده است؛ در این زمینه خلقی (۲۰۰۲) نتیجه گرفت، در صورتیکه شخص مدیر، خود یک کارشناس خیره باشد، نتایج اخذ شده و اولویت بندی های انتخابی به مراتب ضمانت اجرایی بیشتری خواهند داشت. چانگ و همکاران (۲۰۰۹) در اولویت بندی حفاظتی نمودن زیرحوضه های مختلف با روش VIKOR در جنوب تایوان به این نتیجه رسیدند که زیرحوضه های نزدیک به خروجی یا مناطق ذخیره آب بایستی حفاظت شوند. علوی و همکاران (۱۳۹۰) در مقایسه روش های TOPSIS فازی و AHP فازی برای اولویت بندی جهت انتخاب برای کاشت گونه های بومی در منطقه معدنی مس سرچشمه استفاده کردند. کایا و همکاران (۲۰۱۱) در یک تصمیم گیری چند معیاره با دو روش VIKOR و AHP در راستای اولویت بندی برای جنگلکاری در منطقه استانبول، زیرحوضه آبخیز اومرلی را بعنوان زیرحوضه با اولویت اول جنگلکاری معرفی نمودند. کیم و همکاران (۲۰۱۳) در یک بررسی جهت اولویت بندی رودخانه جهت تخلیه فاضلاب یک حوزه شهری از روش TOPSIS فازی استفاده کردند. مهری و همکاران (۲۰۱۴) مرز جدیدی برای مناطق حفاظتی استان مازنداران ارائه دادند. در رابطه با اولویت بندی زیرحوضه ها در داخل کشور خلقی (۱۳۸۱) گزارش کرده است که روش تابع تجمعی ارزش در تصمیم گیری چندمعیاره روشی موثر و مفید در اولویت بندی زیرحوضه هاست.

با وجود اختلاف سلیقه کارشناسی و نبود یک روش و الگوریتم پایا و روانمی توان در خصوص ارائه یک برنامه درست و علمی گامی موثر برداشت. به منظور حل این مشکل استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره گامی جدید است که در داخل کشور فقط یک تحقیق در این زمینه انجام شده است. که در این تحقیق نیز فقط یکی از روش های تصمیم گیری چندمعیاره (تابع تجمعی ارزش) مورد بررسی قرار گرفته است (خلقی، ۱۳۸۱). رایج بودن کاربرد و تأیید نتایج حاصل از روش های Vikor و Topsis در تحقیقات



خارجی (Kim et al., 2013; Chang et al., 2009; Kaya & Kahraman, 2003) و داخلی (علوی و همکاران، ۱۳۹۰) در مقایسه با روش تابع تجمعی ارزش (خلقی، ۱۳۸۱) ضرورت استفاده از روش های Topsis و Vikor را در آشکار می کند. هر چند روش های متعددی از روش تصمیم گیری چندمعیاره جهت بررسی موجود است، این تحقیق بر اساس بررسی منابع با هدف استفاده از پتانسیل روش های Topsis و Vikor در اولویت بندی زیر حوزه ها، در یک پایلوت انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در حوزه آبخیز آسیاب جفته شرقی که جزو حوزه سد بافت می باشند، بعنوان یک پایلوت انجام شد. ابتدا انتخاب معیارها (بر اساس فهرست بهای آبخیزداری) و زیر معیارها انجام شد که در یک فلوچارت بصورت ذیل ارائه شده است.

شکل ۱- فلوچارت روند اجرای تحقیق

تشریح روشهای مختلف مورد بررسی در این تحقیق بصورت ذیل است:

- روش مرسوم آبخیزداری

طبق این ارزیابی ها به هر یک تن رسوب ویژه یک امتیاز، هر یک تن فرسایش ویژه یک امتیاز، هر منبع آبی یک امتیاز، هر ده هکتار اراضی کشاورزی یک امتیاز، هر ده نفر جمعیت یک امتیاز، هر دویست هزار متر مکعب آورد سالانه یک امتیاز هر بیست هزار متر مکعب به کیلومتر مربع آورد ویژه سالیانه یک امتیاز و هر یک متر مکعب در ثانیه دبی پیک سالانه ۲۵ ساله یک امتیاز داده شد. نهایتاً از جمع کردن امتیازات مربوط به فاکتورهای فوق در هر زیر حوزه منطقه مطالعاتی، امتیاز نهایی زیر حوزه ها بدست آمد.

- روش های تصمیم گیری چند معیاره

در اکثر موارد تصمیم گیری ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم گیرنده است که تصمیم گیری بر اساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. دو روش تاپسیس و ویکور از تکنیکهای پر کاربرد تصمیم گیری چند شاخصه محسوب می شوند که اخیراً در تحقیقات متعددی از این دو روش استفاده شده است، ما نیز در این تحقیق برای اولویت بندی زیر حوزه ها از این دو روش Topsis و Vikor در محیط نرم افزاری Matlab در سناریوهای مختلف کمک گرفتیم و به منظور کاستن اعمال نقطه نظرات سلیقه ای کارشناسان و قابل اجرا بودن نتایج در وضعیت ها و شرایط مختلف وزنی، ۱۲ سناریو مختلف وزن دهی برای معیارها بصورت زیر در هر دو روش Topsis و Vikor در نظر گرفته شد:

۱- وزن تمامی معیارها بصورت مساوی ۲- وزن معیار فرسایش ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۳- وزن معیار رسوب ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۴- وزن معیار رسوب کل معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۵- وزن معیار منبع آبی معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۶- وزن معیار میزان آبدهی منابع معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۷- وزن معیار سطح زیر کشت معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۸- وزن معیار تولید قابل استفاده معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۹- وزن معیار جمعیت معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۱۰- وزن معیار آورد سالانه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۱۱- وزن معیار آورد سالانه ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۱۲- وزن معیار دبی پیک ۲۵ ساله معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد

الف- روش Topsis

تاپسیس به عنوان یک روش تصمیم گیری چند شاخصه، روشی کارآمد در اولویت بندی محسوب می شود. این روش در سال ۱۹۹۲ توسط چن و هوانگ مطرح شده است. الگوریتم تاپسیس یک تکنیک چند شاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت بندی گزینه ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده آل می باشد. در روش تاپسیس، گزینه انتخاب شده می باید کوتاه ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد. در این روش، ماتریس $n \times m$ که دارای m گزینه و n شاخص می باشد مورد ارزیابی قرار می گیرد.

ب- روش Vikor

روش ویکور (Vikor) حرف اختصاری عبارت صربی Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje یکی از مدل های پرکاربرد در تصمیم گیری و انتخاب گزینه برتر می باشد. این روش برای بهینه سازی چند معیاره سیستم های پیچیده توسعه یافته است. این روش روی دسته بندی و انتخاب از یک مجموعه گزینه ها تمرکز داشته و جواب های سازشی را برای یک مسأله با معیارهای متضاد تعیین می کند، به طوری که قادر است تصمیم گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیکترین جواب موجه به جواب ایده آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می گردد. در این مدل همواره چند گزینه مختلف وجود دارد که این گزینه ها بر اساس چند معیار به صورت مستقل ارزیابی می شوند و در نهایت گزینه ها بر اساس ارزش، رتبه بندی می گردند.

لازم به ذکر است که جامعه آماری حوزه آبخیز آسیاب جفته می باشد. داده ها پس از تهیه ماتریس در محیط های نرم افزاری MATLAB و Excel آنالیز خواهند شد.



نتایج و بحث

- امتیاز دهی روش Topsis

نتایج حاصل از امتیاز دوازده سناریو مورد بررسی از روش تاپسیس به شرح ذیل است. رتبه های هر زیرحوزه در شکل ۲ نمایش شده است

جدول ۱- تعیین امتیاز زیرحوزه ها با روش Topsis

سناریو*	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
A1	۰.۷۹	۰.۸۳	۰.۷۴	۰.۹۴	۰.۹۴	۰.۹۴	۰.۹۵	۰.۶۰	۰.۹۵	۰.۹۴	۰.۲۷	۰.۸۲
A2	۰.۷۵	۰.۶۴	۰.۵۹	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۴	۰.۵۸	۰.۹۴	۰.۹۲	۰.۲۳	۰.۵۹
A3	۰.۸۱	۰.۵۷	۰.۶۰	۰.۹۰	۰.۹۴	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۶۰	۰.۹۶	۰.۸۹	۰.۹۴	۰.۳۴
A4	۰.۷۷	۰.۷۵	۰.۸۰	۰.۸۸	۰.۶۷	۰.۸۱	۰.۸۰	۰.۵۷	۰.۹۵	۰.۸۴	۰.۹۳	۰.۳۵
A5	۰.۳۸	۰.۳۳	۰.۴۳	۰.۵۸	۰.۳۴	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۴۱	۰.۰۹	۰.۵۳	۰.۸۰	۰.۶۹
A8	۰.۴۸	۰.۳۶	۰.۵۴	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۴۲	۰.۷۳	۰.۴۳	۰.۷۶	۰.۱۴	۰.۸۳	۰.۸۱
A7	۰.۹۱	۰.۹۱	۰.۹۲	۰.۹۶	۰.۹۷	۰.۹۸	۰.۹۸	۰.۶۲	۰.۹۸	۰.۹۳	۰.۹۶	۰.۷۰
A6-2	۰.۷۶	۰.۵۶	۰.۷۳	۰.۷۱	۰.۹۳	۰.۹۴	۰.۸۸	۰.۷۹	۰.۹۵	۰.۶۱	۰.۹۲	۰.۳۳
A6-1	۰.۷۰	۰.۵۱	۰.۶۵	۰.۷۴	۰.۶۷	۰.۷۷	۰.۸۳	۰.۷۴	۰.۹۳	۰.۶۷	۰.۹۰	۰.۲۳

*- سناریوهای ۱- وزن تمامی معیارها بصورت مساوی ۲- وزن معیار فرسایش ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۳- وزن معیار رسوب ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۴- وزن معیار رسوب کل معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۵- وزن معیار منبع آبی معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۶- وزن معیار میزان آبدهی منابع معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۷- وزن معیار سطح زیر کشت معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۸- وزن معیار تولید قابل استفاده معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۹- وزن معیار جمعیت معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۱۰- وزن معیار آورد سالانه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۱۱- وزن معیار آورد سالانه ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد ۱۲- وزن معیار دبی پیک ۲۵ ساله معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد

- امتیاز دهی روش Vikor

نتایج حاصل از امتیاز دوازده سناریو مورد بررسی از روش ویکور به شرح ذیل است. رتبه های هر زیرحوزه در شکل ۳ نمایش شده است. در این روش برعکس دو روش با افزایش امتیاز رتبه کاهش می یابد.

جدول ۱- تعیین امتیاز زیرحوزه ها با روش Vikor

سناریو*	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
A1	۰.۱۸	۰.۰۰	۰.۳۹	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۸۴	۰.۰۶	۰.۰۱	۰.۷۸	۰.۰۰
A2	۰.۵۱	۰.۵۲	۰.۹۶	۰.۱۷	۰.۱۷	۰.۱۶	۰.۱۶	۰.۹۷	۰.۱۶	۰.۱۵	۱.۰۰	۰.۴۴
A3	۰.۴۷	۰.۶۹	۱.۰۰	۰.۲۰	۰.۱۵	۰.۱۵	۰.۱۵	۰.۹۵	۰.۱۵	۰.۱۹	۰.۱۷	۰.۷۸
A4	۰.۳۰	۰.۲۵	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۳۳	۰.۲۲	۰.۲۳	۰.۸۹	۰.۱۰	۰.۱۶	۰.۱۰	۰.۶۵
A5	۱.۰۰	۰.۸۶	۰.۶۹	۰.۶۰	۰.۷۹	۱.۰۰	۱.۰۰	۰.۷۰	۱.۰۰	۰.۶۲	۰.۳۸	۰.۴۵
A8	۰.۹۴	۱.۰۰	۰.۴۹	۱.۰۰	۱.۰۰	۰.۷۰	۰.۴۷	۱.۰۰	۰.۴۵	۱.۰۰	۰.۳۵	۰.۲۰
A7	۰.۰۰	۰.۰۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۷۶	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۷
A6-2	۰.۲۵	۰.۵۹	۰.۳۹	۰.۲۷	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۱۶	۰.۰۰	۰.۰۸	۰.۳۳	۰.۱۱	۰.۶۷
A6-1	۰.۴۷	۰.۷۲	۰.۶۰	۰.۳۲	۰.۳۹	۰.۳۱	۰.۲۶	۰.۱۹	۰.۱۵	۰.۳۶	۰.۲۰	۱.۰۰

*- سناریوهای همان سناریوهای ذکر شده در روش تاپسیس هستند



-امتیاز دهی روش مرسوم آبخیزداری

امتیازدهی معیارها و زیرمعیارها بر اساس روش مرسوم آبخیزداری به شرح ذیل می باشد رتبه ها در نمودار ۱ و ۲ نمایش شده است.

جدول ۳- امتیازات زیرحوزه ها با روش مرسوم آبخیزداری

فاکتور های مورد مطالعه	فرسایش ویژه	رسوب ویژه	رسوب کل	منبع آبی	میزان آبهی منابع	سطح زیر کشت	تولید قابل استفاده	جمع بیت	آورد سالانه	آورد سالانه ویژه	دبی پیک ۲۵ ساله	جمع امتیازها
A1	۴	۵.۰۶	۳.۵۸	۰	۰	۰	۲.۲	۰	۰.۰۸	۲.۶۹۳۶	۰.۹۱۸	۱۸
A2	۵.۷	۶.۰۶	۱۲.۹	۰	۰	۰	۲.۲	۰	۰.۲۴	۳.۰۱۷۹	۲.۳۹۹	۳۲
A3	۶.۵	۶.۲	۲۶.۶	۰	۰	۰	۲.۲	۰	۰.۵۲	۰.۳۲۲۵	۴.۳۴۳	۴۶
A4	۴.۹	۴.۲۸	۳۱.۹	۱	۴	۱.۲	۲.۲	۰	۰.۷۳	۰.۳۳۳۶	۴.۰۸۳	۵۴
A5	۶.۴	۵	۱.۰۷	۲	۲۲	۶.۲	۱.۷۹۱۲	۱۰.۷	۲.۰۱	۰.۳۴۱۶	۱.۱۸	۱۶۵
A8	۷.۱	۴.۶	۲۶۳	۳	۱۳	۱.۵	۲.۰۷۲۴	۲.۳	۴.۳۶	۰.۳۳۶۴	---	۳۰۱
A7	۴.۳	۴.۳۴	۱۲.۵	۰	۰	۰	۲.۲	۰	۰.۳۸	۰.۳۷۵۶	۱.۷۶۳	۲۵
A6-2	۶.۴	۵	۸۰.۷	۰	۰	۰.۷	۱.۴۶۰۸	۰	۱.۷۹	۰.۴۰۶۹	۴.۳۱	۱۰۰
A6-1	۶.۶	۵.۲۸	۷۰.۶	۱	۵	۱	۱.۵۴۹	۰	۱.۵۳	۰.۴۰۹۴	۵.۴۹۶	۹۸

شکل ۲- اولویت بندی با سیزده سناریو مورد بررسی در روش topsis

شکل ۳- اولویت بندی با سیزده سناریو مورد بررسی در روش vikor

نتایج نشان می دهد که روند رتبه بندی زیرحوزه های مورد مطالعه در روش مرسوم سنتی با سناریو اول (یعنی یکسان گرفتن تمامی معیارها) در تمامی زیرحوزه ها تقریباً مشابه است. هر چند بین این دو رویه انطباق کاملی وجود نداشت ولی تعیین زیرحوزه اول و دوم توسط روش مرسوم کارشناس در تعیین دو زیرحوزه مشکل دار اول با هر دو روش به شرط یکسان گرفتن تمامی معیارها قابل تایید است. بعبارت دیگر اگر برای اداره آبخیزداری همه معیارهای مورد بررسی یکسان باشد می توان گفت که کار کارشناسی فقط جهت تعیین دو زیرحوزه اول دارای مشکل تایید می شود و در انتخاب زیرحوزه سوم نتیجه روش سنتی خطا بوجود آمده است و نایبستی از روش مرسوم استفاده شود. با توجه به نتایج، هر سه روش در تعیین زیرحوزه های دارای بحران و فاقد بحران مشابه عمل می کنند و فقط در انتخاب زیرحوزه های از نظر بحران متوسط دارای نتایج متفاوتی هستند. نکته مهم این است که اگر وزن معیارها برای اداره آبخیزداری یکسان نباشد، به دلیل امکان عملیاتی کردن سناریوهای مختلف در دو روش topsis و vikor، پیشنهاد می شود از این روش ها در مقایسه با روش مرسوم آبخیزداری استفاده شود. چرا که در روش مرسوم با تغییر کارشناس ممکن است نتایج متفاوتی حاصل گردد. پیشنهاد می شود به زیرحوزه A1 و A7 جهت اجرای عملیات اولویت داده شود. همچنین به دلیل اینکه نتایج روش سنتی با سناریوی ۱۱ و ۱۲ زیاد انطباق نداشت می توان این نکته را استنتاج نمود که کارشناس در روش مرسوم وزن های مربوط به دبی پیک ۲۵ ساله و آورد سالانه را متعادل لحاظ نموده است. در کل می توان نتیجه گرفت که هر دو روش topsis و vikor با شرط یکسان گرفتن تمامی معیارها با تعیین دو زیرحوزه مشکل دار اول نتایج یکسانی را ارائه می دهند

منابع

- خلقی، مجید. ۱۳۸۱. کاربرد روش MCDM در اولویت بندی زیرحوزه ها به منظور کنترل سازه ای سیلاب. مجله منابع طبیعی ایران. ۴۷۹-۴۹۰: (۴)۵۵.
- شیدائی، گودرز. ۱۳۵۰. بررسی هایی مراتع و گیاهان علوفه ای ایران، سازمان جنگل ها و مراتع کشور، دفتر فنی مرتع، صفحه ۱۸۲.
- علوی، ایرج، اکبری، افشین، عطایی، محمد و کیادلیریادی. ۱۳۹۰. مقایسه روش های TOPSIS فازی و AHP فازی برای انتخاب و کاشت گونه های بومی (منطقه معدنی مس سرچشمه). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال دوم، شماره سوم، ۵۶-۴۵.
- Bari, F., M.K. Wood, and L.Murry. ۱۹۹۵. Livestock grazing impacts on interrill erosion on Pakistan. J, Range Management. ۴۸:۲۵۱-۲۵۷.
- Chang, Chia-Ling & Chung-Hsin Hsu. ۲۰۰۹. Multi-criteria analysis via the VIKOR method for prioritizing land-use restraint strategies in the Tseng-Wen reservoir watershed. Journal of Environmental Management ۹۰ (۲۰۰۹) ۳۲۲۶-۳۲۳۰.
- Kassas, M, ۱۹۸۳. The global biosphere: conservation for survival. Mazingira, ۷(۲): ۱۳-۲.



- Kaya, Tolga & Kahraman, Cengiz. ۲۰۱۱. Fuzzy multiple criteria forestry decision making based on an integrated VIKOR and AHP approach. Expert Systems with Applications ۳۸ (۲۰۱۱) ۷۳۲۶-۷۳۳۳.
- Kholghi, M., ۲۰۰۲. Multicriterion decision making tools for wastewater planning management. To be published in volume ۳, Journal of Agricultural Sciences and Technology (۲۰۰۲).
- Kim, Yeonjoo. Chung, Eun-Sung. Jun, Sang-Mook. Kim, Sang Ug. ۲۰۱۳. Prioritizing the best sites for treated wastewater instream use in an urban watershed using fuzzy TOPSIS. Resources, Conservation and Recycling ۷۳ (۲۰۱۳) ۲۳-۳۲.
- Mehri, Azade. Salmanmahiny, Abdolrassoul. Mirkarimi, Seyed Hamed. Rezaei, Hamid Reza. ۲۰۱۴. Use of optimization algorithms to prioritize protected areas in Mazandaran Province of Iran. Journal for Nature Conservation ۲۲ (۲۰۱۴) ۴۶۲-۴۷۰.

Abstract

According to few researches about prioritization of sub-catchments of watersheds in the world and existing of professional intervention in traditional method of watershed management office, this research was carried out to prioritization of sub-catchments via multi-criteria decision making techniques (topsiss and vikor method in ۱۲ scenarios) in Asyabjofeth watershed. Problems was divided to ۵ criteria as soil erosion and deposition, drought, flood, aridity, socio-economic problem. According to results, first scenario (equal weight of sub criteria) of topsiss and vikor methods and traditional method conducted same in recognition of two most and least critical sub catchments and differed together in recognition of sub catchments with moderate critical.



بررسی تاثیر خصوصیات خاک بر تغییرات ویژگی های گرمایی و دما خاک

علی اصغر ذوالفقاری
استادیار دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان

چکیده

فرآیندهای بیولوژیکی از قبیل جذب عناصر غذایی و آب، تجزیه بقایای گیاهی و جوانه زنی دانه ها مستقیماً متأثر از دمای خاک می باشند. ویژگی های گرمایی خاک به دلیل تاثیر بر دمای خاک در علوم خاک، کشاورزی و مهندسی دارای اهمیت قابل توجهی می باشند. خصوصیات گرمایی خاک تابعی از خصوصیات فیزیکی خاک می باشند و با تغییر این ویژگی ها خصوصیات گرمایی خاک نیز تغییر خواهد یافت. لذا هدف از این مطالعه بررسی تاثیر خصوصیات خاک بر هدایت گرمایی، پخشیدگی گرمایی و تغییرات دمای خاک می باشد. در این مطالعه معادله انتقال گرما در خاک با استفاده از روش عددی ضمنی و با الگوریتم تفاضل محدود حل شد. نتایج نشان می دهد که با افزایش رطوبت و چگالی ظاهری خاک هدایت گرمایی خاک افزایش می یابد. نتایج نشان داد که تا یک مقدار افزایش در رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک سبب افزایش در ضریب پخشیدگی گرما در خاک می شود اما با افزایش بیشتر این پارامتر پخشیدگی گرما در خاک کاهش می یابد.

واژه های کلیدی: دمای خاک، پخشیدگی گرمایی، چگالی ظاهری خاک

مقدمه

دمای خاک بر تمامی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیر گذار است. فرآیندهای بیولوژیکی از قبیل جذب عناصر غذایی و آب، تجزیه بقایای گیاهی و جوانه زنی دانه ها مستقیماً متأثر از دمای خاک هستند. خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل میزان رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک، بر ویژگی های گرمایی، انتقال گرما و دمای خاک موثر می باشند. ویژگی های گرمایی خاک به دلیل تاثیر بر دمای خاک در علوم خاک، کشاورزی و مهندسی دارای اهمیت قابل توجهی می باشند (ابو حامد و ریدر ۲۰۰۰). همچنین این ویژگی ها از مهم ترین عوامل کنترل کننده انتشار گرما در خاک محسوب می شوند و برای مدل سازی انتقال گرما در خاک ضروری می باشند (دی وریز ۱۹۶۳). یکی از این ویژگی ها هدایت گرمایی خاک است که بیان کننده اندازه انتقال گرما در خاک است و مقدار آن به عواملی مانند تخلخل، رطوبت و مواد آلی خاک بستگی دارد. ضریب پخشیدگی گرمایی نیز یکی از مهم ترین ویژگی های گرمایی خاک است که چگونگی تغییرات دمای خاک در اثر وجود گرادیان های دمایی در اعماق مختلف را تعیین می نماید. این ویژگی که از نسبت ضریب هدایت گرمایی خاک بر ظرفیت گرمایی آن بدست می آید به عوامل متعددی مانند مقدار رطوبت خاک، چگالی، هوای خاک، مواد آلی و معدنی خاک وابسته می باشد (هیلل ۱۹۸۰). رطوبت خاک را می توان یکی از مهم ترین عوامل موثر بر ضریب پخشیدگی به شمار آورد. توابع انتقالی می توانند یک راه کار مفید برای برآورد ویژگی های گرمایی خاک با استفاده از ویژگی های پایه خاک باشند. اگرچه اغلب توابع انتقالی برای برآورد ویژگی های هیدرولیکی و منحنی رطوبتی ایجاد شده اند اما استفاده از این توابع به این ویژگی ها محدود نمی شود، بلکه برای برآورد خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نیز مورد استفاده قرار گرفته اند (مک برانتی و همکاران ۲۰۰۲). به همین علت معادلات زیادی برای برآورد خصوصیات گرمایی خاک ارائه شده است. به عنوان مثال مکینز (۱۹۸۱) معادله زیر را برای تعیین هدایت گرمایی خاک ($W m^{-1} K^{-1}$) ارائه کرده است.

$$\lambda = a + B\theta - (a - D)\exp[-(c\theta)^4] \quad (1)$$

که رطوبت حجمی خاک ($cm^3 cm^{-3}$) و a ، B ، c و D پارامترهای معادله می باشند که با خصوصیات فیزیکی خاک ارتباط دارند. کمبل (۱۹۸۰) معادلات زیر را برای برآورد پارامترهای معادله (۱) و با استفاده از خصوصیات خاک ارائه کرده است.

$$D = 0.03 + 0.1 \quad (2)$$

$$B = 1.06BD^{\theta} \quad (3)$$

$$c = 1 + 2.6clay^{-0.5} \quad (4)$$

$$a = 0.65 - 0.78BD + 0.6BD^2 \quad (5)$$

BD چگالی خاک ($g cm^{-3}$) و $clay$ مقدار رس خاک ($g g^{-1}$) می باشد. پخشیدگی گرمایی در خاک یکی دیگر از خصوصیات خاک می باشد که از حاصل تقسیم هدایت گرمایی خاک بر ظرفیت گرمایی خاک و با استفاده از معادله زیر محاسبه می شود.

$$Dt = \frac{\lambda}{c_v} \quad (6)$$

Dt پخشیدگی گرما در خاک ($m^2 S^{-1}$) و c_v ظرفیت گرمایی خاک می باشد. همانطور که مشخص است خصوصیات گرمایی خاک تابعی از خصوصیات فیزیکی خاک می باشند و با تغییر این ویژگی ها خصوصیات گرمایی خاک نیز تغییر خواهد یافت. لذا هدف از این مطالعه بررسی تاثیر خصوصیات خاک بر هدایت گرمایی، پخشیدگی گرمایی و تغییرات دمای خاک می باشد. همچنین بررسی تغییرات ساعتی دما در اعماق مختلف خاک از دیگر اهداف این مطالعه می باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه خصوصیات گرمایی خاک با استفاده از معادلات (۱) تا (۶) تعیین شد. با در نظر گرفتن قانون بقای انرژی و ادغام آن با معادلات پیوستگی جریان معادله زیر را می توان برای توصیف جریان گرما در خاک مورد استفاده قرار داد.

$$-\frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial T}{\partial t} \quad (7)$$

که q نشان دهنده شدت جریان گرما در خاک T دمای خاک، z عمق خاک و t نشان دهنده زمان می باشد. شدت جریان گرما در خاک را می توان با استفاده از معادله زیر تعیین کرد.

$$q = -DCv \frac{\partial T}{\partial z} \quad (8)$$

حل این معادله نشان دهنده تغییرات دما با اعماق مختلف خاک در زمان های متفاوت می باشد
حل عددی معادله انتقال گرما

. در این مطالعه از روش عددی ضمنی و با الگوریتم تفاضل محدود برای حل معادلات (۷) و (۸) در محیط برنامه نویسی متلب استفاده شد.

با جایگزاری معادله (۸) در رابطه (۷) رابطه زیر برای بیان انتقال گرما در خاک بدست می آید.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (9)$$

با استفاده از الگوریتم تفاضل محدود معادله (۹) را می توان به صورت زیر بسط داد.

$$T_i^{j+1} - T_i^j = \frac{\lambda}{\Delta z^2} [T_{i+1}^j - 2T_i^j + T_{i-1}^j] \quad (10)$$

اگر توزیع دما در اعماق مختلف خاک در زمان ابتدایی $T(z, t=0)$ و شرایط مرزی معادله مشخص باشد، معادله (۱۰) قابل حل است. در این مطالعه برای حل معادله ۱۰ برنامه کامپیوتری در محیط برنامه نویسی نرم افزار Matlab نوشته شد. در این تحقیق، که محدوده ای از سطح خاک تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری مورد بررسی قرار گرفت، فواصل گره ها از هم ۲ سانتیمتر (z) در نظر گرفته شد. همچنین شبیه سازی جریان گرما در خاک برای زمان ۱۲۰ ساعت در نظر گرفته شد و فاصله زمانی بین شبیه سازی ها برابر با ۱ ساعت در نظر گرفته شد. سپس تاثیر خصوصیات فیزیکی خاک (یعنی رطوبت و چگالی خاک) بر خصوصیات گرمایی (پخشیدگی و هدایت گرمایی) و دمای عمق ۱۰ سانتیمتری خاک مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه دمای اولیه خاک برای حل عددی معادله برابر با ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد. همچنین فرض شد که دما در عمق ۱ متری از سطح خاک ثابت و برابر با متوسط دمای مورد بررسی می باشد. همچنین فرض شد که یک تابع سینوسی برای توصیف دما سطح خاک در زمان های متفاوت صادق می باشد. شکل کلی شرایط مرزی سطح خاک به صورت معادله زیر است.

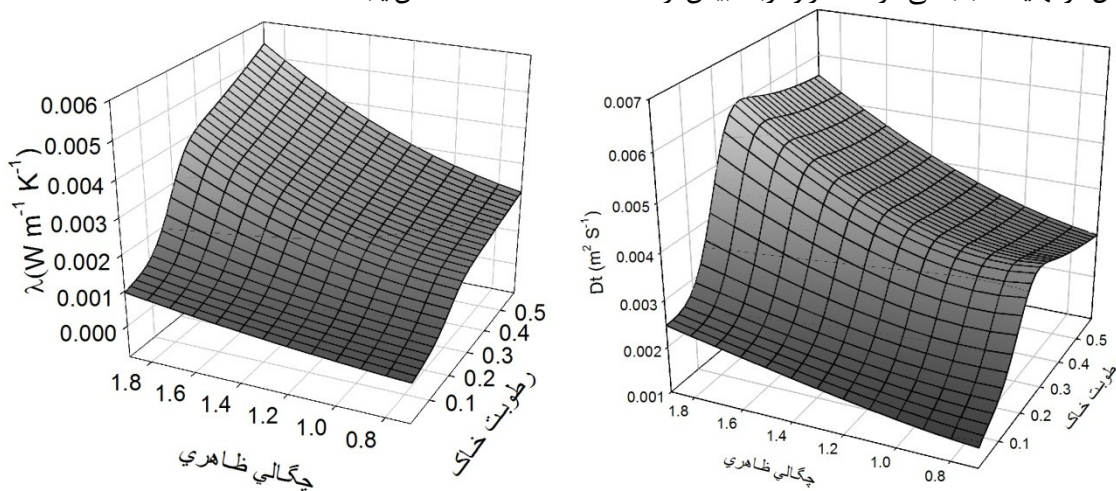
$$T(0, j) = T_{av} + A \sin\left(\frac{2\pi}{24} t(j)\right) \quad (11)$$

که $T(0, j)$ نشان دهنده دما در سطح خاک در زمان z ام، A فاصله بین ماکزیمم و مینیمم دما و $t(j)$ نشان دهنده زمان z ام می باشد. مقدار ماکزیمم و مینیمم دما برای انجام شبیه سازی به ترتیب برابر با ۲۵ و ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

شکل ۱ تاثیر تغییرات همزمان چگالی ظاهری و رطوبت خاک را بر هدایت و پخشیدگی گرمایی نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که با افزایش رطوبت و وزن مخصوص ظاهری، هدایت گرمایی خاک افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان می دهد که تاثیر جرم مخصوص خاک بر هدایت گرمایی خاک بیش از تاثیر رطوبت خاک بر روی این ویژگی می باشد. نتایج نشان داد که تا یک مقدار معین افزایش در رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک سبب افزایش در ضریب پخشیدگی گرما می شود اما با افزایش بیشتر این پارامترها پخشیدگی گرما در خاک کاهش می یابد اگرچه تاثیر چگالی بر روی Dt همواره مثبت می باشد. علت کاهش در Dt را می توان در معادله ۶ جستجو کرد این معادله نشان می دهد که با افزایش BD و رطوبت هدایت گرمایی همواره افزایش می یابد (صورت

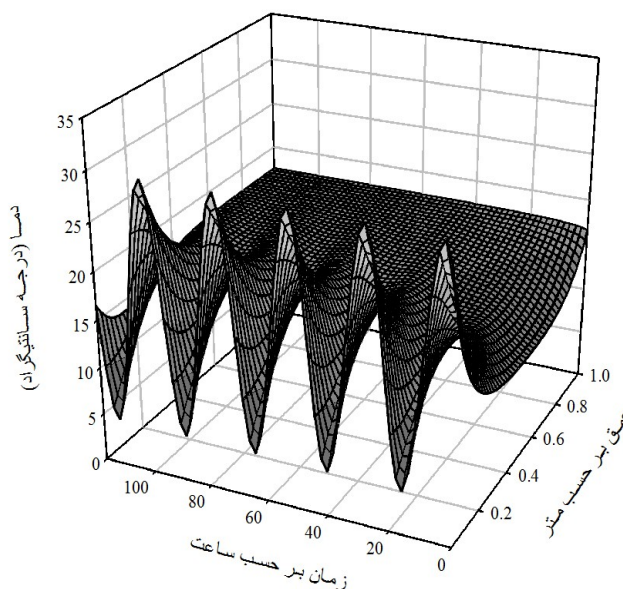
کسر همواره افزایش می‌یابد) اما افزایش رطوبت سبب افزایش ظرفیت گرمایی خاک (مخرج کسر) نیز می‌شود، بنابراین برآیند این دو عامل در نهایت سبب می‌شود که در رطوبت بیش از $3/0$ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)، Dt کاهش یابد.



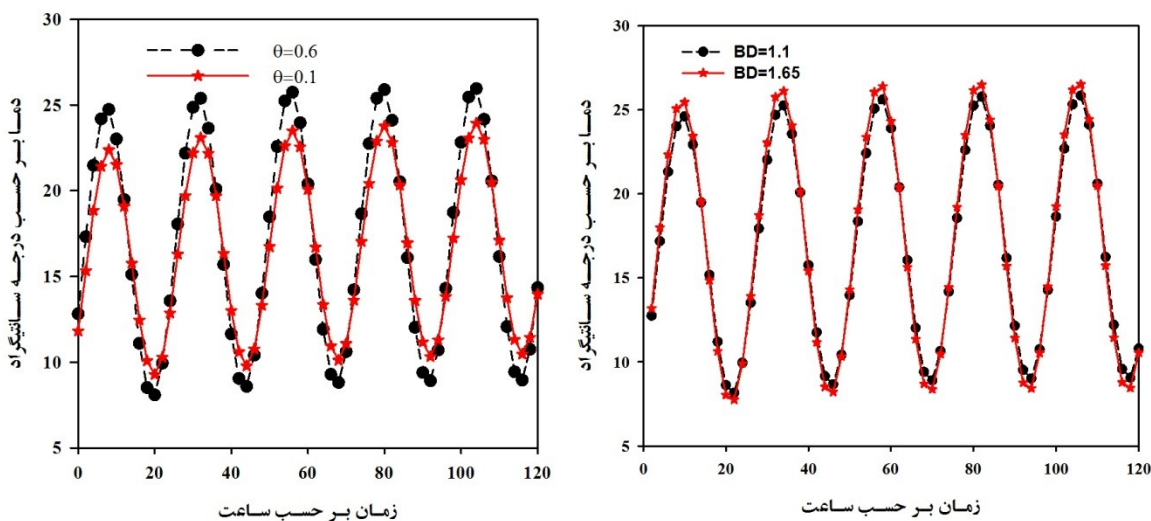
شکل ۱- تاثیر تغییرات همزمان چگالی ظاهری و رطوبت خاک بر هدایت و پخشیدگی گرمایی خاک

شکل (۲) تغییرات دمای اعماق مختلف خاک را در زمان‌های متفاوت نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که در اعماق نزدیک به سطح خاک تغییرات دما از توابع سینوسی تبعیت می‌کند. اما با افزایش عمق با گذشت زمان دما ثابت و برابر با متوسط دمای مورد استفاده در شبیه‌سازی می‌شود. به عنوان مثال این نمودار نشان می‌دهد که در عمق ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتری دامنه نوسان منحنی‌های تغییرات روزانه دما به صفر نزدیک می‌شود به عبارت دیگر این نتایج نشان می‌دهد که دما در طول شبانه روز در عمق ۵۰ سانتیمتری ثابت خواهد شد.

شکل (۳) تاثیر چگالی و رطوبت خاک بر تغییرات دما در عمق ۱۰ سانتیمتری از سطح خاک را نشان می‌دهد. برای شبیه‌سازی مذکور در ابتدا فرض شد که BD یک مقدار ثابت بود و در دو مقدار رطوبت $1/0$ و $6/0$ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) برنامه اجرا و تغییرات دما با زمان ترسیم شد. نتایج این شبیه‌سازی نشان داد که با افزایش رطوبت دما در یک زمان معین و در یک عمق مشخص بیش از زمانی است که رطوبت خاک کمتر باشد. همچنین نتایج نشان داد که دامنه تغییرات در طول شبانه روز با افزایش رطوبت بیشتر خواهد شد. به نظر می‌رسد که افزایش رطوبت سبب افزایش هدایت گرمایی خاک شده و این عامل سبب انتقال گرما به اعماق پایین‌تر خاک می‌شود. نتایج تاثیر تغییرات چگالی ظاهری خاک بر دمای عمق ۱۰ سانتیمتری خاک در زمان‌های مختلف نشان داد که این خصوصیت تاثیر کمتری به نسبت رطوبت بر دمای عمق ۱۰ سانتیمتری خاک دارد. به طوری که منحنی‌های تغییرات روزانه دما در این عمق در BD ‌های متفاوت تقریباً بر یکدیگر منطبق هستند.



شکل ۲- تغییرات دما در اعماق مختلف خاک و در زمان‌های مختلف



شکل ۳- تاثیر چگالی و رطوبت خاک بر تغییرات دما در عمق ۱۰ سانتیمتری از سطح خاک

منابع

- Abu-Hamdeh N. H., and Reeder, R. C. ۲۰۰۰. Soil thermal conductivity: effects of density, moisture, salt concentration, and organic matter. *Soil Science Society of America Journal*, ۶۴: ۱۲۸۵-۱۲۹۰.
- Campbell G.S. ۱۹۸۵. *Soil physics with basic transport models for soil-plant systems*. Elsevier.
- De Vries D. A. ۱۹۶۳. Thermal properties of soils. In: *Physics of Plant Environment* (Van WijkWR, ed), p ۲۱۰-۲۳۵. North-Holland, Amsterdam.
- McInnes KJ (۱۹۸۱) Thermal conductivities of soils from dry land wheat regions of Eastern Washington. M.S. Thesis, Washington State University, Pullman



Hillel D. ۱۹۸۰. Fundamental of soil physics: Academic Press, INC. P ۲۸۷-۳۱۷. USA.

Abstract

Biological processes such as the uptake of nutrients and water by roots, the decomposition of organic matter by microbes and the germination of seeds are strongly affected by soil temperature. Soil thermal properties have effected on soil temperature for this reason they are so important. Soil thermal properties are function of soil physical properties. The subject of current study is to investigate the effect of soil thermal properties on soil temperature. Results showed that with increasing soil water content and soil bulk density, the thermal conductivity increase. Result showed with increasing soil water content and soil bulk density up to a critical value soil thermal diffusivity increase but after this value the soil thermal diffusivity decreased.

اثرات جنگل تراشی و شیب بر حدود آتربرگ در برخی از جنگل‌های غرب گیلان

سحر اسماعیل نیا^۱، حسن رمضان پور^۲، مهدی نوروزی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۳- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده

حدود آتربرگ شاخص‌های رطوبتی از خاک می‌باشند که قوام خاک را در حالت‌های مختلف رطوبتی نشان می‌دهند. به منظور مطالعه اثر جنگل تراشی و شیب بر حدود آتربرگ در جنگل‌های غرب گیلان، سه فاکتور کاربری اراضی (جنگل طبیعی و جنگل تخریب شده)، موقعیت شیب (اواسط شانه شیب و انتهای شانه شیب) و دو عمق (عمق سطحی و زیر سطحی)، نمونه خاک مرکب انتخاب شدند. نتایج نشان داد جنگل تراشی تنها روی مقدار کربن آلی خاک معنی دار است. موقعیت شیب بر حدود آتربرگ (بجز حد روانی)، رس و کربن آلی معنی دار شده است. این می‌تواند نتیجه گرفته شود که مقدار رس و کربن آلی دو فاکتور مهم کنترل کننده حدود آتربرگ خاک در جنگل‌های غرب گیلان است.

واژه‌های کلیدی: حد روانی، حد خمیری، رس، شاخص خمیری

مقدمه

از خصوصیات رطوبتی خاک که با استحکام و مقاومت خاک در مقابل فرسایش ارتباط دارد، حدود آتربرگ خاک می‌باشد (برزگر ۱۳۸۳). حد خمیری، حد روانی و شاخص خمیری می‌تواند پایداری خاکدانه‌ها را در برابر پراکنش و نیز مقاومت خاک در برابر جریان یافتن را نشان دهد (Ramezanzpour et al., ۲۰۱۰). حدود آتربرگ کاربرد زیادی در برآورد شاخص‌های مهندسی، نظیر مقاومت برشی، تراکم پذیری، آماس پذیری و سطح ویژه دارد. مهم‌ترین شاخص‌های این حدود شامل حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). حد روانی به نوع و میزان رس خاک نیز بستگی دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). خمیری خصوصیتی از خاک است که به توده خاک اجازه می‌دهد سریعاً تغییر شکل یابد، بدون آنکه از هم گسیخته شده یا حجم آن تغییر نماید. بعلاوه این تغییر شکل حالت الاستیک یا ارتجاعی هم نخواهد داشت. این ویژگی بیشتر مختص رس‌ها به ویژه رس‌های مونت‌موریلونایت می‌باشد (رحیمی، ۱۳۸۴). Hajjaji و همکاران (۲۰۱۰) بیان کرده است که بیشترین حد خمیری را خاک‌هایی دارند که کانی غالب آنها اسمکتایت باشد

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثر جنگل تراشی و شیب در جنگل‌های غرب گیلان، بعد از جمع آوری اطلاعات لازم از طریق مطالعات صحرایی، مناطق مناسب که دارای ویژگی‌های لازم (پوشش گیاهی، درجه شیب، جهت شیب و ارتفاع یکسان) بود، شناسایی و نمونه برداری گردید. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند. مقدار کربن آلی خاک به روش والکل و بلک (Nelson and Sommers, ۱۹۹۶) و بافت خاک به روش هیدرومتر (Gee, and Or, ۲۰۰۲).

برای تعیین حد روانی خاک قسمتی از خاک از الک ۰/۴۲۵ میلیمتری گذرانده شد سپس خاک رد شده با مقداری آب مخلوط شده تا آنکه خمیر نرم و یکنواختی حاصل شود. بعد از ۲۴ ساعت مقداری از این خمیر در داخل کاسه برنجی دستگاه کاساگراند قرار داده شده و بعد از انجام آزمایش و به روش سه نقطه‌ای رطوبت حالت حد روانی برای هر خاک تعیین گردید (Mc Bride, ۲۰۰۲)

برای تعیین حد خمیری خاک ۲۰ گرم خاک را از الک ۰/۴۲۵ میلیمتری عبور داده و به آن مقداری آب مقطر اضافه گردید تا به حالت خمیر در آید. سپس یک نمونه ۸ گرمی از خاک را برداشته و به کمک دست فیتیله‌ای به قطر ۳ میلیمتر درست گردید. رطوبت فیتیله با وز کردن آن به حدی کاهش داده شد که فیتیله شروع به خود خرد شدن کرد در این حالت قسمتی از فیتیله را برداشته و بعد از اون خشک کردن درصد جرمی رطوبت حالت حد خمیری محاسبه گردید و در نهایت شاخص خمیری خاک نیز از تفاضل حد روانی از حد خمیری خاک محاسبه شد (Mc Bride, ۲۰۰۲).

نتایج این ویژگی‌های خاک بصورت فاکتوریل ۲×۲×۲ با سه فاکتور (کاربری، موقعیت شیب و عمق خاک) و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام و تجزیه و تحلیل شد. کاربری در دو سطح (الف: جنگل تخریب شده و ب: جنگل طبیعی)، موقعیت شیب در دو سطح (الف: اواسط شانه شیب و ب: انتهای شانه شیب) عمق خاک در دو سطح (الف: عمق سطحی و ب: عمق زیر سطحی) می‌باشد. به منظور تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SAS نسخه ۲۰۰۹ [SAS, ۲۰۰۷] استفاده شد. جهت مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. جهت رسم نمودارها هم از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

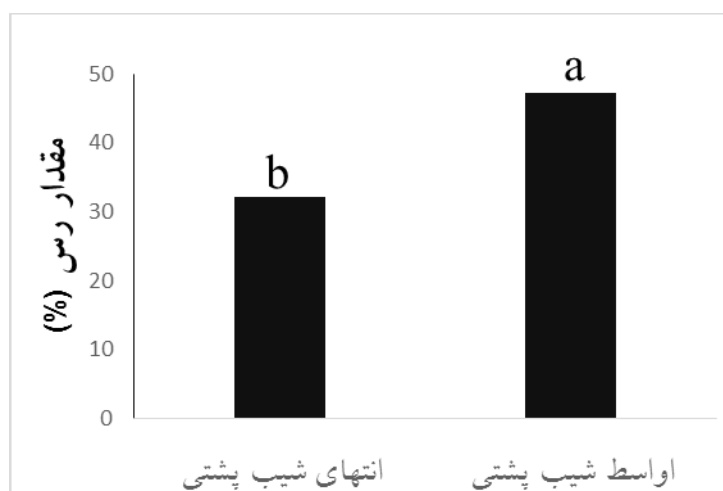
جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد مطالعه بر حدود آتربرگ، مقدار رس و کربن آلی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید اثر جنگل تراشی بر مقدار کربن آلی در سطح پنج درصد معنی دار است و اثرات آن روی حدود آتربرگ از نظر آماری معنی دار نبوده است. تخریب جنگل باعث کاهش معنی دار مقدار کربن آلی شده که با نتایج کیانی و همکاران (۱۳۸۶) تطابق دارد. اثر شیب نیز بر تمامی این ویژگی‌ها (بجز حد روانی) در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر عمق خاک نیز تنها روی مقدار رس (در سطح یک درصد) معنی دار است و روی سایر ویژگی‌ها معنی دار نیست. نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل کاربری اراضی * شیب بر شاخص خمیرایی و مقدار رس معنی دار است. اثر متقابل شیب * عمق روی مقدار پتاسیم در سطح پنج درصد و روی رس و کربن آلی معنی دار است. اثرات متقابل کاربری اراضی * عمق و کاربری اراضی * شیب * عمق روی هیچ یک از ویژگی‌ها معنی دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس اثرات کاربری اراضی، شیب و عمق خاک بر حدود آتربرگ و مقادیر رس و کربن آلی

میانگین مربعات						منابع تغییر
رس	کربن آلی	شاخص خمیرایی	حد خمیرایی	حد روانی	درجه آزادی	
۱۶۸	۱۸/۰*	۵۵/۳	۸۲/۲۳	۹۷/۸	۱	جنگل تراشی
۱۳۷۳**	۶/۷**	۴۲۲**	۵۹۷**	۱/۱۵	۱	شیب
۱۰۰۷**	۰۳/۰	۳۸	۷/۸۹	۹/۱۰	۱	عمق
۲۷۷*	۰۱/۰	۳۳۲**	۱۰۶	۷/۶۲	۱	کاربری اراضی * شیب
۵۹/۴	۰۰۱/۰	۱۲۵	۳۳	۳/۲۹	۱	کاربری اراضی * عمق
۴۰۴*	۱۳/۰*	۱/۶	۳/۱۷	۹/۴۳	۱	شیب * عمق
۶/۴۹	۰۱/۰	۹۸	۱۲۷	۸۴/۱	۱	کاربری اراضی * شیب * عمق
۱۹/۱۷	۰۳/۰	۱/۲۱	۱۴/۵۵	۱۶/۲۰	۱۶	اشتباه آزمایشی
۱۸	۵/۱۲	۱۸/۱۱	۱۴/۲۰	۴/۸		ضریب تغییرات (%)

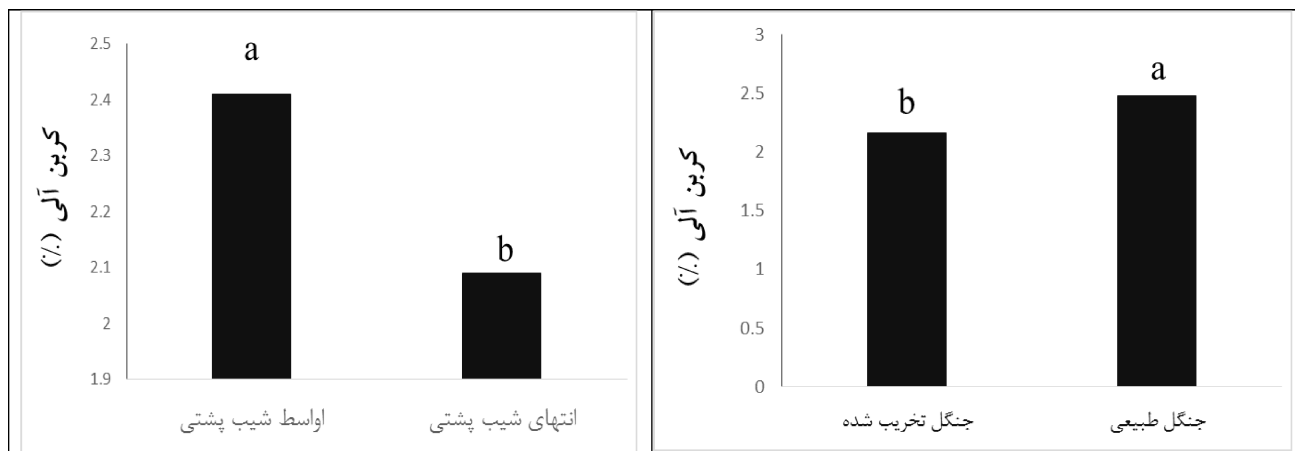
اعداد داخل ستون‌ها میانگین مربعات است. * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰۵/۰ و ۰۱/۰.

نتایج مقایسه میانگین اثر موقعیت شیب بر مقدار رس نشان داد که بیشترین مقدار رس در اواسط شیب پستی مشاهده شد که اختلاف معنی داری با انتهای شیب پستی دارد (شکل ۱).



شکل ۱ - اثرات موقعیت شیب خاک بر تغییرات مقدار رس

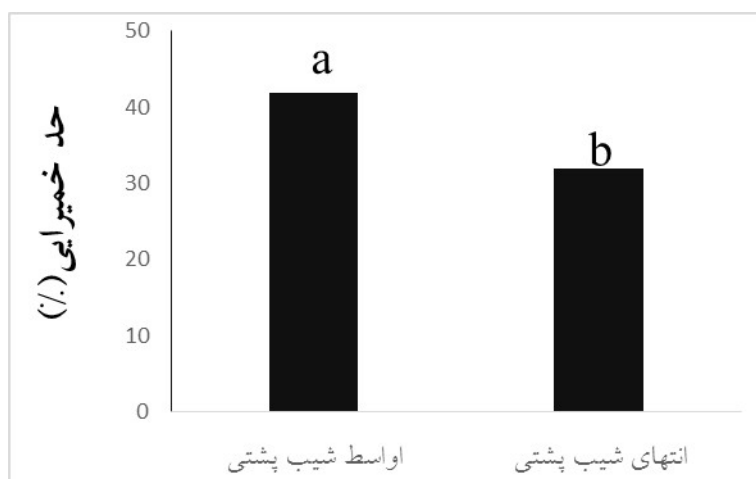
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که جنگل تراشی مقدار کربن آلی خاک را کاهش داده است. همچنین مقدار کربن آلی در اواسط شیب پستی بیشتر از قسمت ابتدایی آن است (شکل ۲).



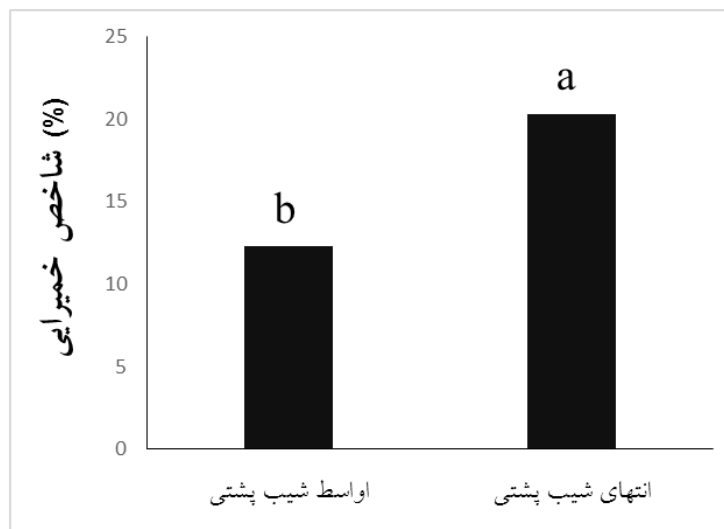
شکل ۲- الف- اثرات جنگل‌تراشی و ب- موقعیت شیب خاک بر تغییرات مقدار کربن آلی

همان گونه که در جدول آنالیز واریانس نشان داد اثرات شیب تنها روی مقادیر حد خمیرایی و شاخص خمیرایی معنی دار بوده و اثرات آن‌ها روی حد روانی از نظر آماری معنی دار نبوده است (جدول ۱). از آنجایی که اثرات جنگل‌تراشی با وجود معنی داری تغییرات زیادی روی مقدار کربن آلی خاک نداشت و جنگل‌تراشی اثرات معنی داری روی مقدار رس نداشت بنابراین نقش این عامل در شاخص‌های خمیرایی مشهود نبوده است.

تغییرات حد خمیرایی نشان داد که اواسط شیب پشته به طور معنی داری از قسمت انتهایی آن بیشتر است (شکل ۳). این وضعیت در مورد شاخص خمیرایی بر عکس است و مقدار آن در انتهای شیب پشته بیشتر از ابتدای آن است (شکل ۴). بیشتر بودن مقدار حد خمیرایی در قسمت ابتدایی شیب پشته به علت مقدار رس است که نقش مهمی در این پارامتر دارد. Rienks و همکاران (۲۰۰۰) اظهار کرده‌اند که خاک‌هایی که شاخص خمیرایی بالایی دارند، بافت آنها بیشتر از نوع رسی و رس غالب آنها از نوع رس اسمکتنایت میباشد. Ramezanpour و همکاران (۲۰۱۰) نیز همبستگی معنی داری بین حدود آتربرگ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مشاهده کردند و رابطه مثبت و معنی داری نیز بین حد خمیرایی و مقدار رس در نتایج آن‌ها گزارش شد. البته بالا بودن مقدار کربن آلی نیز در این امر مهم می باشد. به علت عدم تغییرات معنی دار در حد روانی و بالاتر بودن حد خمیرایی در قسمت ابتدایی شیب پشته مقدار شاخص خمیرایی در قسمت انتهایی شیب پشته نسبت به قسمت ابتدایی بیشتر است. البته خطای آزمایش بخصوص در اندازه گیری حد روانی نیز نقش مهمی در این نتایج می تواند داشته باشد. احمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز خطای اندازه گیری را مهمترین علت عدم همبستگی بین حدود آتربرگ و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می داند.



شکل ۳- اثرات موقعیت شیب خاک بر تغییرات حد خمیرایی خاک



شکل ۴- اثرات موقعیت شیب خاک بر تغییرات شاخص خمیرایی خاک

منابع

- احمدی، ع.، طلایی، ا و سکوتی اسکویی، ر. ۱۳۹۳. رابطه بین حدود آتربرگ و ضریب فرسایش بین شیاری در مناطق نیمه خشک استان آذربایجان شرقی. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۲، صفحه‌های ۴۱ تا ۵۱.
- برزگر، ع. ۱۳۸۳. مبانی فیزیک خاک. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- رحیمی ح، ۱۳۸۴. مکانیک خاک. چاپ اول، انتشارات دانش و فن.
- کیانی، ف.، ا. جلالیان، ع. پاشایی و ح. خادمی. ۱۳۸۶. نقش جنگل تراشی، قرق و تخریب مراتع بر شاخص‌های کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان. مجله علوم آب و خاک - علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۱، ص ۴۵۳ تا ۴۶۴.
- Gee, G.W., and Or D. ۲۰۰۲. Particle-size analysis. In: Dane, J. H. and Topp, G. C. (Eds.), Methods of soil analysis, Part ۴- Physical methods. Agronomy Monograph, vol. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI, pp ۲۵۵-۲۹۳.
- Hajjaji, W., Hachani, M., Moussi, B., Jeridi, K., Medhioub, M., Lopez, F., Galindo, A., Rocha, Labrincha, J.A. and Jamoussi, F. ۲۰۱۰. Mineralogy and plasticity in clay sediments from north-east Tunisia. Journal African Earth Sciences ۵۷: ۴۱-۴۶.
- Mc Bride, R.A. ۲۰۰۲. Atterberg limits. In: Dane, J. H and G.C. Topp (eds.), Methods of soil analysis, Part ۴- Physical methods. Agronomy Monograph, vol. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. ۳۸۹-۳۹۸.
- Nelson, D. W., and Sommers, L. E., ۱۹۹۶. Total carbone, organic carbone, and organic matter. In: Sparks, D. L., (Eds.), Methods of soil analysis, Part ۳- chemical methods. Agronomy Monograph, vol. ۹. ASA and SSSA, Madison, WI, pp ۹۶۱-۱۰۱۰.
- Ramazanpour, H., Esmailnejad, L. and Akbarzade, A. ۲۰۱۰. Influence of soil physical and mineralogical properties on erosion variations in Marlylands of Southern Guilan Province, Iran. International Journal of Physical Science ۵: ۳۶۵-۳۷۶.
- Rienks, S.M., Botha, G.A. and Hughes J.C. ۲۰۰۰. Some physical and chemical properties of sediments exposed in a gully (donga) in northern KwaZulu-Natal, South Africa and their relationship to the erodibility of the colluvial layers. Catena ۳۹: ۱۱-۳۱.
- SAS Institute, ۲۰۰۷. SAS/STAT User's Guide. In: Version ۹.۲., SAS Institute Cary, NC.

Abstract

Atterberg limits are indicators of soil moisture that show consistency of soil at various states. In order to study the effect of deforestation and slope position on Atterberg limits in forests of west of Guilan, three factor such as land use (natural and degraded forests), slope position (The beginning of the back slope and the bottom of the back slope)



and depth (surface and subsurface depth) were selected. Results showed that deforestation only significantly decreased organic carbon. Slope position had significant effect on Atterberg limits (except liquid limit), clay and organic carbon. It can be concluded that clay content and organic carbon are the main factors controlling the soil Atterberg limits in in forests of west of Guilan.



تأثیر مدیریت شخم بر هدررفت آب و خاک در دیمزارها

احسان زرین‌آبادی^۱، علی‌رضا واعظی^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

روش‌های مدیریت خاک به نوبه خود بر میزان هدررفت آب و خاک در دیمزارها اثر می‌گذارد. جهت شخم از جمله روش‌های مدیریت خاک است که نقش مهم در هدررفت آب و خاک در کشتزارها دارد. این مطالعه به منظور بررسی تأثیر روش شخم بر هدررفت خاک در کشتزار دیم در شمال غربی ایران انجام گرفت. به این منظور تولید روان آب و فرسایش خاک در چهار کشتزار دیم با درجات مختلف شیب در کرت‌هایی شامل شخم موازی با شیب و شخم عمود بر شیب ابعاد ۳ متر در ۱۰ متر مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین کرت‌های شخم خورده در جهت عمود بر شیب و موازی با شیب از نظر تولید روان آب ($0.01/0 < p$) و هدررفت خاک ($0.01/0 < p$) وجود داشت. مقدار تولید روان آب و هدررفت خاک در شخم موازی شیب نسبت به شخم عمود به ترتیب ۵/۵ و ۳۵ برابر بزرگ‌تر بود.

واژگان کلیدی: باران طبیعی، جهت شخم، خطوط تراز، کرت آزمایشی

مقدمه

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی محسوب می‌گردد و ادامه حیات جوامع انسانی مستلزم وجود آن می‌باشد (Semgalawe and Folmer, 2000). خاک به عنوان جزئی از طبیعت، هم‌دارای تغییرپذیری ذاتی است که در نتیجه برهم‌کنش عوامل تشکیل‌دهنده آن است و هم‌دارای تغییرپذیری غیرذاتی می‌باشد که حاصل مدیریت کشت و کار، استفاده از اراضی و فرسایش است (Vieira and Paz, 2003). فرسایش خاک^{۱۳۶} از مهمترین معضلات زیست‌محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان است که تأثیرات مخربی بر زیست‌بوم‌های طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد. (Sadeghi and Singh, 2005). فرسایش خاک عبارت از جدا شدن ذرات خاک از سطح خاک، انتقال و رسوب‌گذاری آن‌ها در نقطه‌ای دیگر است (Morgan, 2005). وقوع فرسایش خاک در زمین‌های کشاورزی منجر به هدررفت خاک، تخریب ساختمان و کاهش ماده آلی و مواد مغذی می‌باشد. فرسایش آبی یکی از شدیدترین اشکال فرسایش خاک در سطح کره زمین می‌باشد که به علت تأثیرات مخرب، از اهمیت بالایی برخوردار است (Wei et al., 2009). این فرسایش عبارت از جدا شدن ذرات خاک و انتقال آن‌ها توسط باران، رواناب، ذوب برف و آبیاری است. این پدیده تحت تأثیر عوامل اقلیمی، فرسایش‌پذیری خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی و روش‌های مدیریت قرار دارد (Blanco and Lal, 2008).

یکی از مهمترین عوامل مؤثر در افزایش جداسازی ذرات خاک و انتقال آن‌ها، شیب می‌باشد (Zhang and Hosoyamada, 1996). میزان وقوع فرسایش در شیب‌ها تحت تأثیر پوشش گیاهی (Vegetation cover) و کاربری زمین (Land use) قرار می‌گیرد. در کنار عامل شیب زمین، فرسایش خاک در زمین‌های شیب‌دار تحت تأثیر روش مدیریت خاک نیز قرار می‌گیرد (رفاهی، ۱۳۸۸). یکی از روش‌های مدیریت خاک، خاک‌ورزی (Tillage) می‌باشد. خاک‌ورزی عبارت از عملیات مکانیکی است که به منظور آماده‌سازی زمین برای کاشت انجام می‌شود. شخم روشی از خاک‌ورزی است که باعث ایجاد تغییرات فیزیکی در خاک می‌گردد (Morgan, 2005). جابه‌جایی ذرات خاک در اراضی شیب‌دار تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله جهت شخم، ویژگی‌های خاک و میزان رطوبت خاک قرار دارد. معمولاً به علت سهولت انجام عملیات و کوچک بودن عرض قطعات زمین، شخم در جهت شیب زمین انجام می‌شود (رفاهی و همکاران، ۱۳۷۸). فرسایش ناشی از خاک‌ورزی سهم عمده‌ای از فرسایش خاک در اراضی شیب‌دار را به خود اختصاص داده است. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی^{۱۳۷} اغلب باعث کاهش فرسایش و افزایش مقدار آب قابل استفاده گیاه می‌شود با این حال کاربرد دراز مدت این روش‌ها، ممکن است آثار نامطلوبی مانند تراکم بر خاک داشته باشد (Gajri et al., 2002). از سوی دیگر اجرای این روش‌ها نیازمند بهره‌مندی از دستگاه‌های ویژه خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد. شخم روی خطوط تراز و به طور کلی شخم عمود بر شیب به عنوان روش ساده و کم‌هزینه برای مهار فرسایش خاک در زمین‌های شیب‌دار است. اطلاعات دقیق در مورد آثار این اقدامات بشری به‌ویژه در کشتزارهای دیم نواحی نیمه خشک وجود ندارد. از آن‌جا که اغلب دیمزارهای گندم در کشور در نواحی نیمه خشک قرار گرفته‌اند، شناخت پیامدهای اجرای شخم موازی با شیب می‌تواند در ارزیابی پیشنهاد‌های مدیریتی برای کاهش روان آب و هدررفت خاک مفید واقع شود.

^{۱۳۶} Soil erosion

^{۱۳۷} Conservation tillage



مواد و روش‌ها

این پژوهش در اراضی مرتعی در منطقه‌ای به مساحت ۴ کیلومتر مربع بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه ۲۷ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی در زنگان طی سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت. به منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین و جهت شخم در شیب‌های مختلف بر فرسایش خاک، چهار دامنه یکنواخت با درجات مختلف شیب شامل ۶/۱۲، ۳۷/۱۵، ۱۷ و ۴/۱۹ درصد که امکان استقرار کرت‌های فرسایشی در آن‌ها فراهم بود، انتخاب شدند. در طول هر دامنه، ۲ کرت به کشت گندم دیم در جهت عمود بر شیب و ۲ کرت به کشت گندم دیم در جهت موازی شیب احداث شدند. در این راستا چهار کرت به ابعاد ۳ متر در ۱۰ متر در راستای هر شیب ایجاد گردید. کرت‌های زراعی به وسیله دستگاه گاواهن تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در دو جهت موازی و عمود بر شیب در اوایل مهر سال ۱۳۹۲ شخم زده شد. پس از هر رخداد بارندگی، روان آب و رسوب در مخازن پایین دست کرت‌ها جمع‌آوری و مقدار آن‌ها تعیین گردید. برای آگاهی از خصوصیات خاک دامنه‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شدند.

نتایج و بحث

میانگین و ضریب تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دامنه‌ها در جدول (۱) آورده شده است. خاک دامنه دارای بافت لوم رس شنی و آهکی با مقدار پایینی ماده آلی بود.

جدول ۱- میانگین و ضریب تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های واقع در هر شیب

شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	سنکریزه (درصد)	جرم مخصوص ظاهری	pH	EC (dS/m)	آهک (درصد)	ماده آلی (درصد)
۷۹/۵۷	۱۹/۲۱	۷۵/۱۹	۲۲/۱۶	۴۶/۱	۷	۳۱/۱	۵۸/۱۰	۱۶/۱
۱۴/۰	۱۷/۰	۲۹/۰	۲۵/۰	۰۸/۰	۰/۱	۳۲/۰	۲۶/۰	۲۳/۰

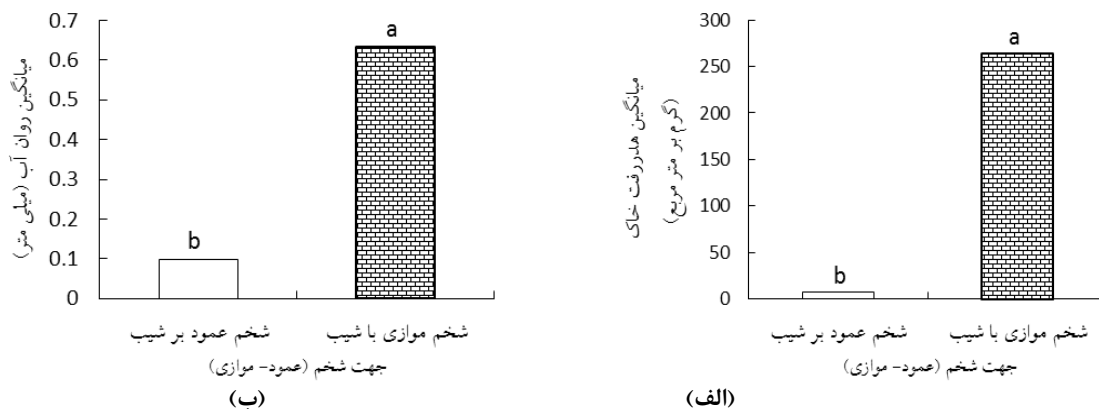
میزان تولید روان آب در کرت‌های تحت شخم در جهت موازی با شیب و در جهت عمود بر شیب به ترتیب برابر ۶۳/۰ و ۱/۰ میلی‌متر و هدررفت خاک در آن‌ها به ترتیب ۰۶/۴۴ و ۲۱/۱ گرم بر مترمربع بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات روان آب و هدررفت خاک هر دو تحت تأثیر جهت شخم (شخم در جهت عمود بر شیب و شخم موازی با شیب) قرار گرفت ($p < 0.1$) (جدول ۲).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس تغییرات روان آب و هدررفت خاک تحت تأثیر جهت شخم به روش غیرپارامتری

منابع تغییرات	روان آب	هدررفت خاک
سطح معنی داری	سطح معنی داری	سطح معنی داری
۰۰۰/۰	۱۸۳/۴۹	۰۰۰/۰
جهت شخم	Chi square	Chi square
	۰۰۰/۰	۵۳۹/۴۵

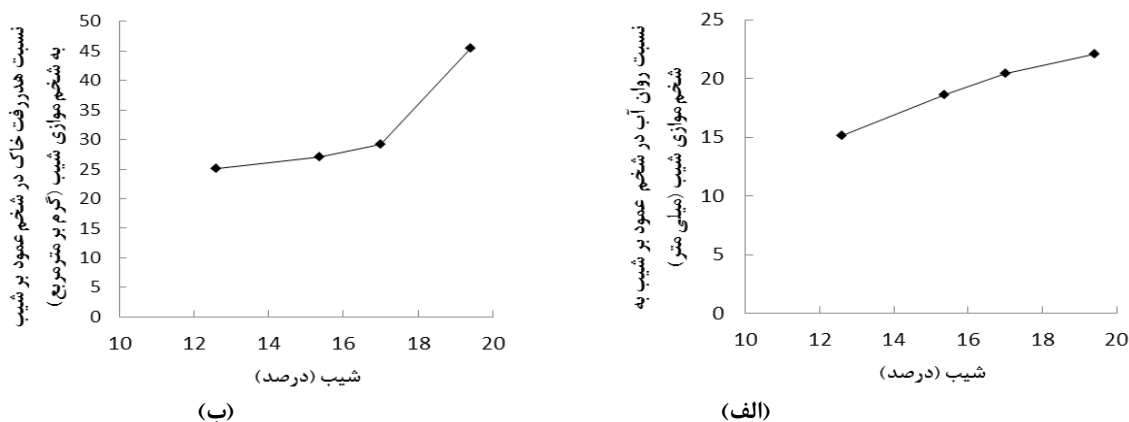
مقدار تولید روان آب و هدررفت خاک در شخم موازی با شیب نسبت به شخم عمود بر شیب به ترتیب ۵/۵ و ۳۵ برابر بزرگ‌تر بود (شکل ۲). شخم و کشت و کار از طریق تخریب ساختمان خاک باعث افزایش تولید روان آب و هدررفت خاک و کاهش توانایی نگهداری آب خاک می‌گردد. دلیل افزایش مقدار روان آب در کاربری‌های زراعی، فروپاشی ساختمان خاک در اثر برخورد ضربات قطرات باران و بسته شدن خلل و فرج خاک و در نهایت کاهش نفوذپذیری خاک ممکن است باشد. خاک‌ورزی سنتی با شکستن خاک‌دانه‌ها منجر به تبدیل آن‌ها به ذرات منفرد و ریز می‌گردد که این ذرات به فرسایش ناشی از آب حساس هستند (Angers et al., ۱۹۹۳). در شخم عمود بر شیب نسبت به شخم موازی با شیب، کم‌ترین مقدار تولید روان آب و هدررفت خاک اتفاق افتاد که علت آن وجود زمان کافی برای نفوذ آب به خاک و همچنین پایین بودن سرعت جریان سطحی در این روش شخم بود. به‌طور کلی شخم عمود بر شیب با ایجاد ناهمواری‌های سطح خاک نقش مهمی را در کاهش تولید روان آب و هدررفت خاک دارد. این تأثیر در اوایل دوره کاشت (پاییز) بیش‌تر بود اما با گذشت زمان به دلیل تخریب پشته‌ها در اثر رخدادهای بارندگی، ناهمواری سطح خاک کم شده و عملکرد آن‌ها در کاهش روان آب و هدررفت خاک کاهش یافت به‌طوری که عملاً فرسایش خاک در باران‌های بهاره مشاهده شد. این نتیجه با یافته‌های Dalla Rosa و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. آن‌ها با بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی (خاک‌ورزی سنتی، کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) نتیجه گرفتند که کارایی ناهمواری سطح خاک با گذشت زمان کاهش می‌یابد و همچنین بیش‌ترین میزان ناهمواری سطح خاک در کم‌خاک‌ورزی اتفاق می‌افتد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۲- تأثیر جهت شخم بر روان آب (الف) و هدررفت خاک (ب)

تولید روان آب و هدررفت خاک در شخم موازی با شیب نسبت به شخم عمود بر شیب با افزایش درصد شیب افزایش یافت (شکل ۳). با این حال افزایش نسبت تولید روان آب کمتر از افزایش نسبت هدررفت خاک بود. این نتایج بیانگر این مهم می‌باشند که دامنه‌های با شیب بالا نسبت به دامنه‌های با شیب پایین به ایجاد شخم موازی با شیب حساس‌تر هستند. از این رو تغییر جهت شخم که اغلب منجر به تشدید تولید روان آب و رسوب می‌گردد، بیش‌ترین تهدید را به منابع آب و خاک در شیب‌های بالا ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر انجام شخم در جهت عمود بر شیب اگرچه به عنوان روشی حفاظتی محسوب می‌شود کارایی کمتری در شیب‌های بالا دارد.



شکل ۳- تغییرات نسبت روان آب (الف) و هدررفت خاک (ب) در شخم عمود بر شیب نسبت به شخم موازی در شیب‌های مختلف

منابع

- رفاهی، ح.، ۱۳۸۸. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۱۸۶.
- رفاهی، ح.، آزادگان، ب.، شاهوئی، ص. و طباطبائی‌فر، ا.، ۱۳۷۸. تاثیر عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار در حرکت و جابه‌جایی خاک در اراضی زراعی شیب‌دار (روش قطعات فلزی). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳(۱)، ۷۵۱-۷۵۹.
- Angers, D.A., Samson, N. and Legere, A. ۱۹۹۳. Early changes in the water stable aggregation induced by rotation, e.g. tillage in the soil under barley production. *Canadian Journal of Soil Science*, ۷۳: ۵۱-۵۹.
- Blanco, H., and Lal, R., ۲۰۰۸. Principles of soil conservation and management, Springer.
- Dalla Rosa, J., Cooper, M., Darboux, F. and Medeiros, J. C. ۲۰۱۲. Soil roughness evolution in different tillage systems under simulated rainfall using a semivariogram-based index. *Soil and Tillage Research*, ۱۲۴: ۲۲۶-۲۳۲.
- Gajri, P. R., Arora, V. K. and Prihar, S. S. ۲۰۰۲. Tillage for sustainable cropping. Food Products Press.
- Morgan, R. P. C. ۲۰۰۵. Soil erosion and conservation, Third edition, Blackwell Publishing Ltd.



- Sadeghi S. H. R. and Singh J. K. ۲۰۰۵. Development of a Synthetic Sediment Graph using Hydrological Data. *Journal of Agricultural Science and Technology*, ۷: ۶۹-۷۷.
- Semgalawe, Z. M. and Folmer, H. ۲۰۰۰. Household adoption behavior of improved soil conservation: The case of the North Pare and West Usambara Mountains of Tanzania. *Land Use Policy*, ۱۷: ۳۲۱-۳۳۶.
- Vieira, S. R. and Paz Gonzalez, A. ۲۰۰۳. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. *Bragantia Campinas*, ۶۲: ۱۲۷-۱۳۸.
- Wei, W., Chen, L.D. and Fu, B.J. ۲۰۰۹. Effects of rainfall change on water erosion processes in terrestrial ecosystems: a review. *Progress in Physical Geography*, ۳۳ (۳): ۳۰۷-۳۱۸.
- Zhang, K. L. and Hosoyamada, K. ۱۹۹۶. Influence of slope gradient on interrill erosion of Shirasu soil. *Soil Physical Conditions and Plant Growth in Japan* ۷۳: ۳۷-۴۴.

Abstract

Soil management methods can affect on soil and water losses in rain-fed areas. The ploughing direction is one of the management practices which affect on the soil and water losses in arable lands. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of plough method on runoff production and soil loss in a rainfed land in semi-arid region, NW Iran. Surface runoff and soil loss were measured in sixty plots (۳ m \times ۱۰ m in dimensions) which ploughed both up to down slope and on the contour lines. Significant differences were found between the two plough direction in surface runoff ($p < 0.001$) and soil loss ($p < 0.001$). Runoff and soil loss in the plots ploughed up to down slope were ۵.۵ and ۳۵ times bigger than the contour line ploughed plots, respectively.

تأثیر کاربرهای مختلف اراضی بر ساختمان خاک

لیلا غلامی^۱، مسعود داوری^۱، کمال نبی‌اللهی^۲ و حامد جنیدی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه کردستان، ۲- استادیار خاکشناسی دانشگاه کردستان، ۳- استادیار مرتع و آبخیزداری دانشگاه کردستان

چکیده

تغییر کاربری اراضی یکی از دخالت‌های مهم بشر در اکوسیستم‌های طبیعی بوده که منجر به بروز تغییراتی قابل توجه در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. ساختمان خاک به تغییر کاربری اراضی و شیوه‌های مدیریت اراضی بسیار حساس می‌باشد. این در حالی است که ساختمان خاک با اثر بر چرخه کربن و دیگر عناصر غذایی، جریان آب در خاک و ذخیره آن، تهویه، فرسایش و فعالیت بیولوژیکی خاک، در رشد گیاه و تولید بهینه آن تأثیر بسزایی دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر پایداری خاکدانه‌های خاک می‌باشد. بدین منظور در سه کاربری مرتع، جنگل و اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان سه ایستگاه به‌طور تصادفی انتخاب شد. در هر ایستگاه با کاربری معین، از دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نمونه‌هایی دست‌خورده و دست‌نخورده در سه تکرار برداشت شده و در آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که پایداری خاکدانه‌ها در جنگل و اراضی زراعی به‌طور معنی‌داری نسبت به مراتع بیشتر است. جنگل و مرتع به‌ترتیب با ۰۰/۲ و ۳۲/۱ mm دارای بیشترین و کمترین مقدار میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها می‌باشند. همچنین کاربری جنگل دارای بیشترین خاکدانه‌های پایدار در آب در اندازه ۸-۲ میلی‌متر می‌باشند. خاکدانه‌های در اندازه ۲۵/۰-۰۵۳/۰ و کمتر از ۰۵۳/۰ میلی‌متر در کاربری‌های زراعی و مرتع بیشتر از جنگل بوده است. کاهش پایداری خاکدانه‌ها و مواد آلی در اراضی زراعی و مراتع در مقایسه با جنگل، این مناطق را بیشتر مستعد فرسایش آبی می‌کند.
کلمات کلیدی: تغییر کاربری اراضی، پایداری خاکدانه‌ها، خاکدانه درشت، خاکدانه ریز

مقدمه

تغییر کاربری اراضی دست‌نخورده به زمین‌های کشاورزی موجب به‌هم خوردن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به‌ویژه ساختمان خاک می‌گردد. ساختمان خاک که یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و فعال خاک است؛ با اثر بر چرخه کربن و دیگر عناصر غذایی، جریان آب در خاک و ذخیره آن، تهویه، فرسایش و فعالیت بیولوژیکی خاک، در رشد گیاه و تولید بهینه آن تأثیر بسزایی دارد (Diaz-Zorita et al., 2002). ساختمان خاک را می‌توان با شکل یا پایداری آن ارزیابی کرد. پایداری ساختمان خاک شاخص دقیقی برای ارزیابی کیفیت خاک می‌باشد. خاکدانه‌ها بر اساس اندازه به دو گروه اصلی، خاکدانه‌های درشت با قطر بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرون و خاکدانه‌های ریز با قطر کوچک‌تر از ۲۵۰ میکرون تقسیم‌بندی می‌شوند. این واحدهای ساختاری به‌وسیله مکانیسم‌هایی مختلف تشکیل شده و رفتاری متفاوت در مقابل عوامل خارجی همچون باران، آبیاری، تغییر کاربری و عملیات کشت‌وکار از خود نشان می‌دهند (Amezket et al., 2003). کشت‌وکار موجب شکستن خاکدانه‌های درشت و تبدیل آن به خاکدانه‌های ریز می‌شود. شایان ذکر است که قابلیت جابجایی این خاکدانه‌ها با رواناب بیشتر از خاکدانه‌های درشت می‌باشد. برونیک و لال (۲۰۰۵) نشان دادند که خاک‌های با پوشش طبیعی به‌طور قابل توجهی دارای خاکدانه‌هایی درشت‌تر و پایدارتر نسبت به خاک‌های کشت شده می‌باشند. سلیمانی و همکاران (۱۳۸۹)، با بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری جنگل به دلیل کاهش پوشش گیاهی سبب کاهش ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها و به‌تبع آن تخریب ساختمان خاک می‌شود. توزیع اندازه خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها می‌تواند به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر تغییر کاربری قرار گیرد (Beare et al., 1994). بنابراین، در این پژوهش تلاش شد تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر روی پایداری خاکدانه‌ها ارزیابی گردد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش در کاربری‌های مرتع، جنگل و اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان سه ایستگاه به‌طور تصادفی انتخاب شد. این ایستگاه‌ها به‌گونه‌ای گزینش شدند که از نظر رده خاک و مواد مادری تشکیل دهنده آنها با هم اختلافی نداشته باشند. در هر ایستگاه با کاربری معین، از دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نمونه‌هایی دست‌خورده و دست‌نخورده در سه تکرار برداشت شد. بنابراین، با در نظر گرفتن سه کاربری یاد شده در مجموع تعداد ۵۴ نمونه خاک جمع‌آوری گردید. نمونه‌های دست‌خورده خاک هوا خشک شده با عبور از الک ۲ میلی‌متری برای اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمون قرار گرفتند.

در این پژوهش برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها و جداسازی آن‌ها بر اساس اندازه، نمونه‌ها از الک ۸ میلی‌متری عبور داده شدند. سپس ۱۲۰ گرم از آنها به داخل ظرفی منتقل و به رطوبت معادل گنجایش زراعی رسانده شدند. جهت جلوگیری از تخریب ناگهانی



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

خاکدانه‌ها عمل مرطوب کردن نمونه‌ها از زیر انجام شد. سپس، نمونه‌های مرطوب بر روی سری الک‌ها به ترتیب با قطر ۲، ۰/۲۵ و ۰/۰۵۳ میلی‌متر قرار داده شدند (Cambardella and Elliott, ۱۹۹۴). الک کردن نمونه‌ها با دامنه ۳/۱ سانتی‌متر، سرعت ۳۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه درون سطل پر از آب انجام گرفت. پس از پایان الک کردن، الک‌ها به آرامی از داخل سطل بیرون آورده شده و خاکدانه‌های باقی‌مانده روی هر کدام از آن‌ها جمع‌آوری و در دمای کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد آن به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. پس از وزن کردن خاکدانه‌های روی هر الک، درصد شن و سنگریزه با عبور از همان الک محاسبه گردید. سپس خاکدانه‌های پایدار در آب (WSA) بر روی هر الک از رابطه زیر محاسبه شد (Kemper and Rosenau, ۱۹۸۶):

$$WSA_i = \frac{w_{2i} - w_{3i}}{w_1 - \sum_{i=1}^n w_{3i}}$$

که در آن، w_1 جرم خاک خشک مورد آزمایش (گرم)، w_2 جرم خشک هر بخش از خاکدانه روی هر الک (گرم)، w_3 جرم شن باقی‌مانده بر روی هر الک (گرم)، w_c جرم رطوبت نمونه مورد آزمایش (گرم بر گرم) و i نیز شماره الک می‌باشد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) نیز با بهره‌گیری از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Kemper and Rosenau, ۱۹۸۶):

$$MWD = \sum_{i=1}^n X_i WSA_i$$

که در آن، x_i میانگین قطر خاکدانه‌های روی هر الک، WSA_i نسبت وزنی خاکدانه‌های پایدار روی هر الک و n نیز تعداد الک‌ها می‌باشد. برای محاسبه میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) نیز از روش کمپر و روزنا (۱۹۸۶) استفاده شد:

$$GMD = \exp \frac{\sum W_i \log x_i}{\sum W_i}$$

در این رابطه، W_i نسبت هر بخش از خاکدانه‌ها به کل خاک و x_i نیز قطر متوسط کلاس خاکدانه‌ها (میلی‌متر) می‌باشد. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط Excel، برای آنالیز آماری آنها از نرم‌افزار SPSS ۱۸ استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون دانکن و در سطح معنی‌دار ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بنابراین، برای ارزیابی نرمال بودن توزیع داده‌های پایداری خاکدانه‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون نشان داد که داده‌های اندازه‌گیری شده پایداری خاکدانه‌های از توزیع نرمال پیروی می‌کنند (داده‌ها ارائه نشده است). در جدول (۱) نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌های پایداری خاکدانه‌های خاک در سه کاربری مورد مطالعه ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود تغییر کاربری اراضی در سطح ۵ درصد دارای اثری معنی‌دار بر پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین پایداری خاکدانه‌ها در سه کاربری جنگل، مرتع و اراضی زراعی نیز در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس پایداری خاکدانه‌ها خاک در کاربری‌های مختلف اراضی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F مقدار	نتیجه آزمون
بین گروه‌ها	۲	۱۴۸/۰	۰۷۴/۲	۶۷۳/۳	۰۰۰/۰**
درون گروه‌ها	۵۱	۰۲۴/۱	۰۲۰/۰		
کل	۵۳	۱۷۲/۱			

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین پایداری خاکدانه‌ها در کاربری‌های مختلف اراضی

کاربری	WSA			MWD			GMD میلی‌متر
	۸-۲	۲-۲۵/۰	۲۵/۰- ۰۵۳/۰	میلی‌متر	درشت	ریز	
جنگل	۰/۵۶	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۹
اراضی زراعی	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۹
مرتع	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۱۸

حروف مختلف بالای هر عدد بیان‌گر معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد. خاکدانه‌های درشت: مجموع خاکدانه‌های در اندازه ۸-۲۵/۰ میلی‌متر و خاکدانه‌های ریز: مجموع خاکدانه‌های در اندازه ۰/۰۵۳-۰/۲۵ میلی‌متر.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نتایج حاصل از این جدول نشان می‌دهد که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) در کاربری جنگل به‌طور معنی‌داری نسبت به اراضی زراعی و مراتع بیشتر است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود جنگل و مرتع به‌ترتیب با $0.02/0.02$ و $0.02/0.02$ mm دارای بیشترین و کمترین مقدار MWD می‌باشند. کاربری جنگل همچنین دارای بیشترین خاکدانه‌های پایدار در آب در اندازه ۲-۸ میلی‌متر می‌باشد. خاکدانه‌های در اندازه $0.02/0.02$ - $0.05/0.05$ و کمتر از $0.05/0.05$ میلی‌متر در کاربری‌های مراتع و زراعی بیشتر از جنگل بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که نسبت خاکدانه‌های درشت در زمین‌های دارای پوشش جنگلی بیشتر از اراضی زراعی بوده، حال آن‌که در کاربری زراعی مقدار خاکدانه‌های ریز و ذرات هم‌اندازه رس و سیلت بیشتر از جنگل است. برونیک و لال (۲۰۰۵) نشان دادند که خاک‌های با پوشش طبیعی به‌طور قابل توجهی دارای خاکدانه‌های درشت‌تر و پایدارتری نسبت به خاک‌های کشت شده می‌باشند. این موضوع می‌تواند به علت بیشتر بودن توده زنده میکروبی، بقایا و ریشه گیاهان، پلی‌ساکاریدها و مواد هومیکی بیشتر در خاکدانه‌های درشت خاک دست نخورده باشد. بالابان و پلان (۲۰۰۴) نیز دلیل ناپایداری خاکدانه‌های زراعی را کربن آلی کمتر خاک گزارش کرده‌اند. افزایش عملیات خاک‌ورزی با کاهش کربن آلی خاک، سبب کاهش پایداری خاکدانه‌ها شده و پایداری ساختمان خاک را کاهش می‌دهد. بیر و همکاران (۱۹۹۴) بیان کردند که خاکدانه‌های بزرگ حساسیت بالایی به تنش‌های فیزیکی دارند؛ زیرا عامل پیوندی در خاکدانه‌های درشت موقتی بوده و پیوند ضعیفی با بخش معدنی دارند و در اثر عملیات زراعی به راحتی شکسته می‌شوند. دو عامل اساس تشکیل خاکدانه‌ها و پایداری آن‌ها می‌باشد که عبارتند از: ۱- وجود عناصر چسباننده ذرات به یکدیگر مانند مواد آلی و ۲- زمان کافی برای تأثیر این مواد و تشکیل خاکدانه‌ها (حاج عباسی و همکاران ۲۰۰۲). همان‌گونه که در قبل عنوان شد عملیات خاک‌ورزی و تردد ماشین‌آلات کشاورزی با شکستن و خرد کردن خاکدانه‌های بزرگ‌تر سبب می‌شود که ماده آلی به عنوان یکی از مهمترین عوامل پیوندی درون آن‌ها در معرض تجزیه میکروبی و اکسیداسیون هوا قرار گرفته و به‌سهولت از بین برود. شخم مکرر و به هم خوردن خاک هم‌چنین زمان کافی برای تأثیر عوامل خاکدانه‌ساز را در اختیار آنها قرار نمی‌دهد. بنابراین خاکدانه‌های ضعیف‌تر و کوچک‌تری تشکیل شده که دارای فرسایش‌پذیری بیشتری نیز می‌باشند. ایوبی و همکاران (۲۰۱۲)، خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) و چلیک (۲۰۰۵) نیز در نتایج مشابه، کاهش ماده آلی و فعالیت میکروبی، از بین رفتن پوشش گیاهی دایمی منطقه و شبکه قوی ریشه‌ای آن‌ها، افزایش مقدار سیلت و فرسایش‌پذیری بیشتر خاک را از دیگر دلایل کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بیان کردند. در نتیجه چرای دام در مراتع مورد مطالعه، پوشش گیاهی کاهش یافته و ریشه‌های قوی گیاهان مرتعی که از مکان‌های تجمع و تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر محسوب می‌شوند از بین می‌روند. از سویی دیگر ورود دام به منطقه موجب فشردگی خاک و تخریب ساختمان خاک گشته، در نتیجه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و میانگین هندسی آنها کاهش می‌یابد. بررسی‌های لی و همکاران (۲۰۰۴) نیز با این نتایج سازگاری دارد.

در جدول (۳) همچنین تغییرات شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بر اساس عمق در کاربری‌ها مختلف ارائه شده است.

جدول ۳: تغییرات شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در دو عمق کاربری‌های مختلف

مرتع	اراضی زراعی	جنگل	عمق (سانتی‌متر)
$3559/1^a$	$4644/1^a$	$0747/2^a$	۱۵-۰
$2868/1^a$	$4103/1^a$	$9333/1^b$	۳۰-۱۵

همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری جنگل با افزایش عمق کاهش معنی‌دار داشته است. این در حالی است که در کاربری‌های زراعی و مراتع تغییری دیده نشده و یا تغییرات مشاهده شده معنی‌دار نیست. گراندی و روبرتسون (۲۰۰۶) نیز مشاهده کردند که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با افزایش عمق کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی سبب تغییر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک، به هم ریختن منافذ طبیعی خاک و از بین بردن پیوستگی آنها، کاهش پایداری خاکدانه و نفوذپذیری خاک و به تبع آن افزایش فرسایش خاک، کاهش حاصلخیزی خاک و ایجاد خصوصیات نامطلوب در خاک می‌شود. این بدین معنی است که تغییر کاربری اراضی با تخریب ساختمان خاک و کاهش پایداری خاکدانه‌های خاک در ارتباط می‌باشد. بنابراین در صورت نیاز به تغییر کاربری اراضی پیشنهاد می‌گردد با جایگزین نمودن روش‌های مرسوم خاک‌ورزی با روش‌های کم‌خاک‌ورزی، از شدت آشفستگی خاک کاسته شود تا موجب حفظ ساختمان خاک گردد.

منابع

- سلیمانی، ک.، آزموده، ع. ۱۳۸۹. بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فرسایش‌پذیری خاک. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۴، صفحه‌های ۱۱۱-۱۲۴.
- Amezketta, E., Arguos, R., Carranza, R. and Urgel, B. ۲۰۰۳. Macro and micro aggregate stability of soils determined by a combination of wet sieving and laser-ray diffraction. Spanish Journal of Agriculture Research, ۴ (۱): ۸۳-۹۴.



- Ayoubi, Sh., Mokhtari Karchegani, P., Mosaddeghi, M.R., and Honarjoo, N. ۲۰۱۲. Soil aggregation and organic carbon as affected by topography and land use change in western Iran. *Soil and Tillage Research*, ۱۲۱: ۱۸-۲۶.
- Balabane, M., and Plante, A.F. ۲۰۰۴. Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation techniques. *European journal of soil science*. ۵۵: ۴۱۵-۴۲۷.
- Beare, M.H., Hendrix, P.F., and Coleman, D.C. ۱۹۹۴. Water stable aggregates and organic matter fractions in conventional tillage and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal*. ۵۸: ۷۷۷-۷۸۶.
- Bronick, G.J., and Lal, R. ۲۰۰۵. Manuring and rotation effect on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils northeastern Ohio, USA. *Soil and Tillage Research*. ۸۱: ۲۳۹-۲۵۲.
- Cambardella, C.A., and Elliott, E.T. ۱۹۹۴. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grass-land soils. *Soil Science Society of America Journal*. ۵۸: ۱۲۳-۱۳۰.
- Celik, I. ۲۰۰۵. Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil and Tillage Research*, ۸۳: ۲۷۰-۲۷۷.
- Diaz-Zorita, M., J. H. Grove and E. Perfect. ۲۰۰۲. Disruptive methods for assessing soil aggregation: a review. *Soil and Tillage Research*. ۶۴: ۳-۲۲.
- Grandy, A.S., and Robertson, G.P. ۲۰۰۶. Aggregation and Organic Matter Protection Following Tillage of a Previously Uncultivated Soil Science Society of America Journal. ۷۰: ۱۳۹۸-۱۴۰۶.
- Hajabbasi, M.A. ۱۹۹۹. Methods and Guidelines For Assessing Sustainable Use of Soil Water Resources in the Tropics. Ferdowsi University of Mashhad Publication. ۲۲۱-۲۲۲.
- Hajabbasi, M., Jalalian, A., and Karimzadeh, H. ۲۰۰۲. Depasturation effect on physical characteristics, fertility, tilth index of soil case study Boroujen. *Agricultural Sciences and Natural Resources*, ۶: ۱۴۹-۱۶۰. (In Persian)
- Karimi, H., Soufi, M., Haghnia, G. and Khorasani, R. ۲۰۰۸. Investigation of aggregate stability and soil erosion potential in some loamy and sandy clay loam soils: case study in Lamerd watershed (south of Fars province). *Journal. Agriculture and Natural Resources*. ۱۴ (۶): ۱۱-۱۹ p (In Persian). *Agriculture and Natural Resources*.
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and size distribution, pp: ۴۲۵-۴۴۲. In: Klute, A., (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part ۱*. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, Sh., Srinivasarao, C., and Wani, S.P. ۲۰۰۹. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess derived soil in Golestan province, Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, ۱۳۴: ۱۷۸-۱۸۹.
- Li, X., Wang, Z., Ma, Q., and Li, F. ۲۰۰۷. Crop cultivation and intensive grazing affect organic C pools and aggregate stability in arid grassland soil. *Soil and Tillage Research*, ۹۵: ۱۷۲-۱۸۱.

Abstract

Land use change is one of the important human interventions in natural ecosystems that have significant effects on soil physical and chemical properties. Soil structure is very sensitive to changes in land use and management practices. The soil structure affects plant growth, carbon and nutrients cycling, water flow, soil water holding capacity, soil aeration, water erosion and soil biological activity. The objective of this study was to investigate the effects of land use changes on the soil structure and aggregates stability. For this propose, three site in three adjacent land use types (pasture, forest and agricultural lands) were randomly selected in region of Baneh, Kurdistan province. Disturbed and undisturbed soil samples were collected from three sites at each of the different land use types from depths of ۰-۱۵ and ۱۵-۳۰ cm. The results showed that the aggregates stability of forest and agricultural lands were significantly greater than in pasture land. The highest and lowest values of MWD were equal to ۲.۰۰ and ۱.۳۲ mm for forest and pasture land, respectively. The highest proportion of water stable aggregates size ۲-۸ mm was found in the forest land. The results also indicated that the proportion of water stable aggregates sizes < ۰.۵۳ and ۰.۵۳-۲.۵ mm under pasture and agricultural lands was higher than of the forest land. The decrease in aggregate stability and soil organic matter of pasture and agricultural land make them more susceptible to water erosion than forest land.

ارزیابی مدل VSM در برآورد عملکرد برنج با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

لیلا صدوقی^۱، مهدی همایی^۲ و علی اکبر نوروزی^۳
 ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات گروه خاکشناسی تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی
 دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳- استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران

چکیده

برای انجام این تحقیق، ابتدا تصاویر ماهواره‌های مودیس و لندست ۸ اخذ گردید. ۲۰ مزرعه به عنوان نمونه انتخاب سپس پارامترهای مدل با استفاده از نقاط نمونه برداری شده، با کمک نرم افزار ArcGIS ۱۰.۱ درون یابی و به کل مزارع منطقه تعمیم داده شد. سپس با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ذکر شده و مدل VSM میزان عملکرد دانه برنج برآورد شد. برای صحت‌سنجی مدل، میزان عملکرد بر روی زمین با میزان عملکرد برآورد شده توسط مدل مقایسه شد ارزیابی نتایج نشان داد که این مدل توانایی مناسبی برای شبیه‌سازی عملکرد برنج دارد. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از مدل مشخص می‌شود که ارتباطی قوی و معنی‌دار بین پارامترهای استفاده شده در مدل و عملکرد محصول وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، عملکرد برنج، مدل VSM

مقدمه

مدل‌های رشد و نمو گیاهان زراعی از ابزارهای بسیار مهم در مطالعه و بررسی سیستم‌های کشاورزی بوده و از آنها می‌توان در پیش‌بینی عملکرد گیاهان در شرایط مختلف به‌خوبی استفاده کرد. با توجه به اینکه دستیابی به روش‌های رفع عوامل محدودکننده عملکرد نیاز به انجام آزمایش‌های زیاد و هزینه‌بر در مناطق مختلف دارد، یافتن راهی برای کاهش تعداد، زمان و هزینه انجام این آزمایش‌ها می‌تواند کمک بسیار مؤثری محسوب شود. امروزه انجام این مهم با شبیه‌سازی فرآیند تولید دانه و با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری مبتنی بر معادلات ریاضی و با در نظر گرفتن متغیرهای بسیار مؤثر بر عملکرد امکان‌پذیر شده است (Amiri et al., ۲۰۱۱). مدل VSM می‌تواند عملکرد دانه و بیوماس را براساس حداکثر شاخص سطح برگ، شاخص برداشت و راندمان استفاده از نور فراهم می‌کند. مطالعات انجام شده بر روی مدل VSM برای پیش‌بینی عملکرد برنج نشان داد مدل برآورد خوبی عملکرد دانه خشک دارد و دقت مدل در در شمال ایران با آب و هوای نیمه مرطوب تأیید شد (Pirmoradian and Sepaskhah, ۲۰۰۶). در پژوهشی با استفاده از تصاویر مادیس و لندست عملکرد محصول برنج در شرایط اقلیمی سرد را با تکیه بر شاخص سطح برگ برآورد کردند. نتایج نشان داد که عملکرد این محصول در شرایط سرد کمی کمتر از شرایط اقلیمی مطلوب می‌باشد (Yingbin et al., ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات محققین در رابطه با مدل‌های پیش‌بینی عملکرد محصول مبتنی بر داده‌های ماهواره در سراسر حوضه سند نشان داد که مدل ماتیس برای گندم، برنج و نیشکر، رضایت‌بخش است و برای پنبه ضعیف گزارش شد (Bastiaanssen and Ali, ۲۰۰۳). نتایج تحقیق بر روی عملکرد برنج با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که بین عملکرد مشاهده شده و عملکرد پیش‌بینی شده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (Wang et al., ۲۰۱۰). این پژوهش با هدف برآورد عملکرد برنج با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و مدل انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نخست تصاویر ماهواره‌های مودیس و لندست ۸ اخذ و مرز منطقه مورد مطالعه رسم شد و با کمک نرم‌افزار Google Earth مرز مزارع تصحیح و اطلاعات ۲۰ مزرعه منتخب بر اساس مشاهدات و اندازه‌گیری‌های انجام شده در منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از نقاط نمونه برداری شده و با کمک نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۱ بازده استفاده از نور بعد از زمان گلدهی (r) با روش IDW درون‌یابی کرده و به همین ترتیب بازده استفاده از نور قبل از زمان گلدهی (v)، میانگین تشعشع ورودی روزانه از زمان کاشت تا زمان گلدهی (r)، میانگین تشعشع ورودی روزانه از زمان گلدهی تا زمان برداشت (v)، شاخص برداشت (HI)، تعداد روز از آغاز افزایش خطی شاخص سطح برگ تا مرحله گلدهی (Tv) و تعداد روز از مرحله گلدهی تا مرحله برداشت (Tr)، نیز درون‌یابی شد ضریب خاموشی نور (K) برای این منطقه ۰.۴۱ در نظر گرفته شده سپس برای داشتن شاخص سطح برگ حداکثر با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست ۸، نمودار شاخص سطح برگ را (از روز ۱۲۱ تا ۲۳۴) رسم کرده و مشاهده شد که شاخص سطح برگ در روز ۱۹۷ به حداکثر مقدار خود رسیده است و با درون‌یابی به کل مزارع منطقه تعمیم داده شد، سپس با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ذکر شده و فرمول زیر میزان عملکرد برنج برآورد شد.

$$Y = 0.85 [1 - \exp(-kL)] (vTv + rTr) HI \quad (1)$$

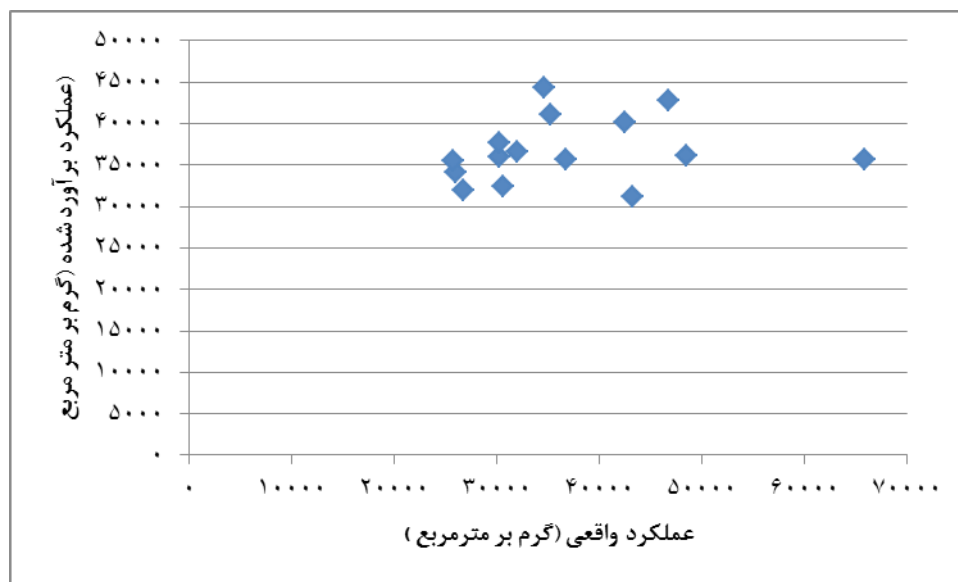
در انتها برای صحت سنجی مدل، مقدار عملکرد واقعی برنج زمین با عملکرد برآورد شده توسط مدل مقایسه شد. ارزیابی نتایج بدست آمده نشان داد که این مدل توانایی از توانایی مناسبی برای شبیه‌سازی عملکرد برنج را برخوردار است. مقادیر آماره‌های به کار رفته برای ارزیابی نتایج شامل ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین انحراف خطا (ME) بود:

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum(Y_o - Y_p)^2}}{N} = \frac{\sum r}{m^2} \quad (2)$$

$$ME = \frac{\sum Y_o - Y_p}{N} = \frac{\sum r}{m^2} = \frac{4493}{273} \quad (3)$$

نتایج و بحث

میزان عملکرد برنج که با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و مدل برآورد شده و همچنین میزان عملکرد اندازه‌گیری شده بر روی زمین، در شکل ۱ ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که حداکثر و حداقل عملکرد برآورد شده با استفاده از مدل در منطقه مورد مطالعه دارای اختلاف اندکی است لیکن میزان حداکثر و حداقل عملکرد مشاهده شده در سر مزرعه دارای اختلاف بیشتری است که نزدیکی به جاده و نزدیک بودن به شهر سبب تأثیر در عملکرد برنج شده است. همچنین یکی از عمده‌ترین دلایل آن می‌تواند، تأثیر مدیریت زراعی در مزارع منطقه مورد مطالعه باشد. همچنین با توجه به عملکرد بدست آمده از مدل مشخص می‌شود که ارتباطی قوی و معنی‌دار بین پارامترهای استفاده شده در مدل و عملکرد محصول وجود دارد و این مدل توانایی مناسبی برای شبیه‌سازی عملکرد برنج را دارد.



شکل ۱- نمودار میزان عملکرد در منطقه مورد مطالعه

منابع

- Amiri Larijani, B., Sarvestani, Z.T., Nematzadeh Gh., Manschadt, A.M., and Amiri, E. ۲۰۱۱. Simulating phenology, growth and yield of transplanted rice at different seedling ages in Northern Iran using ORYZA۲۰۰۰. *Rice Science*, ۱۸ (۴): ۳۲۱-۳۳۴.
- Bastiaanssen, W.G.M and S.Ali. ۲۰۰۳. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin Pakistan. *Agriculture Ecosystems and Environment*. ۹۴: ۳۲۱-۳۴۰.
- Pirmoradian, N. and Sepaskhah, A. R. ۲۰۰۶. A simple model for yield prediction of rice under different water and nitrogen application. *Biosystems Engineering* ۹۳ (۱): ۲۵-۳۴.



Wang.Y.,K.,Chang.R.,Chen.J.,Lo.Y.,Shen.۲۰۱۰. Large-area rice yield forecasting using satellite imageries, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation ۱۲: ۲۷-۳۵.

Yingbin,H.,S.,Uchida,T.,Huajun,C.,Youqi,L.,Jia,۲۰۱۰. Application of TERRA/MODIS images, TM images and weather data to assess the effect of cold damage on rice yield, International Journal of Agricultural and Biological Engineering. ۳: ۳۱-۳۸.

Abstract

In this study, the MODIS and Landsat-8 satellite images were first obtained. A number of ۲۰ selected farms were then chosen to obtain the model parameters. The sampling points were used in ArcGIS ۱۰.۱ software to interpolate the data to the entire farming lands. Then the rice grain yield was estimated by using the satellite images and VSM model. To evaluate the performance of the model, the actual crop yield was compared with those estimated by VSM model. The results indicated a reasonable prediction of rice yield by the model. Furthermore, a strong and significant relationship was obtained between the incorporated input parameters and the real crop yield.



بررسی اثر جهت و موقعیت شیب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه طرق

محمد باقر صوفی^{۱،۲*}، حجت امامی^۲، علیرضا کریمی^۲، غلامحسین حق نیا^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک خاک گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

توپوگرافی یکی از ویژگی‌های مهم و اثر گذار بر ویژگی‌های خاک هر منطقه است. در این پژوهش اثر توپوگرافی و موقعیت‌های مختلف شیب بر بعضی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مثل کربن آلی، MWD، رس و سیلت قابل پراکنش در آب، شاخص پایداری ساختمان و آهک بررسی شد. مقادیر کربن آلی، شاخص پایداری ساختمان، درصد آهک، مقدار رس و سیلت خاک در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی بود. مقدار رس و شاخص پایداری ساختمان در قسمت پای شیب شمالی بیشترین مقدار بود. بافت خاک در دو جهت شیب متفاوت در جهت شمالی بافت لومی و در جهت جنوبی بافت لومی شنی بود. کلمات کلیدی: شاخص پایداری ساختمان خاک، شیب، رس قابل پراکنش در آب

مقدمه

ساختمان خاک از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک است که پدیده‌های زیادی از جمله توانایی نگهداری آب و ایجاد زیستگاه برای موجودات خاکزی، به آن وابسته است. (Kohler, et al, 2010) نیز اظهار داشتند که در مناطق نیمه خشک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کنترل‌کننده رشد گیاه، پایداری خاکدانه‌های خاک است. (Six, et al, 2004) نیز بیان کردند که خاکدانه‌ها نقش مهمی در حاصلخیزی و باروری خاک دارند. (Rezaei and Gilkes, 2005) نشان دادند که بسیاری از ویژگی‌های خاک مانند ضخامت موثر خاکرخ خاک، ظرفیت نگهداری آب و درصد سنگریزه درشت خاک به شکل معنی‌داری به شیب وابسته است. علاوه بر جهت شیب، درجه شیب هم می‌تواند بر ویژگی‌های خاک اثرگذار باشد. تغییرات میزان کربن آلی خاک به عوامل بسیاری از جمله توپوگرافی، پوشش گیاهی، نوع و کیفیت خاک و مدیریت و کاربری اراضی وابستگی دارد. نتایج پژوهش‌های انجام شده به منظور بررسی ذخایر کربن آلی نشان می‌دهد که پس از تنوع اقلیم، در مقیاس جهانی دومین عامل کنترل‌کننده میزان کربن آلی خاک، توپوگرافی است (Wang, et al, 2009). (Thompson, et al, 2005) بیان کردند که میانگین دمای سالانه کم و رطوبت قابل استفاده بیش‌تر خاک در شیب‌های شمالی موجب افزایش ماده آلی نسبت به شیب‌های جنوبی می‌شود. آنها همچنین نشان دادند که با کاهش درجه شیب مقدار کربن آلی افزایش می‌یابد. اقلیم و توپوگرافی از مهمترین عوامل موثر بر خصوصیات خاک به شمار می‌روند. ویژگی‌های توپوگرافی مانند طول شیب، انحنای جهت و موقعیت شیب با تغییراتی در الگوی بارش و دما میکرو اقلیم‌ها را به وجود آورده و بر بسیاری از ویژگی‌های خاک تاثیر می‌گذارد. بررسی‌های نشان داد که در شیب‌های شمالی، خاک دمای پایین‌تری و رطوبت بیشتری داشته، بنابراین تولید ماده آلی بیشتر و تجزیه آن کندتر از شیب‌های جنوبی صورت می‌گیرد، در نتیجه مقدار ماده آلی در شیب‌های شمالی بیشتر از جنوبی است (Yuan, et al, 2008). بسیاری از خصوصیات خاک مانند درصد سنگریزه، ضخامت موثر خاکرخ و ظرفیت نگهداری آب به طور معنی‌داری وابسته به شیب هستند (Rezaei and Gilkes, 2005). مطالعات زیادی در ارتباط با تغییرات خصوصیات خاک در جهات و موقعیت‌های مختلف شیب صورت گرفته است. به عنوان مثال (Gessler, et al, 2000) دریافتند که ضخامت افق A روی یک کاتنای دو هکتاری در کالیفرنیا در موقعیت‌های محدب تا مقعر در فاصله‌ی کوتاهی، از ۸ تا ۸۰ سانتی‌متر و عمق خاک از ۸ تا ۴۵۰ سانتی‌متر متغیر بود. پیرامون همبستگی توپوگرافی با خصوصیات خاک تحقیقات گسترده‌ای توسط پژوهشگران مختلف در شرایط اکولوژیکی گوناگون صورت گرفته است. به عقیده (Buol, et al, 2011) از جمله خصوصیات خاک که در ارتباط با توپوگرافی می‌باشد، عمق سولوم خاک، ضخامت و مقدار ماده آلی افق A، رطوبت نیمرخ خاک، مقدار نمک محلول، درجه تکامل خاک‌ها و درجه حرارت می‌باشد. توپوگرافی به عنوان یکی از عوامل خاک‌سازی در قالب جهت و موقعیت شیب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک موثر است. تفاوت در فاکتورهای موثر بر تشکیل و تکامل خاک در طول یک شیب، رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Wang, et al, 2001). با توجه به تاثیر توپوگرافی و موقعیت شیب بر ویژگی‌های خاک این پژوهش به منظور بررسی جهت و موقعیت شیب در منطقه جنوب شرق مشهد در حوضه سد طرق انجام شد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم خشک تا نیمه‌خشک با میانگین دمای سالانه ۱۴ سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر است (شهاب آرخالو و همکاران، ۱۳۹۰). نوع کاربری منطقه مورد مطالعه مرتع بوده و عملیات حفاظتی در این منطقه

انجام نشده است. در این مناطق چرای دام ها در هر دو جهت شیب صورت می گیرد. برای بررسی ویژگی های خاک، تعداد ۲۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری دو جهت شمالی و جنوبی در دو موقعیت قسمت پای شیب و پشته شیب از حوضه سد طرق واقع در جنوب شرق مشهد برداشته شد. نمونه های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی بر روی آنها انجام شد. در این پژوهش ویژگی های خاک شامل درصد کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (MWD)، جرم مخصوص ظاهری، درصد شن، سیلت و رس، رس و سیلت قابل پراکنش در آب و مقدار آهک اندازه گیری شدند. MWD به روش الک تر و با استفاده از سری الک های ۴، ۲، ۱، ۰/۶، ۰/۲ میلی متر (Kemper and Rosenau, ۱۹۸۶)، کربن آلی به روش والکی و بلک (Walkley and Black, ۱۹۳۴) و اسیدیته نمونه پس از اشباع خاک به مدت ۲۴ ساعت در عصاره گل اشباع با استفاده از pH متر تعیین شدند (Page, et al, ۱۹۸۲). توزیع اندازه ذرات کمتر از ۲ میلی متر و رس و سیلت قابل پراکنش در آب به روش هیدرومتر اندازه گیری شد (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، اندازه گیری رس و سیلت قابل پراکنش در آب شبیه اجزاء بافت خاک است با این تفاوت که از هگزاتما فسفات سدیم جهت دیسپرس کردن خاک استفاده نمی شود و عامل دیسپرس کننده فقط آب است (Rengasamy, et al, ۱۹۹۱) و رس و سیلت قابل پراکنش توسط هیدرومتر قرائت شد. آهک با روش تیتراسیون با اسید (Page, et al, ۱۹۸۲). شاخص پایداری ساختمان (SI) خاک با توجه به مقدار رس، سیلت و ماده آلی از رابطه زیر محاسبه شد (Pieri, ۱۹۹۲). که در این معادله مقادیر سیلت، رس و ماده آلی بر حسب درصد می باشد.

$$SI = \frac{1.724OC}{(Silt + Clay)} \times 100 \quad (1)$$

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که مقدار رس و سیلت در شیب شمالی بیشتر از شیب جنوبی بود و تفاوت این دو پارامتر در سطح پنج درصد معنی دار بود. بیشترین مقدار رس در قسمت پای شیب شمالی (۸۷/۱۸٪) مشاهده شد که با موقعیت پشته شیب شمالی و موقعیت های شیب جنوبی تفاوت معنی داری داشت (جدول ۱). (Rezaei and Gilkes, ۲۰۰۵) و (Yimer, et al, ۲۰۰۶) گزارش دادند که زیاد بودن مقدار رس در پایین شیب به دلیل انتقال رس از قسمت های بالایی به سمت پایین شیب و باقی ماندن ذرات درشت تر در بالای شیب است. در جهت شیب جنوبی بین دو موقعیت مختلف شیب با هم تفاوت معنی داری در مقدار رس و سیلت وجود نداشت. بیشترین مقدار سیلت در جهت شمالی شیب در موقعیت پشته شیب وجود داشت و تفاوت آن با موقعیت های شیب شمالی و جنوبی در سطح پنج درصد معنی دار بود، ولی بین دو موقعیت جهت جنوبی با هم در مقدار سیلت تفاوت معنی داری مشاهده نشد. مقدار شن در شیب شمالی ۴۸ درصد و در شیب جنوبی ۲۵/۷۱ درصد بود و بین دو جهت شیب تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد وجود داشت. بین موقعیت های شیب شمالی با هم تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد مشاهده نشد و همچنین بین موقعیت های جهت جنوبی نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد. زیاد بودن مقدار رس در شیب جنوبی را می توان به کمتر بودن مقدار هودایدگی و کمتر بودن تکامل خاک نسبت داد. جزینی (۲۰۰۷) نیز به بیشتر بودن میزان سنگریزه در شیب جنوبی نسبت به شیب شمالی در منطقه سامان شهرکرد و عدم تفاوت معنی دار در میزان سنگریزه در موقعیت های شیب شمالی اشاره کرده است. وی دلیل بیشتر بودن میزان سنگریزه در شیب جنوبی را معلول هودایدگی کمتر خاک دانست که در نهایت باعث تکامل کمتر خاک در این شیب می شود. همچنین بافت خاک در دو جهت شمالی و جنوبی با هم متفاوت بود. بافت خاک در شیب شمالی و هر دو موقعیت شیب شمالی لومی و در شیب جنوبی و هر دو موقعیت آن لوم شنی بود. نتایج نشان داد که مقدار رس و سیلت قابل پراکنش در آب در جهت شمالی شیب بیشتر از جهت جنوبی بود و بین آنها در سطح پنج درصد از نظر مقدار رس و سیلت قابل پراکنش در آب تفاوت معنی داری مشاهده شد. مقدار رس قابل پراکنش در موقعیت پای شیب شمالی بیشتر از موقعیت های شیب جنوبی بود و بین آنها تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد مشاهده شد (جدول ۱). مقدار رس قابل پراکنش در موقعیت پای شیب بیشتر از پشته شیب و تفاوت آن در سطح پنج درصد معنی دار بود. در جهت جنوبی بین دو موقعیت از نظر مقدار رس قابل پراکنش تفاوتی مشاهده نشد. بیشترین مقدار رس قابل پراکنش در موقعیت پای شیب شمالی قرار داشت که علت آن انتقال رس ها از قسمت های بالای شیب به این بخش است. مقدار سیلت قابل پراکنش در موقعیت های شیب شمالی بیشتر از شیب جنوبی است و بین موقعیت های جهت شمالی با هم تفاوت معنی داری وجود نداشت.

بر اساس نتایج به دست آمده مقدار کربن آلی در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی بود و تفاوت آن ها در سطح پنج درصد معنی دار بود؛ که علت آن را می توان سبک بودن بافت خاک در جهت جنوبی و ضعیف تر بودن پوشش گیاهی در جهت جنوبی دانست. هبرت و همکاران (Hebert, et al, ۱۹۹۱) نیز معتقدند بافت سبک خاک، حساسیت مواد آلی را به تجزیه افزایش می دهد. همچنین (Yuan, et al, ۲۰۰۸) مشاهده کردند که مقدار ماده آلی در افق سطح الارضی خاک در شیب های شمالی بیشتر از جنوبی بود که علت این تفاوت را می توان به دمای کمتر و رطوبت بیشتر در شیب های شمالی نسبت داد. بین دو موقعیت در جهت شمالی شیب تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد مشاهده شد و مقدار کربن آلی در موقعیت پای شیب بیشتر از پشته شیب بود که علت آن را می توان شستشوی مواد آلی از قسمت های بالای شیب دانست. (Moore, et al, ۱۹۹۳) دلیل بالا بودن مقدار کربن آلی در شیب های کمتر را، شرایط پایدار این قسمت ها و همچنین دریافت مواد سطحی فرسایش یافته از قسمت های بالای شیب، بیان کردند. در جهت جنوبی بین موقعیت پای شیب با موقعیت پشته شیب تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد وجود داشت. بیشترین مقدار ماده آلی در قسمت پای شیب در جهت شمالی وجود دارد. که علت آن انتقال مواد از قسمت بالای شیب است. نتایج پژوهش های (Thompson,



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

(et al, ۲۰۰۵) نشان داد که با افزایش شیب، مقدار کربن آلی خاک کاهش می‌یابد. آنان همچنین بیان کردند که در موقعیت‌های پایین شیب کربن آلی بیشتری نسبت به موقعیت‌های بالای شیب وجود دارد. مقدار آهک در شیب شمالی به طور معنی‌داری بیشتر از شیب جنوبی بود ($P < ۰.۰۵$)، که احتمالاً علت آن را می‌توان درشت بودن بافت در شیب جنوبی نسبت به شیب شمالی دانست که باعث آبسویی بیشتر آهک همراه با رواناب در جهت جنوبی شیب شده است، بنابراین در قسمت‌های سطحی خاک (عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) مقدار آهک کاهش یافته است. بین موقعیت‌های مختلف شیب در جهت شمالی با هم تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده شد، ولی بین موقعیت‌های مختلف در جهت جنوبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۱: مقایسه خصوصیات خاک در موقعیت‌های مختلف شیب

ویژگی	OC %	MWD Mm	CaC _{۰.۳} %	شن %	رس %	سیلت %	SI %	رس قابل پراکنش %	سیلت قابل پراکنش %
پای شیب شمالی	a ۸۵/۰	d ۶۲/۰	b ۱۱/۶	b ۷۲/۴	a ۸۷/۱	b ۴۰/۳	a ۱/۳	a ۰۷/۵۴	a ۴۱/۸۸
پشته شیب شمالی	b ۷/۰	c ۸۶/۰	a ۸۷/۶	b ۱/۴۸	b ۶۷/۱	a ۲۱/۳	b ۴/۲	b ۷۴/۵۰	a ۶۶/۸۶
پایه شیب جنوبی	d ۱۱/۰	b ۰۴/۱	c ۴۸/۲	a ۸۸/۷	c ۱۸/۹	c ۹۳/۱	d ۶۲/۰	c ۴۹/۲۸	b ۶۷/۸۱
پشته شیب جنوبی	c ۴۶/۰	a ۴۲/۱	c ۶۴/۲	a ۰۴/۷	c ۸۳/۹	c ۴۲/۱	c ۹۶/۱	c ۵۹/۲۶	c ۱۸/۷۶

مقدار MWD در جهت شمالی شیب کمتر از جهت جنوبی بود و تفاوت آن‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، که علت احتمالی آن فرسایش‌پذیری بیشتر و همچنین بیشتر بودن مقدار سیلت و رس و سیلت قابل پراکنش در شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی است که باعث کاهش MWD شده است. کم بودن مقدار ماده آلی در هر دو جهت شیب نشان می‌دهد که نقش آن در ایجاد خاکدانه‌های پایدار ناچیز است. بین موقعیت‌های مختلف در جهت شمالی با هم تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت. مقدار MWD در قسمت پای شیب شمالی کمتر از پشته شیب بود که احتمالاً علت آن را می‌توان بیشتر بودن مقدار رس و سیلت قابل پراکنش در موقعیت پای شیب نسبت به پشته شیب دانست. در جهت جنوبی بین پای شیب با قسمت پشته شیب تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت (جدول ۱). میانگین قطر وزنی خاکدانه‌ها در موقعیت پشته شیب در جهت جنوبی بیشتر بود. رینولدز و همکاران (Reynolds, et al, ۲۰۰۹) حداقل مقدراً کربن آلی را برای پایداری خاکدانه‌ها ۲/۳ درصد معرفی نموده‌اند. این موضوع نشان دهنده تاثیر سایر عوامل در ایجاد خاکدانه‌های پایدار در آب است. (Tajik, ۲۰۰۴) با بررسی پایداری خاکدانه‌ها در برخی مناطق ایران عنوان کردند که در مجموع مناطق، میزان ماده آلی عمده‌ترین تاثیر را در پایداری خاکدانه‌ها داشته، در حالی که در مناطق گلستان میزان رس و در مناطق آذربایجان غربی میزان شن بیشترین تاثیر را داشته‌اند.

شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) در جهت شیب شمالی بیشتر از شیب جنوبی بود و تفاوت آن‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، که وجود کربن آلی بیشتر در شیب شمالی علت افزایش معنی‌دار شاخص پایداری در شیب شمالی نسبت به جنوبی است. بین دو موقعیت شیب شمالی از نظر شاخص پایداری تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده شد و همچنین در جهت جنوبی بین موقعیت پای شیب با موقعیت پشته شیب تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده شد (جدول ۱). کمترین مقدار شاخص پایداری در موقعیت پای شیب در جهت جنوبی مشاهده شد که علت آن کم بودن مقدار ماده آلی در این موقعیت است. اگر مقدار شاخص پایداری ساختمان (SI) کمتر از ۹٪ باشد بیانگر ناپایداری ساختمان خاک است (Pieri, ۱۹۹۲). در هر دو جهت شیب شمالی و جنوبی شاخص پایداری ساختمان خاک SI کمتر از ۹٪ است و هر دو جهت شیب ساختمان ناپایداری دارند؛ که علت آن کمبودن ماده آلی در دو جهت شیب است.

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی اثر دو جهت شمالی و جنوبی و دو موقعیت پای شیب و پنجه شیب بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بود. بررسی‌ها نشان داده است که اثر جهت شیب بر روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بیشتر از موقعیت‌های شیب است. در مناطق خشک و نیمه خشک به علت کمبود بارندگی و کم بودن مقدار ماده آلی خاک‌ها دارای ویژگی‌های ساختمانی مطلوبی نیستند. شاخص پایداری ساختمانی در جهت شمالی بیشتر از جهت جنوبی بود، ولی هر دو جهت شیب دارای ساختمان ضعیفی بودند که بیشتر به علت کم بودن مقدار ماده آلی در این مناطق می‌باشد. مقدار رس و سیلت قابل پراکنش در آب در جهت شمالی شیب بیشتر از جهت جنوبی بود که این ویژگی‌ها با تاثیر بر فرسایش‌پذیری خاک بسیاری از ویژگی‌های خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از آنجایی که مقدار ماده آلی در مناطق خشک و نیمه خشک کم است، پیشنهاد می‌شود در خاک‌های این مناطق، با حفظ و بهره‌برداری مناسب از پوشش گیاهی مناطق شیب‌دار به‌ویژه قسمت‌های پایین شیب، گامی مهم در جهت حفظ منابع کربن آلی خاک برداشته شود.



منابع

شهاب ارخازلو، ح. امامی، ح. حق نیا، غ. ح. کریمی، ع. ۱۳۹۰. تعیین مهمترین ویژگی های موثر بر شاخص های کیفیت خاک در بخشی از زمین های کشاورزی و مرتعی جنوب مشهد. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع غذایی). جلد ۲۵، شماره ۵، ص- ۱۱۹۷-۱۲۰۵.

- Buol, S.W., Hole, F.O., and McCracken, R.J. ۲۰۱۱. soil genesis and Classification. The Iowa state University press. USA.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W., ۱۹۸۶. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis (Ed. A. Klute). ASA Press, Madison, WI, USA.
- Gessler, P.E., Chadwick, O.A., Chamran, F., Althouse, L. and Holmes, K. ۲۰۰۰. Modeling soil landscape and ecosystem properties using terrain attributes. Soil Science Society of America Journal. ۶۴:۲۰۴۶-۲۰۵۶.
- Hebert, K., Karam, A., and Parent, L.E. ۱۹۹۱. Mineralization of nitrogen and carbon in soils amended with composted manure. Biological Agriculture and Horticulture. ۷:۳۳۶-۳۶۱.
- Igwe C.A., ۲۰۰۵. Erodibility in relation to water-dispersible clay for some soils of eastern Nigeria. Land Degradation Development. ۱۶:۸۷-۹۶.
- Jazini, F. ۲۰۰۷. The role of topography on soil almond vegetative, quantitative and qualitative Characteristics in Saman region, Shahrekord. M.Sc. thesis, Shahrekord University, Iran. ۱۰۰ p. (In Persian).
- Kemper, W.D. and Rosenau, R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A. (ed), Methods of soil analysis. Part ۱. Agronomy monographs, ۹. America Society of Agronomy, Madison, WI.
- Kohler, J., Caravaca, F., and Rolan, A. ۲۰۱۰. An AM fungus and a PGPR intensify the adverse effects of salinity on the stability of rhizosphere soil aggregates of Lactuca sativa. Soil Biology and Biochemistry, ۴۲: ۴۲۹-۴۳۴.
- Moore, I.D., Gessler, P.E., and Nielson, G.A. ۱۹۹۳. Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۷: ۴۴۳-۴۵۲.
- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis, part ۲, chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of Aamerica, Madison, WI.
- Pieri, C.J.M.G. ۱۹۹۲. Fertility of Soils: A Future for Farming in the West African Savannah. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Rengasamy, P., and Olsson, K.A. ۱۹۹۱. Sodicity and soil structure. Australian Journal of soil Research. ۲۹:۹۳۵-۹۵۲.
- Reynolds, W.D., Drury, C.F., Tan, C.S., Fox, C.A., and Yang, X.M. ۲۰۰۹. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. Geoderma. ۱۵۲:۲۵۲-۲۶۳.
- Rezaei, S., and Gilkes, R. ۲۰۰۵. The effects of landscape attributes and plant community on soil physical properties in rangelands. Geoderma, ۱۲۵:۱۶۷-۱۷۶.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., and Denef, K. ۲۰۰۴. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil and Tillage Research. ۷۹:۷-۳۱.
- Thompson, J.A., and Kolka, R.K. ۲۰۰۵. Soil Carbon storage estimation in a forested watershed using quantitative soil- landscape modeling, Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۹: ۱۰۸۶-۱۰۹۳.
- Tajik, F. ۲۰۰۴. Evaluation of aggregate stability in some regions of Iran. Agricultural Sciences and Natural Resources, ۸: ۱۰۷-۱۲۲. (In Persian)
- Walkley, A., and Black, I.A. ۱۹۳۴. An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. ۳۷:۲۹-۳۷.
- Wang, J., Fu, B., Qiu, Y. and Chen, L. ۲۰۰۱. Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the loess Plateau in china. Journal of Arid Environments. ۴۸: ۵۳۷-۵۵۰.
- Wang, Y., Zhang, X.C., Zhang, J.L., and Li, S.J. ۲۰۰۹. Spatial variability of soil organic carbon in a watershed on the loess plateau. Pedosphere. ۱۹: ۴۸۶-۴۹۵.
- Yimer, F., Ledin, S., and Abdelkadir, A. ۲۰۰۶. Soil property variations in relation to topographic aspect and vegetation community in the south-eastern highlands of Ethiopia. Forest Ecology and Management, ۲۳۲: ۹۰-۹۹.



Yuan, J.Z., and Mingan, S. ۲۰۰۸. Spatial distribution of surface rock fragment on hill slopes in a small catchment in wind-water erosion crisscross region of the loess Plateau. Science in China SeriesD:Earth Sciences. ۵۱: ۸۶۲-۸۷۰.

Abstract

Topography is one of the important and effective properties for soil Properties in each area. In this research the effect of topography and different slop position on some physical and chemical properties including organic carbon, mean weight diameter of aggregates, slit and clay dispersible in water, structural stability index and calcium carbonate percent was investigated. The organic carbon, structural stability index, calcium carbonate, clay and silt percent in north aspect was more than the south one. The clay content and structural stability index in foot position of north aspect was the highest value. The soil texture class in the both slop aspect was varied and in the north aspect was loam and sandy loam in south aspect.

تخمین پایداری ساختمان خاک با استفاده از مدل های فرکتالی و کلاسیک

فاطمه آمری^۱، مهدی همایی^۲، ابراهیم پذیرا^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات گروه خاکشناسی تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

به دلیل اهمیت ساختمان خاک در مدیریت آب و خاک، ثبات و پایداری آن دارای اهمیت است. ساختمان خاک در شرایط مختلف پتانسیل فرکتالی بودن را داراست. در این پژوهش برای تعیین پایداری ساختمان خاک علاوه بر مدل های تجربی میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (MWD) و میانگین هندسی قطر خاکدانه ها (GMD) از مدل های فرکتالی Mandelbrot, Tyler and Wheatcraft و Rieu and sposito (Df) استفاده شد. نتایج به دست آمده از مقایسه مدل های تجربی و مدل های فرکتالی و بررسی آن ها نشان داد که مدل های فرکتالی به دلیل دارا بودن پارامترهای بیشتر از دقت بالاتری نسبت به مدل های کلاسیک برخوردارند.

واژه های کلیدی: فرکتال، خاکدانه، ساختمان خاک

مقدمه

بسیاری از فرآیندهای طبیعی و کشاورزی تحت تأثیر ساختمان خاک قرار دارند. تغییر در ساختمان خاک اغلب با تغییر در عملکرد مدیریتی همراه است و ممکن است بر تأثیر این عملکردها اثرگذار باشد (Filgueira et al., ۱۹۹۹). نظم و ترتیب ذرات خاک (ساختمان خاک) و پایداری خاکدانه ها به نوعی تعیین کننده ی پاسخ خاک به فشارهایی است که از خارج به آن وارد می شود (Lal and Shokla, ۲۰۰۵). اندازه بزرگ و میکروسکوپی خاکدانه ها باعث پیدایش فضای خالی در بین آن ها می شود که این فضاها بزرگ تر از خلل و فرجی است که در فواصل بین شن، سیلت و رس، در درون خاکدانه ها وجود دارد. همین تأثیر ساختمان خاک بر خلل و فرج خاک می باشد که باعث شده ساختمان خاک یکی از خصوصیات مهم خاک به شمار رود. ساختمان خاک در شرایط مختلف پتانسیل فرکتالی بودن را دارا می باشد. پرفکت و کای (۱۹۹۵) در مطالعات خود نشان دادند که تئوری فرکتال ها برای توصیف بسیاری از خصوصیات و فرآیندهای خاک قابل استفاده می باشد. هندسه فرکتالی به عنوان یک روش جدید و ابزاری سودمند، جهت تخمین ساختمان خاک و خصوصیات فیزیکی خاک مثل جرم خاکدانه ها، جرم ذرات، سطح ذرات خاک، سطح ناهمواری ها و همچنین فرسایش می باشد (Guber et al., ۲۰۰۵; Lipiec et al., ۱۹۹۹). کاربرد هندسه فرکتال در علم خاک، نشان داده است، خاکی که ویژگی های فرکتالی را دارا است، یک محیط کشت متخلخل، دارای ترکیبات متفاوت ذرات با شکل نامنظم و ساختار خود همانند است (Liu et al., ۲۰۰۹). محققان روش های فرکتالی را در جهت تعیین پایداری خاکدانه ها و کمی سازی ساختمان خاک به کار برده اند. بُعد فرکتالی در تخمین پایداری ساختمان خاک استفاده می شود و نتیجه حاصل از آن اطلاعات بیشتری نسبت به روش های سنتی تخمین پایداری خاکدانه ها (MWD & GMD) در اختیار ما قرار می دهد (Zhao et al., ۲۰۰۶). اسپوزیتو و ریو (۱۹۹۱) با استفاده از هندسه فرکتالی وضعیت تخلخل خاک را بررسی کردند. میلان و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از مقیاس بندی فرکتالی، توزیع اندازه ذرات خاک را مورد بررسی قرار دادند. ژائو و همکاران (۲۰۰۶) از روشی فرکتالی جهت تخمین تغییر ساختمان خاک تحت تأثیر گیاهان مختلف استفاده کردند و دریافتند که بُعد فرکتالی ذرات نمی تواند تغییرات ساختمان خاک را همراه با توالی گیاهان نشان دهد در مقابل بُعد فرکتالی خاکدانه ها، تغییرات ساختمان خاک را بعد از استقرار مجدد گیاهی توصیف می کند. لیو و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر محیط های گیاهی بر ویژگی های فرکتالی از نظر توزیع اندازه ذرات خاک را بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که با تجزیه و تحلیل بُعد فرکتالی می توان درجه فروافت خاک بین انواع خاک مشابه را تعیین کرد و بُعد فرکتالی می تواند اقدامی مناسب جهت تعیین تراکم و اثرات مدیریت پوشش گیاهی بر کیفیت خاک در نظر گرفته شود. اهداف مورد بررسی در این پژوهش تعیین پارامترهای فرکتالی پایداری خاکدانه ها و پارامترهای میانگین هندسی و میانگین وزنی خاکدانه ها و مقایسه آن ها با هم و انتخاب بهترین مدل سازگار با نمونه ها بود.

مواد و روش ها

تعداد ۳۰ نمونه خاک از ۳۰ نقطه در گره های یک شبکه به صورت چند ریز نمونه ی مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک برداشت شد. آنگاه جرم ویژه ظاهری و توزیع اندازه خاکدانه ها در هر دو حالت تر و خشک به دست آمد. میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (MWD) و میانگین هندسی قطر خاکدانه ها (GMD) نیز محاسبه گردید. سپس برای چهار مدل فرکتالی بُعد فرکتالی تعیین گردید. برای توزیع اندازه خاکدانه ها در سری الک های خشک با قطرهای (۰/۴۲، ۰/۸۴، ۰/۲، ۰/۷۴، ۰/۴۶، ۰/۷۱۲، ۰/۳۸ میلی متر) و سری



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

الک‌های تر (۱، ۲، ۵/۰، ۲۵/۰، ۱۰۶/۰، و ۵۳/۰ میلی‌متر) تعیین و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) با استفاده از روابط زیر به دست آمد.

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i w_i \quad (1)$$

$$GMD = \exp[(\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{x}_i) / \sum_{i=1}^n w_i] \quad (2)$$

که در آن: \bar{x}_i میانگین قطر خاکدانه‌های باقی‌مانده روی هر الک و w_i وزن خاکدانه‌ها در یک کلاس اندازه‌ای با میانگین قطری \bar{x}_i است.

بُعد فرکتالی مدل جرم-اندازه ریو و اسپوزیتو از رابطه زیر به دست آمد:

$$\log\left(\frac{\rho_i}{\rho_0}\right) = (Dm - 3) \log\left(\frac{d_i}{d_0}\right) \quad (3)$$

که در آن: که در آن ρ_i جرم ویژه ظاهری خاکدانه‌ها ($Mg \cdot m^{-3}$)، d_i میانگین قطر خاکدانه‌ها (m)، Dm بُعد فرکتالی جرمی است. بُعد فرکتالی مدل تعداد-اندازه ریو و اسپوزیتو از رابطه زیر به دست آمد:

$$NK = Adk^{-DF} \quad (4)$$

که در آن: NK تعداد تجمعی خاکدانه‌ها، A مقداری ثابت، dk میانگین قطر خاکدانه‌ها و DF بُعد فرکتالی است. بُعد فرکتالی مدل تیلر و ویت گرفت از رابطه زیر به دست آمد:

$$M(r < R) MT = \left(\frac{R}{R_L}\right)^{3-D} \quad (5)$$

که در آن: $M(r < R)$ جرم تجمعی خاکدانه‌ها با قطر بزرگ‌تر از اندازه‌ی MT ، r جرم کل خاکدانه‌های خشک باقی‌مانده، R میانگین قطر خاکدانه‌ها، R_L میانگین قطر بزرگ‌ترین خاکدانه، D بُعد فرکتالی بُعد فرکتالی مدل مندل برات از رابطه زیر به دست آمد:

$$N(r > R) = KR^{-D} \quad (6)$$

که در آن: $N(r > R)$ تعداد تجمعی ذرات با قطر بزرگ‌تر از اندازه‌ی R ، K مقدار ثابت، R میانگین قطر خاکدانه‌ها، D بُعد فرکتالی است.

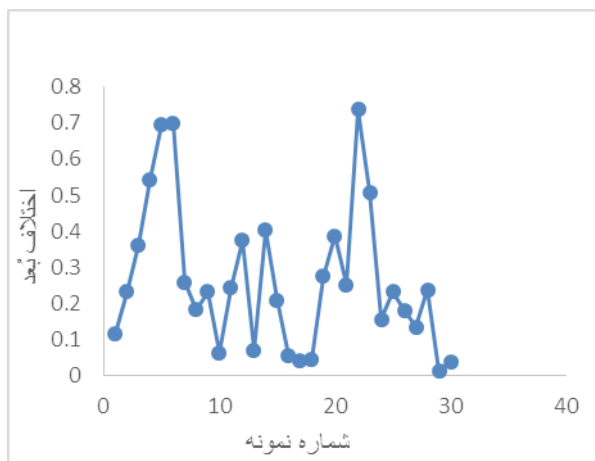
نتایج و بحث

دامنه تغییرات شاخص میانگین وزنی خاکدانه‌ها و دامنه تغییرات شاخص میانگین هندسی خاکدانه‌ها در حالت خشک و تر در جدول ۱ می‌باشد. هرچه کمیت MWD بزرگ‌تر باشد، پایداری نسبی خاکدانه‌ها نیز بیشتر است و از آنجا که MWD و GMD همبستگی معناداری باهم دارند، مقادیر بزرگ‌تر GMD نیز نشان‌دهنده پایداری نسبی خاکدانه‌ها می‌باشد. در جدول ۱ محدوده تغییرات بُعدها در حالت خشک و تر مدل تعداد-اندازه ریو و اسپوزیتو، جرم-اندازه ریو و اسپوزیتو، تیلر و ویت گرفت و مدل برات می‌باشد.

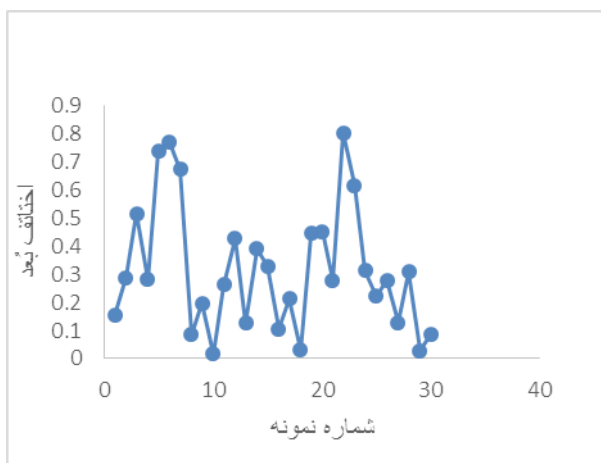
جدول ۱ - محدوده تغییرات شاخص‌های تجربی در حالت خشک و تر				
تغییرات	MWD		GMD	
	تر	خشک	تر	خشک
-۲	۱۴/۱-۳۲۳/۰	۹۱۲۱/۷-۸۲۷/۲	۹۷۴۵/۰-۳۲۳	۴۴۸/۰-۷۱۰۸/۱

بُعدهای فرکتالی در حالت خشک و تر							
Tyler and Wheatcraft		Riue and Sposito(Df)		Riue and Sposito(Dm)		Mandelbrot	
خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر	خشک	تر
۷۱۹/۲-	۶۳۷/۲-	۵۹۷/۳-	۱۳۹/۳-	۹۵۴/۲-	۹۹۶/۲-	۷۶۳/۲-	۲/۲-
۴۵۸۹/۲	۲۷۱۵/۲	۷۹۴/۲	۴۳/۲	۸۵۵/۲	۸۹۱/۲	۱۸/۱	۵۰/۱

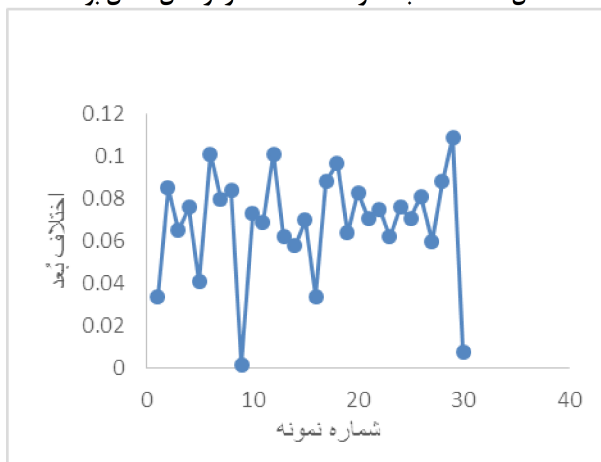
مقادیر زیاد بُعد فرکتالی نشان‌دهنده تکه‌تکه شدن بیشتر خاکدانه‌ها است، در این حالت توزیع اندازه خاکدانه‌ها بیشتر با خاکدانه‌های ریز و مقادیر پایین بُعد فرکتالی بیان‌کننده این است که غالب توزیع اندازه خاکدانه‌ها، بیشتر خاکدانه‌های درشت‌تر بوده است. هرچه اختلاف بُعد فرکتالی در حالت خشک و تر کمتر باشد نشان‌دهنده پایداری بیشتر خاکدانه‌ها می‌باشد. شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴ نشان‌دهنده اختلاف بُعدهای فرکتالی است. کمترین اختلاف بُعدها در حالت تر و خشک مربوط به مدل جرم-اندازه ریو و اسپوزیتو است.



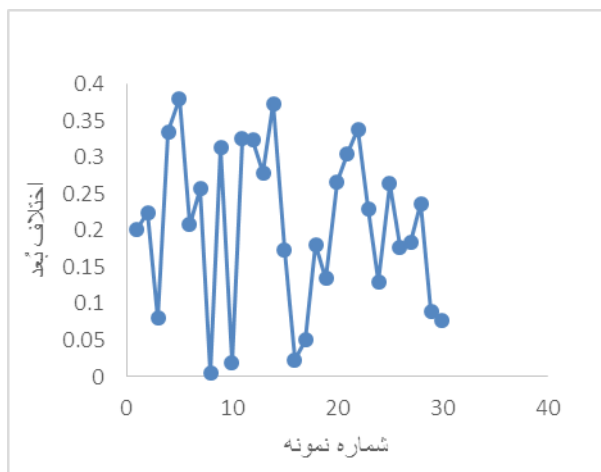
شکل ۱- اختلاف بُعد در حالت خشک و تر مدل ریو و اسپوزیتو (تعداد-اندازه)



شکل ۲- اختلاف بُعد در حالت خشک و تر مدل مندل برات



شکل ۳- اختلاف بُعد در حالت خشک و تر مدل ریو و اسپوزیتو (جرم-اندازه)



شکل ۴- اختلاف رطوبت در حالت خشک و تر مدل تیلر و ویت کرفت

به منظور دستیابی به سازگارترین مدل با داده‌ها که نتایج بهتر و دقیق‌تری از شرایط محیطی نشان می‌دهد، همبستگی بین داده‌ها و ۴ مدل فرکتالی استفاده شده در حالت خشک و تر، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل تعداد-اندازه ریو و اسپوزیتو در حالت خشک و تر بیشترین همبستگی را با داده‌ها دارد. همچنین بر پایه جدول ۱ کمترین دامنه تغییرات در حالت خشک و تر نیز مربوط به مدل تعداد-اندازه ریو و اسپوزیتو بود.

از آنجا که میانگین وزنی و هندسی بخش کوچکی از پیچیدگی ساختمان خاک را در بر می‌گیرند و این ضرایب داده‌ها باعث از بین رفتن بخشی از اطلاعات شده و به نفع اندازه الک بزرگ‌تر می‌باشند و نسبت به مدل‌های فرکتالی، پارامترهای کمتری را شامل می‌شوند، در نتیجه از دقت کمتری برخوردار می‌باشند؛ بنابراین استفاده از مدل‌های فرکتالی به منظور تخمین پایداری خاکدانه‌ها بهتر و کارآمدتر است. بهترین و سازگارترین مدل با داده‌ها بر طبق محاسبات و مشاهدات انجام‌شده، مدل فرکتالی ریو و اسپوزیتو (تعداد-اندازه) است.

منابع

- Filgueira, R.R. Fournier, L.L. Sarli, G.O. Aagon, A. and Rawals, W.J. ۱۹۹۹. Sensivity of fractal parameters of soil aggregates to different management practices in a Phaeozem in central Argentina. *Soil Till. Res.*, ۵۲: ۲۱۷-۲۲۲.
- Guber, A.K. Pachepsky, Ya.A. Levkovsky, E.V. ۲۰۰۵. Fractal mass-size scaling of wetting soil aggregates. *Ecological modeling* ۱۸۲ (۲۰۰۵) ۳۱۷-۳۲۲
- Lal, Rattan & K. Shukla, Manoj. ۲۰۰۵. Principle of soil physics. The Ohio State University, Columbus Ohio, U.S.A
- Liu, Xia. Guangcan Zhang. Gary C. Heathman. Yaqin Wang. Chi-hua Huang. ۲۰۰۹. Fractal features of soil particle-size distribution as affected by plant communities in the forested region of Mountain Yimeng, China. *Geoderma* ۱۵۴ (۲۰۰۹) ۱۲۳-۱۳۰.
- Lipiec, J. Hatano, R. Stowinska-Jurkiewicz, A. ۱۹۹۸. The fractal dimension of pore distribution patterns in variously-compacted soil. *Soil & tillage research* ۴۷(۱۹۹۸) ۶۱-۶۶
- Millan, H. Gonzalez-Posada, M. Aguilar, M. Dominguez, J. and Cespedes, L. ۲۰۰۳. on the fractal scaling of soil data. Particle-size distributions. *Geoderma*, ۱۱۷: ۱۱۷-۱۲۸.
- Rieu, M., and Sposito, G. ۱۹۹۱a. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties: I. Theory. *SSSAJ*, ۵۵(۵): ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Zhao, shi-wei. Su, jing. Yang, yong-hui. Liu, na-na. Wu, jin-shui. Shangguan, zhou-ping. ۲۰۰۶. A fractal method of estimating soil structure change under different vegetation on Ziwoing Mountans of the Loess Plateau, China. *Agriculture science in china*-۲۰۰۶, ۵(۷): ۵۳۰-۵۳۸.



Abstract

Due to importance of soil structure its stability plays a significant role in soil-water management. Soil structure in different conditions has the potential to be a fractal object. In this study, to determine the stability of soil structure the empirical weighted mean diameter (MWD) and geometric mean diameter (GMD) models as well as the fractal models of Mandelbrot, Tyler and Wheatcraft, Rieu and sposito (D_m), and Rieu and sposito (D_f) were used. Interpreting the results of comparison between the experimental and fractal models indicated that fractal models due to their parameters are more accurate than classical models.



رابطه شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها با مدل‌های فرکتالی

شیوا محمدیان خراسانی^۱ و مهدی همایی^۲
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

ساختمان خاک شاخصی مهم برای مدیریت بهینه منابع خاک و آب می‌باشد. زیرا به گونه‌ای مستقیم بر بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی خاک همچون مقدار آب، هدایت آبی، گرما، تهویه، جرم ویژه ظاهری و تخلخل خاک اثر می‌گذارد. لیکن به دلیل پیچیدگی ساختمان خاک توصیف کمی آن دشوار است. یکی از روش‌های نوین برای توضیح کمی ساختمان خاک استفاده از مفهوم هندسه فرکتالی است. در این روش، با تعیین بعد فرکتالی خاکدانه‌ها می‌توان وضعیت پایداری آنها را در مقیاس‌های مختلف به صورت کمی بررسی کرد. بدین منظور، تعداد ۴۱ نمونه خاک دست نخورده از منطقه زراعی واقع در ورامین - ایوانکی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس فراوانی نسبی اندازه خاکدانه‌ها و جرم ویژه ظاهری آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ابعاد فرکتالی مدل تعداد- اندازه ریو و اسپوزیتو (Df) در سری الک خشک با دو شاخص تجربی بیشترین همبستگی را دارند.

واژه‌های کلیدی: بعد فرکتالی، ساختمان خاک، مدل‌های فرکتالی

مقدمه

خاک به عنوان یکی از منابع طبیعی ارزشمند در جهان به شمار می‌رود. به همین دلیل مدیریت پایدار منابع خاک امری ضروری است، که تنها با حفظ و بقای چرخه زیستی این امر حاصل می‌شود (Lal and Pierce, ۱۹۹۱). ذرات خاک از نظر اندازه و شکل بسیار متفاوت می‌باشند، بنابراین هیچ‌گونه شکل هندسی خاص را نمی‌توان برای ساختمان خاک در نظر گرفت. ساختمان خاک به دلیل رابطه مستقیمی که با کارایی و عملکرد خاک به ویژه در کشاورزی دارد، بسیار با اهمیت است. زیرا اثرات زیادی بر فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیک، توانایی خاک در حمایت از رشد گیاه، چرخه کربن، دریافت، ذخیره و انتقال آب و همچنین مقاومت در برابر فرسایش دارد.

از آنجا که هنوز یک روش کاربردی و مستقیم برای اندازه‌گیری کمی ساختمان خاک وجود ندارد، توجه خاکشناسان به روش‌های کمی‌سازی بیش از پیش جلب شده است. با ارائه هندسه فرکتالی و به کار بردن آن در دانش خاکشناسی، به ویژه در تخمین پایداری ساختمان خاک و مقایسه آن با روش‌های سنتی می‌توان به درکی عمیق‌تر درباره ساختمان خاک به طور خاص و علوم خاک به طور عام دست یافت (Mandelbrot, ۱۹۷۷). استفاده از هندسه فرکتالی و تعیین بعد فرکتالی اجسام برای شناخت غیریکنواختی محیط‌های طبیعی دارای اهمیت خاصی می‌باشد (Kutlu et al., ۲۰۰۸).

پژوهشگران مختلفی از فرکتال‌ها برای مدل‌سازی توزیع اندازه ذرات و تخلخل خاک (Perfect and Blevins, ۱۹۹۷)، مطالعه ساختمان خاک (Ding and Ding, ۲۰۰۷)، مدل‌سازی توزیع خاکدانه‌ها و تأثیر کاربری‌های مختلف بر آن براساس بعد فرکتالی (Pirmoradian et al., ۲۰۰۵) استفاده کرده‌اند. Dathe و همکاران (۲۰۰۱) طی مطالعه‌ای نشان دادند که بعد فرکتالی نه تنها برای بیان توصیف کمی پیچیدگی ساختمان خاک کاربرد دارد بلکه می‌تواند درک درستی از فرآیندهایی که در شکل‌گیری ساختمان خاک دخالت دارند را نیز ارائه دهد.

Gülsler (۲۰۰۶) پی برد که بین بعد فرکتالی و پارامترهای ساختاری خاک رابطه‌ای وجود دارد. او در آزمایشی به این نتیجه رسید که ابعاد فرکتالی با افزایش مقدار MWD و کربن آلی کاهش پیدا می‌کنند. بنابراین کاهش بعد فرکتالی ممکن است نشان‌دهنده بهبود خواص ساختاری خاک در خاک رس باشد و افزایش بعد فرکتالی به معنی پایداری بیشتر ساختمان خاک است.

ساختمان خاک برای اینکه به صورت یک خصوصیت قابل تعیین و سنجش بیان شود و در مدل‌های مختلف برای برنامه‌ریزی و مطالعات به عنوان اطلاعات پایه کمی مورد استفاده قرار گیرد به یک مفهوم کمی نیاز دارد. هدف این پژوهش، محاسبه پارامترهای فرکتالی مدل تعداد- اندازه و جرم- اندازه ریو و اسپوزیتو برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های تجربی میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها می‌باشد.



مواد و روش‌ها

۴۱ نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک منطقه ورامین- ایوانکی برداشت و داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده و پس از هوا خشک کردن، توزیع اندازه خاکدانه‌ها با سری الک‌های تر و خشک تعیین شد. برای محاسبه شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها از دو مدل تجربی و مدل فیزیکی تعداد- اندازه و جرم- اندازه ریو و اسپوزیتو (Df) و (Dm) توزیع تجمعی جهت برآزش توزیع تعداد- اندازه و جرم- اندازه خاکدانه‌ها در دو حالت خشک و تر استفاده شد.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از رابطه زیر بدست آمد (Van Bavel, ۱۹۴۹):

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{X}_i w_i \quad (۱)$$

که در آن \bar{X}_i میانگین قطر خاکدانه‌ها در هر کلاس اندازه، w_i نسبت وزن خاکدانه‌های خشک باقی مانده روی هر الک به وزن کل خاکدانه‌ها و n تعداد الک به کار برده شده می‌باشد. میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها نیز از رابطه زیر بدست آمد (Mazurak, ۱۹۵۰):

$$GMD = \exp \left[\frac{\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right] \quad (۲)$$

که در آن w_i وزن خاکدانه‌ها در هر یک از کلاس‌ها با میانگین قطر \bar{X}_i و $\sum w_i$ وزن کل خاک می‌باشد. بعد فرکتالی خاکدانه‌ها با استفاده از مدل تعداد- اندازه ریو و اسپوزیتو (Df) بدست آمد:

$$N_k = Ad_k^{-Df} \quad (۳)$$

که در آن Df- شیب تابع و N_k تعداد تجمعی خاکدانه‌ها می‌باشد که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N_k = \sum_{i=0}^k N(di) \quad (۴)$$

$$N(di) = \frac{M(di)}{di^3 pi} \quad (۵)$$

که در آن $M(di)$ جرم خاکدانه‌های روی الک کلاس نام، ρ_i جرم ویژه ظاهری کلاس اندازه نام و di میانگین قطر خاکدانه‌های کلاس اندازه نام می‌باشد. با استفاده از مدل جرم- اندازه ریو و اسپوزیتو (Dm) نیز بعد فرکتالی محاسبه شد:

$$\log(\rho_i / \rho_0) = (Dm - 3) \log(d_i / d_0) \quad (۶)$$

که در آن ρ_i جرم ویژه ظاهری کلاس اندازه نام، ρ_0 جرم ویژه ظاهری اندازه بزرگ‌ترین خاکدانه، d_i میانگین قطر خاکدانه‌های کلاس اندازه نام، d_0 میانگین قطر بزرگ‌ترین خاکدانه و Dm بُعد فرکتالی (جرم- اندازه) می‌باشد. نتایج و بحث

در جدول‌های ۱ و ۲ همبستگی شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها با ابعاد فرکتالی مدل‌های جرم- اندازه و تعداد- اندازه ریو و اسپوزیتو نشان داده شده است. شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها در سری الک خشک و تر با بُعدهای فرکتالی مدل تعداد- اندازه Sposito (Df) و Rieu (Dm) در سطح معنی داری ۱% دارای همبستگی منفی می‌باشند و با بُعدهای فرکتالی مدل جرم- اندازه Sposito و Rieu (Dm) در حالت‌های سری الک خشک و تر هیچ‌گونه رابطه معنی داری ندارند. نتایج به دست آمده با آنچه Kay و Perfect (۱۹۹۱) گزارش کرده‌اند همخوانی دارد. نتایج ارائه شده در جدول‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که با افزایش بُعد فرکتالی، میانگین هندسی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد.

جدول ۱- همبستگی شاخص‌های تجربی با ابعاد فرکتالی مدل‌ها در حالت خشک

مدل‌های فرکتالی	شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها MWD و GMD)
الک خشک	الک خشک
الک خشک	الک تر



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

GMD	MWD	GMD	MWD
۲۲۹/۰-	۲۴۷/۰-	۰۵۳/۰	۱۰۱/۰-
۱۸۵/۰-	۱۸۴/۰-	۸۹۷/۰-	۹۳۵/۰-

(D مدل جرم- اندازه ریو و اسپوزیتو D_m)
 (D مدل تعداد- اندازه ریو و اسپوزیتو D_f)
 ** نمایانگر این است که در سطح ۱ % همبستگی معنی داری وجود دارد و اعدادی که فاقد علامت می باشند عدم وجود همبستگی معنی دار را نشان می دهند، رنگ خاکستری نیز نشانه‌ی این است که در سطح ۱ % بیشترین همبستگی بین بدهای فرکتالی مدل‌ها و شاخص‌های تجربی وجود دارد.

جدول ۲- همبستگی شاخص‌های تجربی با ابعاد فرکتالی مدل‌ها در حالت تر

مدل‌های فرکتالی		شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها GMD و MWD	
الک تر		الک خشک	
GMD	MWD	GMD	MWD
۱۱۱/۰	۰۹۶/۰	۲۸۹/۰	۱۵۱/۰
۹۳۹/۰-	۸۰۳/۰-	۰۹۳/۰-	۱۷۱/۰-

(D مدل جرم- اندازه ریو و اسپوزیتو D_m)
 (D مدل تعداد- اندازه ریو و اسپوزیتو D_f)
 ** نمایانگر این است که در سطح ۱ % همبستگی معنی داری وجود دارد و اعدادی که فاقد علامت می باشند عدم وجود همبستگی معنی دار را نشان می دهند، رنگ خاکستری نیز نشانه‌ی این است که در سطح ۱ % بیشترین همبستگی بین بدهای فرکتالی مدل‌ها و شاخص‌های تجربی وجود دارد.

منابع

- Dathe, A., Eins, S., Niemeyer, J., Gerold, G. ۲۰۰۱. The surface fractal dimension of the soil-pore interface as measured by image analysis. *Geoderma*. ۱۰۳: ۲۰۳-۲۲۹.
- Ding, Q., Ding, W. ۲۰۰۷. Comparing stress wavelets with fragment fractals for soil structure quantification. *Soil Till. Res.*, ۹۳: ۳۱۶-۳۲۳.
- Gülsler, C. ۲۰۰۶. Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. *Geoderma*. ۱۳۱: ۳۳-۴۴.
- Kutlu, T., Ersahin, S., Yetgin, B. ۲۰۰۸. Relations between solid fractal dimension and some physical properties of soils formed over alluvial and colluvial deposits. *J. Food-Agric. Environ.*, ۶: ۴۴۵-۴۴۹.
- Lal, R., Pierce, F. J. ۱۹۹۱. The vanishing resource. PP. ۱-۵. In Lal, R., Pierce, F. J.
- Mandelbrot, B. B. ۱۹۷۷. *Fractals-form, chance and dimension*. Freeman and company, San Francisco, California.
- Mazurak, A. P. ۱۹۵۰. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Sci.* ۶۹: ۱۳۵-۱۴۸.
- Perfect, E., Blevins, R. L. ۱۹۹۷. Fractal characterization of soil aggregation and fragmentation as influenced by tillage treatment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۶۱: ۸۹۶-۹۰۰.
- Perfect, E., Kay, B. D. ۱۹۹۱. Fractal theory applied to soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۵۵۲-۱۵۵۸.
- Pirmoradian, N., Sepaskhah, A. R., Hajbassbi, M.A. ۲۰۰۵. Application of fractal theory to quantify soil aggregate stability as influenced by tillage treatments. *Biosystems Engin.*, ۹۰(۲): ۲۲۷-۲۳۴.
- Rieu, M., Sposito, G. ۱۹۹۱a. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: I. Theory. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Rieu, M., Sposito, G. ۱۹۹۱b. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: II. Applications. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۲۳۹-۱۲۳۸.
- Van Bavel, C. H. M. ۱۹۴۹. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*

Abstract

Soil structure is an important indicator for optimal management of soil and water resources. Because most soil physical properties including hydraulic conductivity, heat and air transport and porosity are directly affected by soil structure. However, due to complexities involved in describing soil structure, less progress are made to quantify this important soil property. Fractal geometry can be considered as a relatively new method to explain the soil structure in a quantitative manner. In this method by determining the fractal dimension, aggregate stability of soil can be quantitatively analyzed in different scales. For this purpose, ۴۱ intact soil samples were collected from ۰-۳۰ cm of large agricultural areas and transferred to the laboratory afterwards. The samples were first air-dried and then subjected to dry and wet sieve series for aggregate analysis. The relative frequency of aggregate size distributions were obtained by dry-wet sieving method. Undisturbed bulk density of soil samples were obtained by



pichnometer method. The fractal dimensions were calculated based on the number-size and mass-size models. The obtained results indicated that the fractal model of Rieu and Sposito (D_f) can well describe the soil aggregate stability. This model provided a reasonable agreement with those obtained from geometric and weighted means of aggregate size distributions.



مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی شرق شهرستان اهواز)

افسانه نیل درار^۱، علیرضا جعفرنژادی^۲، ابراهیم پناه پور^۳، علی غلامی^۳
۱- گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، ۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ۳- گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

چکیده

مطالعه تاثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر تغییرات خصوصیات خاک امکان شناسایی مدیریت‌های پایدار و به دنبال آن پیشگیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌سازد. در این پژوهش چهار کاربری متفاوت کشاورزی، صنعتی، مرتع و بیابان در نظر گرفته شد. تعداد ۲۵ نمونه خاک از هر کاربری از عمق ۳۰-۰ سانتی متری تهیه و هدایت الکتریکی عصاره اشباع، پهاش، میزان تبادل کاتیونی، درصد کربنات کلسیم معادل، درصد مواد آلی، درصد شن، درصد سیلت و درصد رس در نمونه‌های موردنظر اندازه‌گیری شد. نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین مقدار سیلت، رس، مواد آلی و میزان تبادل کاتیونی در کاربری مرتع مشاهده شد، همچنین بیشترین مقدار هدایت الکتریکی مربوط به کاربری بیابان و کمترین هدایت الکتریکی مربوط به کاربری کشاورزی بود. بین کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و مرتع از نظر پهاش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی با کاربری بیابان اختلاف معنی‌دار نشان داد (p > 0.05). در نهایت بین چهار کاربری مورد بررسی از نظر کربنات کلسیم معادل اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود نداشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده کاربری مرتع از نظر خصوصیات مورد بررسی در بیشتر موارد وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر کاربری‌ها داشت.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری، خصوصیات خاک، شهرستان اهواز

مقدمه

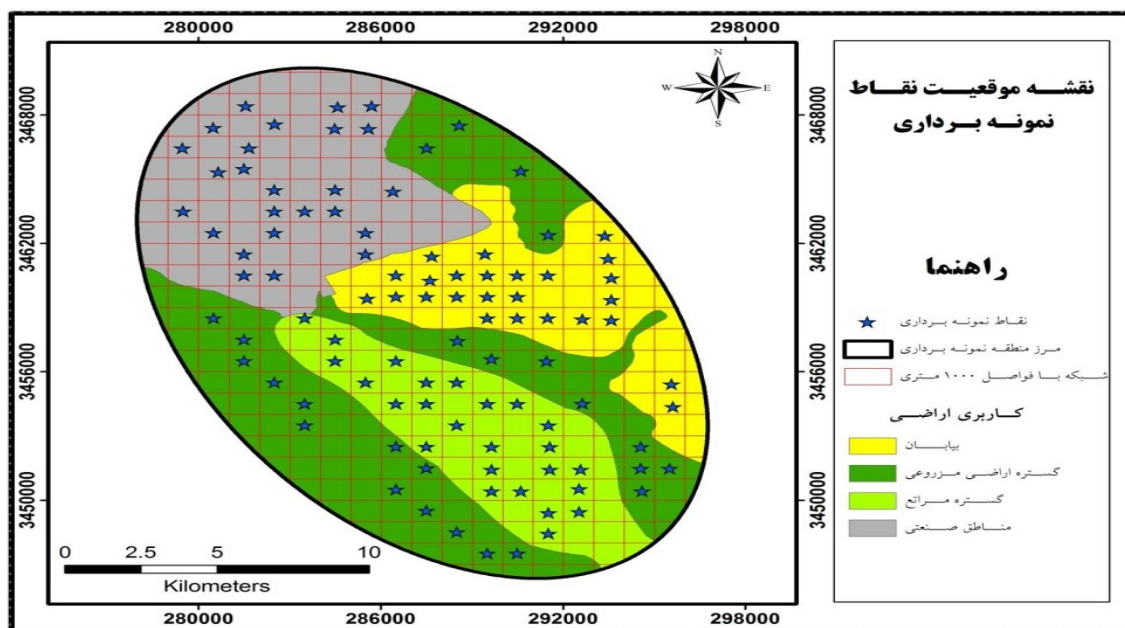
از آنجایی که جمعیت جهان به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه روز به روز در حال افزایش است، بهره‌وری غیراصولی از منابع طبیعی ارزشمند، شناخت و مطالعه مستمر آنها را ضروری نموده است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۴). کیفیت خاک را می‌توان توانایی دائم خاک در انجام وظایف خود به‌عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره‌برداری‌های متفاوت تعریف کرد (وحدت‌خواه و همکاران، ۱۳۹۲). این سیستم حیاتی باید علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک، کیفیت آب و هوا را نیز بهبود بخشد و تامین‌کننده سلامت انسان، حیوان و گیاه باشد. ارزیابی کیفیت خاک از طریق اندازه‌گیری خصوصیات خاکی صورت می‌پذیرد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۴). معمولاً بررسی کیفیت خاک باید هم در بعد زمان و هم در بعد مکان صورت پذیرد (گویلین و همکاران، ۲۰۰۷).

چلیک (۲۰۰۵) اظهار داشت تغییر کاربری اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم‌های مدیریت شده، اثرات زیان‌باری بر خصوصیات خاک دارد. قطع جنگل‌ها و تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی باعث تخریب یا اختلال در اکوسیستم‌های طبیعی و کاهش ظرفیت تولید فعلی یا آینده خاک می‌گردد. این امر می‌تواند به دلیل فرسایش، کاهش حاصلخیزی، تغییر در رطوبت خاک، شور شدن خاک و یا تغییر در پوشش گیاهی و میکروارگانیسم‌های خاک باشد. نیک‌نهادقرماخر (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای جهت بررسی تغییر کاربری بر خصوصیات خاک حوزه آبخیز کچیک (در استان گلستان) از سه کاربری جنگل، اراضی مرتعی و اراضی زراعی نمونه برداری کرده و نشان داد که در اثر تغییر کاربری، بافت خاک از شنی - رسی - لومی به شنی - لومی تغییر یافته و متوسط قطر خاکدانه‌ها نیز کاهش یافته و در نتیجه خاک زراعی در مقایسه با خاک‌های جنگلی و مرتعی دارای تخلخل کمتر و جرم مخصوص بیشتری بود. همچنین میزان ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در کاربری زراعی در مقایسه با کاربری‌های جنگل و مرتع کاهش معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشته است. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت کل ۴۵۷۲۸۱ هکتار، واقع در شرق شهرستان اهواز بوده، و به دلیل وجود چهار کاربری کشاورزی، صنعتی، مرتع و بیابان در نزدیکی یکدیگر مورد توجه قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است نقشه منطقه مورد مطالعه به صورت ۱×۱ کیلومتر شبکه‌بندی شده و مختصات مرکز هر شبکه تعیین شد. سپس از نقاط موردنظر با استفاده از

GPS به صورت مکانی نمونه برداری شد، بر این اساس تعداد ۱۰۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری از منطقه مورد مطالعه تهیه شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه برداری شده

نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و آماده‌سازی مورد تجزیه قرار گرفتند و برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک شامل پ‌هاش، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، درصد ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل، و درصد شن، سیلت و رس اندازه‌گیری شد.

پس از جمع‌آوری اطلاعات آزمایشگاهی پردازش آماری تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۸ انجام گردید.



نتایج و بحث

میانگین مقادیر خصوصیات اندازه‌گیری شده خاک در کاربری‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) خاک: بر اساس جدول ۱ بیشترین و کمترین میانگین EC به ترتیب مربوط به کاربری بیابان و کشاورزی بود. احتمالاً دلیل کمتر بودن هدایت الکتریکی در کاربری کشاورزی مصرف آب جهت رشد محصولات کشاورزی می‌باشد. همچنین به طور کلی علت بالا بودن شوری در منطقه بارندگی کم، دمای بالای هوا و بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی

جدول ۱ - مقایسه میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده خاک در کاربری‌های مورد مطالعه

متغیر	واحد	کشاورزی	صنعتی	مرتع	بیابان
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۵۵/۸ ^c	۳/۳۱ ^b	۲/۲۵ ^b	۵۴ ^a
اسیدیته	-	۶۴/۷ ^a	۶۲/۷ ^a	۶۱/۷ ^a	۳/۷ ^b
کربنات کلسیم	درصد	۲۵/۴۳ ^a	۷۳/۴۲ ^a	۸۳/۴۲ ^a	۳۷/۴۲ ^a
ظرفیت تبادل کاتیونی	میلی‌اکی‌والان بر صد گرم	۲۲/۱۶ ^b	۴۸/۱۴ ^{bc}	۴۸/۱۹ ^a	۷۸/۱۳ ^c
مواد آلی	درصد	۷۸/۰ ^{ab}	۶۱/۰ ^b	۰۷/۱ ^a	۶۵/۰ ^b
شن	درصد	۲/۳۳ ^{ab}	۳۶ ^{ab}	۱/۲۴ ^b	۳۸ ^a
سیلت	درصد	۲۸ ^b	۲/۳۷ ^{ab}	۶/۳۹ ^a	۸/۳۳ ^{ab}
رس	درصد	۲/۳۶ ^a	۷/۲۶ ^b	۳/۳۶ ^a	۲/۲۸ ^b

می‌باشد (قبادیان، ۱۳۷۴). با توجه به جدول ۱ میانگین اسیدیته خاک بین کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و مرتع در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم نشان نداد حال آنکه با میانگین اسیدیته کاربری بیابان دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بود. علت بالاتر بودن پهاش در کاربری کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها احتمالاً وابسته به فعالیت‌های مدیریتی از جمله کوددهی است همچنین کشت و زرع به دلیل تاثیر بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها موجب افزایش پهاش خواهد شد (گیسن و همکاران، ۲۰۰۹).

درصد کربنات کلسیم معادل (CaCO_3): بر اساس جدول ۱ درصد کربنات کلسیم معادل در بین چهار کاربری مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، به طور کلی کاربری‌های مورد مطالعه دارای بیش از ۴۰ درصد کربنات کلسیم می‌باشند، این امر می‌تواند به دلیل واقع شدن کاربری‌های فوق در منطقه خشک و نیمه‌خشک باشد. لازم به ذکر است حاج‌عباسی و همکاران (۱۳۸۶) در طی مطالعات خود، تفاوت معنی‌داری برای مقدار کربنات کلسیم در مناطق مورد مطالعه‌شان (مرتع و زمین کشاورزی) در جنوب و جنوب غربی اصفهان مشاهده نکردند.

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC): بیشترین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی مربوط به اراضی مرتع و کمترین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی مربوط به اراضی بیابانی بود (جدول ۱). مقادیر CEC از مقادیر ماده آلی خاک تبعیت می‌نماید، در واقع کاهش موادالی و نیز کاهش ذرات رس در خاک دلیل کاهش معنی‌دار ظرفیت تبادل کاتیونی در اراضی است (عجمی، ۲۰۰۷). نتایج به دست آمده از این پژوهش نیز موید این مطلب می‌باشد زیرا اراضی بیابانی با داشتن موادالی و رس کم دارای کمترین ظرفیت تبادل کاتیونی هستند و اراضی مرتعی به دلیل دارا بودن بیشترین میزان موادالی و رس در بین کاربری‌های مورد مطالعه دارای بیشترین ظرفیت تبادل کاتیونی هستند.

درصد موادالی خاک: با توجه به جدول ۱ بیشترین ماده آلی مربوط به کاربری مرتع و کمترین ماده آلی مربوط به کاربری صنعتی و بیابان بود، دلیل کمتر بودن موادالی در اراضی کشاورزی نسبت به مرتع می‌تواند کشت و کار و به هم خوردن خاک سطحی و در نتیجه تسریع تجزیه بیولوژیک موادالی، شدت یافتن فرسایش خاک و به دنبال آن هدررفت موادالی همراه با رواناب در اراضی کشاورزی باشد، همچنین کاهش حفاظت فیزیکی موادالی در اثر خرد شدن خاکدانه‌های درشت طی عملیات شخم و افزایش دمای خاک به دلیل کاهش پوشش گیاهی سایه‌انداز در تجزیه موادالی در خاک اراضی زراعی موثر می‌باشد (کارتر و همکاران، ۱۹۹۸). علت کم بودن موادالی در اراضی بیابانی و صنعتی می‌تواند به دلیل شوری بالای خاک و تنک بودن پوشش گیاهی در این مناطق باشد.



درصد شن (sand)، سیلت (silt) و رس (clay): با توجه به جدول ۱ در کاربری‌های متفاوت میانگین میزان شن، سیلت و رس تفاوت معنی‌داری با هم دارند، علت تفاوت در میانگین اجزای تشکیل دهنده بافت خاک در کاربری‌های مختلف می‌تواند مربوط به فرسایش بیشتر در اراضی بیابانی نسبت به اراضی مرتع و کشاورزی باشد. در واقع فرسایش باعث از بین رفتن لایه‌های سطحی و رخنمون شدن لایه‌های عمقی می‌شود (عجمی، ۲۰۰۷).
نتایج این پژوهش نشان داد که خصوصیات خاک در کاربری‌های مورد مطالعه متفاوت می‌باشند که این به دلیل نوع استفاده و مدیریت اعمال شده در این اراضی می‌باشد. بیشترین درصد رس، سیلت و مواد آلی و همچنین بیشترین ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری مرتع به دست آمده است. بیشترین درصد شن و بیشترین میزان هدایت الکتریکی در کاربری بیابان مشاهده شد که می‌تواند به دلیل کاهش تراکم پوشش گیاهی و همچنین خشک بودن سطح خاک ایجاد شود. از نظر اسیدیته کمترین میزان اسیدیته در کاربری بیابان مشاهده شد و در نهایت از نظر درصد کربنات کلسیم معادل بین کاربری‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و میزان آن بالا (بالاتر از ۴۰ درصد) بود که نشان‌دهنده آهکی بودن خاک‌های منطقه است.

منابع

حاج عباسی، م.، بسالت‌پور، ا.، مللی، ا.، ۱۳۸۶. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنوب و جنوب غربی اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره چهل و دوم.
محمدی، ج.، ح.، خادمی و م.، نائل، ۱۳۸۴. بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم‌های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹(۳): ۱۰۵-۱۱۹.
نیک‌نهادقرماخر، ح.، ۱۳۹۰. مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره دوم.
وحدت‌خواه، م.، م.، ه.، فریور و م.، سرچشمه‌پور. ۱۳۹۲. مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع کاربری / پوشش‌های اراضی دشت ماهان-چوپار. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۷(۶۴): ۱۰۷-۱۱۷.
قبادیان، ع.، ۱۳۷۴. علل شور شدن زمین‌های خوزستان و روش‌های کنترل آن، دانشگاه جندی‌شاپور اهواز. ایران.
عجمی، م.، (۱۳۸۵). تاثیر تغییر کاربری اراضی و موقعیت‌های مختلف ژئومورفیک بر پارامترهای کیفیت خاک، میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی رس در اراضی لسی شرق استان گلستان، حوزه آبخیز آق‌سو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Carter, M.R., Gregorich, E.G., Angers, D.A., Donald, R.G. and Bolinder, M.A. ۱۹۹۸. Organic C and N storage and organic C fraction in adjacent cultivated and forested soils of eastern Canada. *Soil and Tillage Research*, ۴۷:۲۵۳-۲۶۱.

Celik, ۲۰۰۵. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey, *Soil and Tillage Research* ۸۳: ۲۷۰-۲۷۷.

Geissen, V., R. Sanchez-Hernandez, C. Kampichler, R. Ramos-Reyes, A. Sepulveda-Lozada, S. Ochoa-Goana, B. H. De Jong, E. Huerta-Lwanga and S. Hernandez-Daumas, ۲۰۰۹, Effects of Land Use Change on Some Properties of Tropical Soils-An Example From Southeast Mexico, *Geoderma*, ۱۵۱, PP. ۸۷-۹۷.

Guilin, L., C. Jie, S. Zhiying, and T. Manzhi. ۲۰۰۷. Establishing a minimum dataset for soil quality assessment based on soil properties and land-use changes. *Acta Ecologica Sinica* ۲۷(۷): ۲۷۱۵-۲۷۲۴.

Abstract

Studying the effect of different land-uses on changing soil properties allows identifying sustainable managements and subsequently preventing increased soil degradation. This research considered four different land-uses including agricultural, industrial, rangeland, and desert uses. Twenty-five soil samples of each use (totally ۱۰۰ soil samples) were prepared from ۰-۳۰ cm depths and electrical conductivity of saturated extraction, pH, cation exchange rate, and percentages of calcium carbonate equivalent, organic materials, sand, silt, and clay of the samples were measured. Research results determined the most amounts of silt, clay, organic material and cation exchange in pasture use as ۳۹.۶, ۳۶.۳, ۱.۰۷ percent and ۱۹.۴۸ meq/۱۰۰ g of soil, respectively. Maximum and minimum values of electrical conductivity were ۵۴ dS/m and ۸.۵۵ dS/m for desert use and agriculture use, respectively. There were no significant difference among agricultural, industrial, and rangeland uses as far as pH was concerned ($p < 0.05$), but it showed a significant relationship as far as desert use was concerned ($p < 0.05$). Finally, there were no significant relationships among the four uses in terms of calcium carbonate equivalent at the level of ۵ percent. The results showed that condition of pasture use was more favorable than the one of other uses as far as the properties under study.



مقایسه تاثیردانه بندی ذرات در کاربری های مختلف با توجه به پارامتر آماری جورشدگی بر فرسایش بادی (مطالعه موردی: دامغان)

شعله شاهوردی قهفرخی^۱، شیما نیکو^۲، ناصر مشهدی^۳، حامد جنیدی جعفری^۴، محمدکیا کیانیان^۵
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد بیابانزدایی دانشگاه سمنان، ۲-استادیار دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، ۳-استادیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان دانشگاه تهران، ۴-استادیار دانشگاه کردستان، ۵-مربی آموزشی دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان

چکیده

ایجاد فرسایش و تولید رسوب در یک منطقه تابع عوامل مختلفی است که یکی از مهمترین عوامل تغییر در نوع استفاده از اراضی می باشد. در تحقیق حاضر به بررسی رابطه بین تغییرات کاربری اراضی با تغییرات فیزیکی خاک از جمله قطر ذرات خاک و چگونگی جورشدگی ذرات پرداخته شده است. در این راستا جهت دستیابی به میزان پراکنش ذرات مختلف ابتدا با توجه به نقشه کاربری اراضی و نقشه توپوگرافی از دو کاربری اراضی کشاورزی و اراضی مرتعی ده نمونه برداشت شد و پس انجام آزمایش الک خشک درصد وزنی قطر هریک از ذرات مشخص و با استفاده از نرم افزار GRADI STATE پارامتر آماری جورشدگی مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه به دست آمده این که ذرات در اراضی کشاورزی از جورشدگی بهتری برخوردار می باشند.

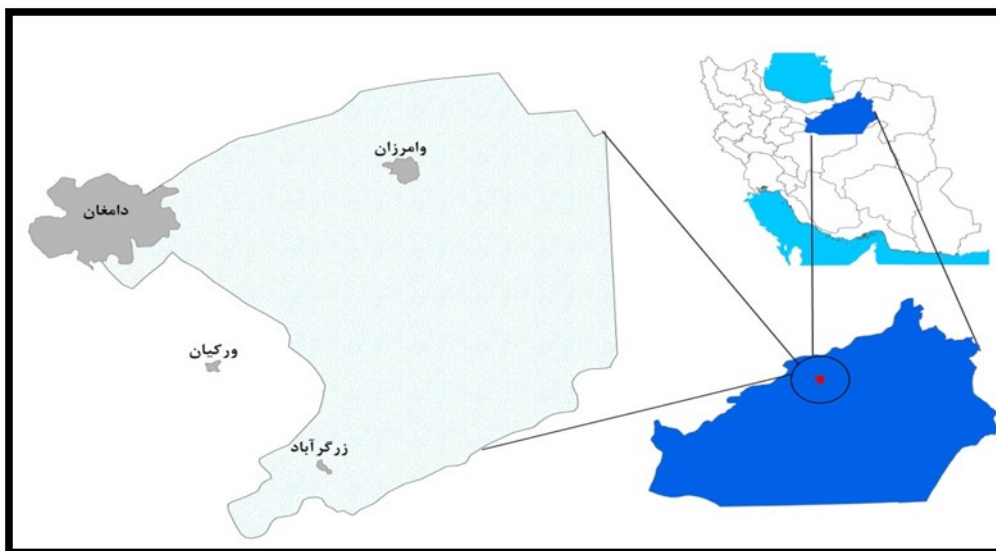
کلمات کلیدی: دانه بندی، پارامتر آماری، جورشدگی، دامغان، کاربری اراضی، فرسایش بادی

مقدمه:

فرسایش بادی یکی از جنبه های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود (کوپینگر و همکاران، ۱۹۹۱)، به طوری که حدود یک ششم اراضی جهان را تحت تاثیر خود قرار داده است (اسکیدمور، ۲۰۰۰). در سطح جهانی حدود ۵۴۹ میلیون هکتار در اثر فرسایش بادی مورد تخریب قرار گرفته که ۲۹۶ میلیون هکتار آن دارای فرسایش بادی شدید می باشد (لال، ۲۰۰۳). این در حالی است که فرسایش بادی یکی از عوامل اصلی محدود کننده حاصلخیزی خاک در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران می باشد (ژائو و همکاران، ۲۰۰۶) و بنابراین چالشی جدی در برابر تولید پایدار و مدیریت اراضی کشاورزی محسوب می شود. مهار فرسایش بادی زمانی موثرتر خواهد بود که اطلاعات کافی در خصوص عوامل موثر بر آن در دسترس باشد. از این رو لازم است در مورد نحوه و مکانیسم برداشت ذرات خاک و رسوب به وسیله باد، قدرت فرساینده باد و فرسایش پذیری خاک مطالعه صورت گیرد (رفاهی، ۲۰۰۴). از سوی دیگر، امروزه با توسعه مدل های فرایندی، سهم فرایندها و مکانیسمها در وقوع پدیده بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش هایی که در رابطه با فرسایش بادی در دنیا انجام شده، نشان می دهد که شدت فرسایش بادی تابع دو دسته عوامل فرساینده و فرسایش پذیری است (استوت و زیبک، ۱۹۹۶؛ کیانگ و همکاران، ۲۰۰۷). فرسایش پذیری به ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک و همچنین شرایط سطحی آن مربوط می شود، در حالی که فرساینده به فیزیک باد مانند سرعت آن وابسته است (عظیم زاده و همکاران، ۲۰۰۲؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۷). به طور کلی، خطر فرسایش بادی در مناطقی شدیدتر است که خاک سست، خشک و برهنه بوده و بادهای با سرعت و تکرار زیاد وجود داشته باشد (کادوس و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به اهمیت فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه خشک و لزوم بررسی در این زمینه و مطالعات نه چندان زیادی که در این زمینه صورت گرفته است این پژوهش به مطالعه نقش توزیع اندازه ذرات و میزان جورشدگی بین آنها و تاثیرشان بر فرسایش بادی در کاربری های مختلف پرداخته است.

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از حوزه آبخیز بسته دامغان در دامنه جنوبی رشته کوه های البرز است که در حد فاصل عرض های جغرافیایی شمالی ۳۶°۰۲' تا ۳۶°۱۱' طول جغرافیایی شرقی ۵۴°۰۲' تا ۲۹° واقع شده است. این ناحیه به مساحت ۵۵۸۷/۱۴۱۱۹ هکتار، از شمال به جاده دامغان-شاهرود، از غرب به شهر دامغان، از جنوب به کویر حاج علی قلی و از شرق به روستای حسین آباد محدود شده است. (شکل ۱)



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

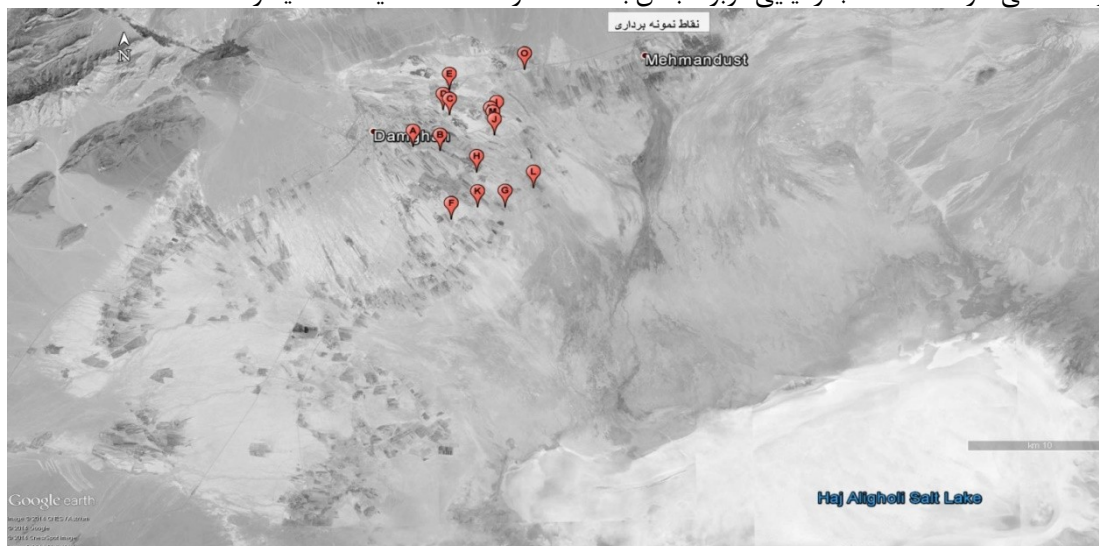
مواد:

- گردآوری اطلاعات و ادبیات مورد نیاز تحقیق با استفاده از روش کتابخانه ای و بررسی و مطالعه اسناد و مدارک موجود؛
- داده‌های حاصل از بازدیدهای میدانی
- نرم افزارهای Arc GIS، Gradi State
- نقشه‌های توپوگرافی جهت تعیین منطقه مورد مطالعه و بستن مرز منطقه و تعیین نقاط نمونه برداری

روش:

۱- برداشت صحرائی

نمونه برداری به صورت سیستماتیک در دو تیمار (اراضی کشاورزی و اراضی مرتعی) و پنج تکرار از عمق صفر تا ده سانتی متری از سطح زمین به صورتی که خاکدانه‌های خاک بهم نخورد برداشت میشود که در کل ۱۰ نمونه برای بررسی برداشت می‌شود. هر نقطه ای که برداشت می‌شود مختصات جغرافیایی مربوط به آن با استفاده از دستگاه GPS یادداشت میشود.



شکل ۲- موقعیت نقاط نمونه برداری



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۲- دانه بندی نمونه‌ها

دانه بندی نمونه‌ها، براساس روش الگ خشک که به نام آنالیز الگ معروف است انجام گرفت (اندرسن ۲۰۰۴^{۱۳۹}). بدین ترتیب که، هر نمونه برداشت شده از صحرا در سینی ریخته و از بقایای گیاهی و هر ذره اضافی پاک گردید. تک تک نمونه‌ها وزن گردیدند، سپس هر نمونه با استفاده از دستگاه تکان دهنده برقی به مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۹۰ الگ شدند و بعد از آن مقدار خاک باقی مانده در هر الگ نیز وزن گردیدند.

جدول ۱- نتایج آنالیز الگ کل نمونه‌ها

اندازه الگ/شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
>۲۰۰۰	۸/۸۹	۲/۸۷	۵/۸۲	۸۳	۷/۸۹	۵/۸۵	۸۱	۷/۵۸	۷/۹۲	۹/۷۴
۲۰۰۰-۱۱۸۰	۲/۲	۴/۳	۷/۴	۵/۳	۴/۲	۶/۴	۴	۹/۷	۶/۱	۴/۴
۱۱۸۰-۶۰۰	۹/۱	۹/۲	۹/۳	۶/۵	۴/۲	۳/۴	۱/۵	۶/۱۲	۱/۲	۵/۶
۶۰۰-۲۵۰	۸/۱	۴/۲	۳/۳	۸/۳	۹/۱	۴/۳	۵/۳	۷/۱۱	۸/۱	۲/۶
۲۵۰-۱۵۰	۲/۱	۴/۱	۲	۴/۱	۴/۱	۶/۱	۶/۲	۲/۵	۹/۰	۳/۴
۱۵۰-۷۵	۸/۱	۶/۱	۲/۲	۴/۱	۴/۱	۵/۰	۵/۲	۸/۲	۵/۰	۷/۲
pan	۳/۱	۱/۱	۵/۱	۲/۱	۷/۰	۱/۰	۳/۱	۱/۱	۳/۰	۱

$$SDI = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

۴- جور شدگی

شاخصی است که یکنواختی ذرات تشکیل دهنده رسوب و دور و نزدیک بودن قطر نمونه حول قطر میانه را نشان می‌دهد. مقدار عددی شاخص جورشدگی برای اغلب تپه‌های ماسه‌ای جهان، حدود ۵۵/۰-۲۶/۰ است. در جدول ۳-۶ انواع جورشدگی ذرات بر حسب میزان انحراف معیار رسوب توسط فولک نشان داده شده است (احمدی ۱۳۹۱)

جدول ۲- انواع جورشدگی ذرات رسوب

انواع جورشدگی ذرات رسوب	دامنه‌ی عددی میزان انحراف معیار رسوب بر حسب فی
جورشدگی بسیار خوب	$SD < 0.35$
جورشدگی خوب	$SD < 0.5 > 0.35$
جورشدگی خوب تا متوسط	$SD < 0.71 > 0.5$
جورشدگی متوسط	$SD < 1 > 0.71$
جورشدگی بد	$SD < 2 > 1$
جورشدگی بسیار بد	$SD < 4 > 2$
جورشدگی بی نهایت بد	$SD > 4$

منبع: Folk, ۱۹۷۴

۴- نتایج آنالیز دانه بندی حاصل از نرم افزار GRADI STATE

در این قسمت از پژوهش اعداد به دست آمده از قسمت دانه بندی را با استفاده از نرم افزار GRADI STATE مورد بررسی قرار داده و پارامتر آماری کشیدگی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. همانطور که مشاهده می‌شود زمین‌های کشاورزی دارای جور شدگی بهتری نسبت به زمین‌های مرتعی دارند.

جدول ۳- پارامتر جورشدگی نمونه‌ها در زمینهای کشاورزی

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
جورشدگی	متوسط	خوب	متوسط	خوب	متوسط

جدول ۴- ۱۰- پارامترهای جورشدگی نمونه‌ها در زمینهای مرتعی

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵

Anderson - ۱۳۹



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

متوسط	بد	بد	بد	بد	جورشدگی
-------	----	----	----	----	---------

نتیجه گیری

همانطور که از نتایج بر می آید جور شدگی در زمین های کشاورزی بهتر است هرچه جور شدگی ذرات بیشتر فرسایش و حمل ذرات توسط باد کمتر است و از طرفی زمین های مرتعی دارای جورشدگی بد هستند که این نشان دهنده این است که منطقه دارای فرسایش بادی است و ذرات درشت حمل نشده و ذرات ریز حمل شده اند این نتایج با نتایج حیدری (۱۳۹۰) در دشت یزد مطابقت دارد که وضعیت جور شدگی نمونه ها در طبقه متوسط قرار گرفته است پس لازم است که مدیران به این امر توجه نموده و اقدامات حفاظتی را به کار گیرند زیرا این منطقه با توجه به وجود ارگ دامغان یکی از مناطق برداشت فرسایش بادی است.

منابع

- Azimzadeh, H.R., and Ekhtesasi, M.R. ۲۰۰۳. Wind erosion: Effect of soil physical and chemical properties on threshold wind velocity (Case study: Yazd- Ardakan Plain). Iranian J. Natur. Resour. ۵۷: ۲. ۱-۱۱. (In Persian)
- Azimzadeh, H.R., Ekhtesasi, M.R., Hatami, M., and Akhavan Ghalibaf, M. ۲۰۰۲. Effect of soil physical and chemical properties on wind erodibility and presenting its prediction model in Yazd-Ardakan Plain. J. Agric. Sci. Natur. Resour. ۹: ۱. ۱۳۹-۱۵۱. (In Persian)
- Bullock, M.S., Larney, F.J., Izaurralde, R., and Feny, Y. ۲۰۰۱. Overwinter change in wind erodibility of clay loam soils in Southern Alberta. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۵: ۲. ۴۲۳-۴۳۰.
- Coppinger, K.D., Reiners, W.A., Burke, I.C., and Olson, R.K. ۱۹۹۱. Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium ۱۳۷ distribution. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۵: ۲۵۴-۲۵۸.
- Cornelis, W.M., Gabriels, D., and Hartmann, R. ۲۰۰۴. A parameterisation for the threshold shear velocity to initiate deflation of dry and wet sediment. Geomorphology, ۵۹: ۴۳-۵۱.
- Dong, Z., Liu, X., and Wang, X. ۲۰۰۲. Aerodynamic roughness of gravel surfaces. Geomorphology, ۴۳: ۱۷-۳۱.
- Ekhtesasi, M.R. ۱۹۹۳. Wind Erosion Sensitivity Map of Yazd-Ardakan Plain Using Wind Erosion Meter. MSc. Thesis. Natural Resources Faculty, University of Tehran. ۲۳۷p. (In Persian)
- Kardous, M., Bergametti, G., and Marticorena, B. ۲۰۰۵. Wind tunnelexperiments of the effects of tillage ridge features on wind erosion horizontal fluxes. Annales Geophysicae, ۲۳: ۱۰. ۳۱۹۵-۳۲۰

Abstract

Erosion and sediment production in the region is subject to many factors, one of the most important factors is the change in land use. The present study examines the relationship between land use changes on soil physical changes such as the diameter of the soil particles and the particles has been sorted. In this context, in order to achieve the distribution of particles, according to the land use map and topographic map of the land for agriculture and pasture lands ten samples Sieve test and dry weight of each particle diameter by the use of the software sorted GRADI STATE statistical parameters were studied and the result is that the sorting of particles in agricultural lands are the better.



اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و معدنی بر غلظت برخی عناصر محلول در یک خاک آهکی در دوره‌های زمانی مختلف پس از کاربرد

زهرا زارعی^۱ و سید علی اکبر موسوی^۲

۱ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۲ - استادیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر سطوح ۰ صفر، ۰۵/۰، ۱/۰ و ۲/۰ گرم پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌وینیل‌استات در کیلوگرم خاک و سطوح ۰، ۵/۰، ۱ و ۲ گرم پوکه معدنی و پرلیت در کیلوگرم خاک بر میزان عناصر محلول در یک خاک لومرسی (خاک سری کوی‌اساتید واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز) تحت شرایط آزمایشگاه در زمان‌های ۱۰، ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاربرد اصلاح‌کننده‌ها انجام شد. کاربرد پلی‌اکریل‌آمید سبب افزایش معنی‌دار سدیم محلول خاک شد و پلی‌اکریل‌آمید، پلی‌وینیل‌استات و پوکه معدنی میزان کلسیم، منیزیم و پتاسیم محلول را به‌طور معنی‌داری افزایش داد در حالی‌که با کاربرد پرلیت غلظت پتاسیم و کلسیم محلول کاهش یافت. گذشت زمان سبب افزایش سدیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پلی‌وینیل‌استات، پوکه معدنی و پرلیت شد ولی در خاک‌های تیمار شده با پلی‌اکریل‌آمید با گذشت زمان غلظت سدیم محلول کاهش یافت. غلظت پتاسیم محلول نیز در خاک‌های تیمار شده با پلی‌اکریل‌آمید، پلی‌وینیل‌استات و پوکه معدنی با گذشت زمان کاهش یافت. واژه‌های کلیدی: پلی‌اکریل‌آمید، پلی‌وینیل‌استات، پرلیت، پوکه معدنی

مقدمه

استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک در کشاورزی علاوه بر تاثیر بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک می‌تواند بر ویژگی‌های شیمیایی خاک نیز موثر باشند این اصلاح‌کننده‌ها از ترکیبات شیمیایی مختلفی تشکیل شده‌اند و مقادیر متفاوتی از عناصر غذایی در خاک آزاد می‌کنند همچنین با توجه به ساختار شیمیایی متفاوت این اصلاح‌کننده‌ها مواد افزوده شده به خاک می‌توانند ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی خاک، ماده آلی خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، نسبت جذب سدیم و ... را تغییر دهند. یکی از این موادی که برای اصلاح خاک استفاده می‌شود پلیمر آلی پلی‌اکریل‌آمید (PAM) با فرمول شیمیایی $\text{CH}_2\text{-CH-CO-NH}_2$ می‌باشد که در آب قابل حل بوده و پ‌هاش محلول ۵/۰ درصد آن در آب ۵/۶ تا ۵/۸ و جرم مخصوص ظاهری آن ۷۵۰ تا ۸۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (گی و بادر، ۱۹۸۶). از اصلاح‌کننده‌های آلی دیگر می‌توان به پلیمر پلی‌وینیل‌استات اشاره کرد. پلی‌وینیل‌استات (PVAc) از جمله پلیمرهای آلی است که به دلیل نداشتن خطرات زیست‌محیطی می‌تواند نقش قابل توجهی در حفاظت خاک داشته باشد (کراولی و همکاران، ۲۰۰۸).

از جمله اصلاح‌کننده‌های معدنی در کشاورزی می‌توان پرلیت و پوکه معدنی را نام برد. پرلیت مورد استفاده در کشاورزی ماده‌ای معدنی، با دوام، سبک وزن با پ‌هاش تقریباً خنثی و غیر سمی است (لانگفورد، ۱۹۸۰). از اثرات پرلیت بر خاک می‌توان به مطلوب نمودن وضع تهویه و زهکشی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک اشاره نمود. از آنجا که پرلیت عایق گرما می‌باشد، نوسانات دمای خاک را نیز کاهش می‌دهد (کوک، ۱۹۸۷).

اصلاح‌کننده دیگر مورد استفاده در این پژوهش پوکه معدنی (پومیس) می‌باشد. ذرات پومیس متشکل از شبکه‌های داخلی به هم پیوسته نامنظم می‌باشند. از مشخصات این کانی می‌توان به مقاومت زیاد در برابر انقباض و انبساط، تخلخل زیاد، جرم مخصوص بسیار کم (۵/۰ تا ۷/۰ گرم بر سانتی متر مکعب)، قابلیت جذب آب نسبتاً زیاد و قابلیت ذخیره آب برای گیاه پس از اشباع شدن، سبک بودن و استحکام زیاد را نام برد (مهمت، ۲۰۰۵). شارما و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهشی تاثیر پومیس را بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک تحت کشت گندم بررسی و گزارش کردند که کاربرد پومیس کربن آلی و سدیم در دسترس خاک افزایش یافت در حالی‌که مقدار پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، فسفر، پتاسیم و کلسیم در دسترس کاهش یافت. بهبهانی و همکاران (۱۳۸۴) در آزمایش خود با کاربرد هیدروژل به نسبت‌های ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی از حجم محیط رشد خیار گلخانه‌ای که ترکیبی از کوکوپیت و پرلیت بود و اعمال کم آبیاری به صورت آبیاری با ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، میزان عناصر غذایی روی، منگنز، آهن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم، تبادل کاتیونی و پ‌هاش را در بستر گیاهان، اندازه‌گیری و بیان کردند بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد از نظر ذخیره عناصر غذایی در بسترهای مورد بررسی وجود دارد و همچنین ابرجاذب در ذخیره سازی عناصر غذایی، بیشترین تاثیر را در ذخیره سازی فسفر و نیتروژن و کمترین تاثیر را در نگهداری منگنز داشت. آنان گزارش کردند میزان تبادل کاتیونی در بستر تیمار شده با ۳۰ درصد جایگزینی ابرجاذب ۹۴ درصد بیشتر از شاهد بود.



مواد و روش‌ها

در این تحقیق خاک مورد نیاز از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک سری کوی اساتید با بافت لوم رسی (Loamy-Xerorthents) skeletal over fragmental carbonatic mesic fluventic در ایستگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه در ارتفاع ۱۸۵۲ متری از سطح آزاد دریا و واقع بر طول جغرافیای ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه برداشته شد. خاک‌ها پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی متر برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی با استفاده از روش‌های معمول استاندارد مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفت (جدول ۱).

آزمایش در شرایط آزمایشگاه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. آزمایش با چهار سطح (۰، ۰۵/۰، ۱/۰ و ۲/۰ گرم در کیلوگرم) از پلیمرهای پلی اکریل امید و پلی وینیل استات، و چهار سطح (۰، ۵/۰، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم) پوکه معدنی و پرلیت انجام و اندازه‌گیری‌ها در سه زمان ۱۰، ۳۰ و ۶۰ روز پس از افزودن تیمارها به خاک انجام شد. به این ترتیب که در تیمارهای بدون مواد آلی و معدنی مورد نظر، مقدار ۵ کیلوگرم خاک درون گلدان‌های ۵ کیلویی مورد نظر ریخته شد. جهت اضافه کردن پلی اکریل امید مقادیر مورد نیاز پلی اکریل امید پودری به گلدان‌های ۵ کیلوگرمی اضافه و کاملاً با خاک گلدان‌ها مخلوط شد. در تیمار پلی وینیل استات به دلیل سیال بودن پلی وینیل استات مقادیر مورد نیاز از این پلیمر در بشر توزین و با آب مقطر رقیق و به گلدان‌ها اضافه شد و پس از خشک شدن خاک، به‌طور کامل با یکدیگر مخلوط شدند. در تیمارهای ۵ پرلیت به ترتیب مقادیر مورد نیاز پرلیت پودری توزین و به نمونه‌های خاک اضافه و به‌طور کامل با خاک مخلوط شد. به دلیل درشت بودن دانه‌های پوکه معدنی، ابتدا پوکه معدنی مقداری خرد شدند و سپس از الک ۴ میلی متر عبور (با میانگین وزنی قطر ۹/۰ میلی متر) و به گلدان‌های ۵ کیلویی اضافه و به‌طور کامل با خاک مخلوط شد.

گلدان‌ها در شرایط آزمایشگاه در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در حالت رطوبت ظرفیت مزرعه با توزین هفتگی و اضافه کردن آب مقطر نگهداری شدند. اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد نظر در سه زمان ۱۰، ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش انجام شد. هر مرحله ۳ گلدان به عنوان تکرار از شاهد و هر یک از تیمارها انتخاب و اندازه‌گیری‌ها به شرح زیر در هر یک از گلدان‌ها انجام شد. به منظور بررسی اثر کاربرد اصلاح‌کننده‌های مورد استفاده بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه مقدار تقریبی ۵۰۰ گرم از خاک مخلوط شده هر گلدان از الک ۲ میلی متر عبور داده شد و پس از هوا خشک شدن مورد آزمایش قرار گرفت. برای تهیه عصاره اشباع خاک ابتدا گل اشباع تهیه شد و سپس عصاره اشباع با قیف بوختر تهیه و میزان سدیم و پتاسیم در عصاره اشباع توسط دستگاه شعله سنج و به روش شعله‌سنجی (هلمکه و اسپارکس، ۱۹۹۶) و کلسیم و منیزیم محلول نیز با روش رنگ سنجی و تیتراسیون با ای. دی. تی. ا. (ریچاردز، ۱۹۵۴) به دست آمد.

نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی خاک در تیمارهای مختلف به کار برده شده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و EXCEL تجزیه و تحلیل شد.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه (سری کوی اساتید) قبل از اعمال تیمارهای اصلاح‌کننده

ویژگی	مقدار
ضخ (درصد)	۲۲
سیلت (درصد)	۴۸
ریس (درصد)	۳۰
بافت	لوم رسی
بهایش خمیر اشباع	۷۶/۷
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۵/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول بار در کیلوگرم خاک)	۱۱
ماده آلی (درصد)	۹۷/۰
سدیم محلول (میلی اکی‌والان در لیتر)	۵۲/۰
پتاسیم محلول (میلی اکی‌والان در لیتر)	۴۰/۰
کلسیم محلول خاک (میلی اکی‌والان در لیتر)	۰۴/۲
منیزیم محلول (میلی اکی‌والان در لیتر)	۳۳/۱
نسبت جذب سدیم (L ^{-۱} meq ^{-۱})	۲۸۸/۰

نتایج و بحث سدیم محلول خاک

نتایج نشان داد کاربرد ۰۵/۰، ۱/۰ و ۲/۰ گرم پلی اکریل امید در کیلوگرم خاک میانگین سدیم محلول خاک را به طور معنی‌داری به ترتیب به میزان ۷/۱، ۴/۳ و ۵/۵ برابر در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد میانگین سدیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پلی اکریل امید در زمان‌های ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش در مقایسه با ۱۰ روز به میزان ۲۸/۵ و ۷۵/۵ برابر کاهش یافت (جدول ۴). کاربرد پلی وینیل استات در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری بر سدیم محلول خاک نداشت (جدول ۲) و میانگین سدیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پلی وینیل استات تنها در زمان ۶۰ روز پس از شروع آزمایش در مقایسه با ۱۰ روز به طور معنی‌داری به میزان ۴۹ درصد افزایش یافت. کاربرد پوکه معدنی و پرلیت در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری بر سدیم محلول نداشت (جدول ۳). نتایج نشان داد میانگین سدیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پوکه معدنی در زمان‌های ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش در مقایسه با ۱۰ روز به میزان ۴ و ۴۰ درصد و در خاک‌های تیمار شده با پرلیت به ترتیب به میزان ۲ و ۱۵ درصد افزایش یافت (هرچند افزایش‌ها در زمان ۳۰ روز معنی‌دار نبود).



پتاسیم محلول خاک

نتایج نشان با کاربرد ۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ گرم پلی اکریل آمید در کیلوگرم خاک میانگین پتاسیم محلول خاک به ترتیب به میزان ۴۲، ۶۷ و ۱۷۵ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پلی اکریل آمید با گذشت ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش به طور معنی داری به میزان ۷۳/۱ و ۵/۲ برابر در مقایسه با ۱۰ روز کاهش یافت (جدول ۵). نتایج نشان داد تنها با کاربرد ۲/۰ گرم پلی وینیل استات در کیلوگرم خاک پتاسیم محلول به طور معنی داری به میزان ۱۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد با گذشت ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پلی وینیل استات به طور معنی داری به میزان ۲۶ و ۸۵ درصد در مقایسه با زمان ۱۰ روز کاهش یافت. احتمالاً با گذشت زمان پتاسیم از فاز محلول خارج شده و یا در بین لایه‌های رس تثبیت و یا به شکل‌های دیگر پتاسیم تبدیل شده است. نتایج نشان داد کاربرد پوکه معدنی اثر معنی داری بر میزان پتاسیم محلول خاک نداشت. همچنین نتایج نشان داد میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پوکه معدنی با گذشت ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۵۳ درصد و ۳/۱ برابر در مقایسه با ۱۰ روز کاهش یافت (جدول ۶). نتایج نشان داد با کاربرد ۵/۰، ۱ و ۲ گرم پرلیت در کیلوگرم خاک پتاسیم محلول به ترتیب به میزان ۱۲، ۳۳ و ۳۸ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت (جدول ۳). میانگین پتاسیم محلول در خاک‌های تیمار شده با پرلیت در زمان ۳۰ روز پس از شروع آزمایش در مقایسه با ۱۰ روز تفاوت معنی داری نداشت در حالی که در زمان ۶۰ روز پس از شروع آزمایش به میزان ۱۸ درصد در مقایسه با زمان ۱۰ روز کاهش یافت. به نظر می‌رسد پوکه معدنی و پرلیت با جذب پتاسیم از فاز محلول بر سطح خود سبب کاهش میزان پتاسیم محلول شده‌اند. به طوری که با گذشت زمان و جذب بیشتر پتاسیم به وسیله پوکه معدنی و پرلیت و یا تثبیت پتاسیم در بین لایه‌های رس میزان پتاسیم محلول خاک کاهش یافته است.

کلسیم محلول خاک

نتایج نشان داد کاربرد ۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ گرم پلی اکریل آمید سبب افزایش معنی دار کلسیم محلول به ترتیب به میزان ۴۸/۱، ۵۵/۱ و ۶۹/۱ برابر در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). تنها کاربرد ۲/۰ گرم پلی وینیل استات سبب افزایش کلسیم محلول به میزان ۲۷ درصد در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). کاربرد ۵/۰، ۱ و ۲ گرم پوکه معدنی سبب افزایش معنی دار کلسیم محلول به ترتیب به میزان ۱۶، ۱۹ و ۲۴ درصد در مقایسه با شاهد شد. در هر سه زمان مورد مطالعه با افزایش کاربرد پوکه معدنی کلسیم محلول افزایش یافت هر چند برخی افزایش‌ها در مقایسه با شاهد معنی دار نبود (جدول ۵). نتایج نشان داد کاربرد ۵/۰، ۱ و ۲ گرم پرلیت در کیلوگرم خاک سبب کاهش معنی دار کلسیم محلول خاک به ترتیب به میزان ۲۳، ۲۵ و ۴۲ درصد در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳). در هر سه زمان مورد مطالعه با افزایش کاربرد پرلیت کلسیم محلول خاک کاهش یافت هر چند برخی از کاهش‌ها معنی دار نبود (جدول ۵).

منیزیم محلول خاک

نتایج نشان داد کاربرد ۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ گرم پلی اکریل آمید سبب افزایش معنی دار غلظت منیزیم محلول خاک به ترتیب به میزان ۷۹/۲، ۸۹/۲ و ۱۴/۳ برابر در مقایسه با شاهد شد (جدول ۲). با گذشت ۶۰ روز از زمان شروع آزمایش غلظت منیزیم محلول خاک به طور معنی داری به میزان ۱۵ درصد افزایش یافت (جدول ۴). کاربرد ۰/۵، ۱/۰ و ۲/۰ گرم پلی وینیل استات در کیلوگرم خاک به طور معنی داری غلظت منیزیم محلول را به ترتیب به میزان ۶۰، ۷۰ و ۱۰۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۲). نتایج همچنین نشان داد در خاک‌های تیمار شده با پلی وینیل استات زمان اثر معنی داری بر غلظت منیزیم محلول خاک نداشت هر چند با گذشت زمان مشابه آنچه در مورد پلی اکریل آمید مشاهده شد غلظت منیزیم محلول به طور غیر معنی داری افزایش یافت (جدول ۴). نتایج نشان داد کاربرد ۵/۰، ۱ و ۲ گرم پوکه معدنی در کیلوگرم خاک نیز غلظت منیزیم محلول خاک را به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۵۷، ۶۲ و ۶۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. با گذشت ۳۰ و ۶۰ روز پس از شروع آزمایش غلظت منیزیم محلول به ترتیب به میزان ۴ و ۳۴ درصد در مقایسه با زمان ۱۰ روز افزایش یافت (جدول ۳). هر چند بین غلظت منیزیم محلول در زمان‌های ۱۰ و ۳۰ روز اختلاف معنی دار وجود نداشت (جدول ۵). پرلیت اثر معنی داری بر غلظت منیزیم محلول نداشت (جدول ۳). نتایج نشان داد با توجه به کاتیونی بودن پلی اکریل آمید مورد استفاده در این پژوهش از بین اصلاح‌کننده‌های استفاده شده تنها کاربرد این ماده سبب افزایش معنی دار میانگین سدیم و پتاسیم محلول خاک شد که می‌تواند اثرات نامطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و هیدرولیکی خاک داشته باشد که بایستی در مناطقی که با مشکل شوری و قلیایی بودن خاک روبرو هستند به این مسئله توجه شود.

به طور کلی نتایج نشان داد کاربرد پلی اکریل آمید، پلی وینیل استات و پوکه معدنی سبب افزایش معنی دار میانگین غلظت کلسیم و منیزیم محلول در مقایسه با شاهد شد که احتمالاً به دلیل ساختار شیمیایی این مواد می‌باشد که مقادیر متفاوتی از عناصر غذایی آزاد کرده و عناصر آزاد شده می‌تواند بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک مانند هدایت الکتریکی، پایداری خاکدانه‌ها، ظرفیت تبادل کاتیونی و نسبت جذب سدیم موثر باشد. در حالی که کاربرد پرلیت سبب کاهش میانگین غلظت کلسیم و منیزیم محلول در مقایسه با شاهد شد که می‌تواند به دلیل ویژگی‌های پرلیت در جذب عناصر بر سطح خود باشد.

جدول ۲- اثر اصلاح‌کننده‌های آلی بر غلظت عناصر محلول (میلی اکی والان در لیتر) در خاک مورد مطالعه

سطوح	کلسیم	سدیم	پلی اکریل آمید		پلی وینیل استات	
			سدیم	منیزیم محلول	کلسیم	سدیم محلول
			پتاسیم	منیزیم محلول	پتاسیم	منیزیم محلول



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

محلول	محلول	محلول	محلول	محلول	محلول	محلول	محلول	(g/kg)
۰/۳۶ b	۱/۳۶ c	۰/۵۳ a	۲/۶۲ b	۰/۳۶ d	۱/۳۶ b	۰/۵۳ d	۲/۶۲ b*	۰
۰/۳۵ b	۲/۱۸ b	۰/۴۶ a	۲/۷۱ b	۰/۵۱ c	۵/۱۶ a	۱/۴۴ c	۶/۴۹ a	۰/۰۵
۰/۳۸ ab	۲/۳۲ ab	۰/۵۶ a	۲/۸۵ b	۰/۶۰ b	۵/۲۹ a	۲/۳۶ b	۶/۷۰ a	۰/۱
۰/۴۱ a	۲/۷۸ a	۰/۵۲ a	۳/۳۲ a	۰/۹۹ a	۵/۶۳ a	۳/۴۷ a	۷/۰۴ a	۰/۲

* در مورد هر اصلاح کننده میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از نظر آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۳- اثر اصلاح کننده های معدنی خاک بر غلظت عناصر محلول (میلی اکی والان در لیتر) در خاک مورد مطالعه

پرلیت				پوکه معدنی				سطوح (g/kg)
پتاسیم محلول	منیزیم محلول	سدیم محلول	کلسیم محلول	پتاسیم محلول	منیزیم محلول	سدیم محلول	کلسیم محلول	
۰/۳۶ a	۱/۳۶ a	۰/۵۳ b	۲/۶۲ a	۰/۳۷ a	۱/۳۶ b	۰/۵۳ ab	۲/۶۱ b*	۰
۰/۳۲ b	۱/۰۰ a	۰/۵۱ ab	۲/۱۳ b	۰/۳۶ a	۲/۱۳ a	۰/۵۶ a	۳/۰۴ a	۰/۵
۰/۲۷ c	۰/۹۵ a	۰/۴۶ b	۲/۰۹ b	۰/۳۶ a	۲/۲۰ a	۰/۵۴ a	۳/۱۱ a	۱
۰/۲۶ c	۰/۹۰ a	۰/۴۷ b	۱/۸۵ b	۰/۳۷ a	۲/۲۹ a	۰/۴۵ b	۳/۲۵ a	۲

* در مورد هر اصلاح کننده میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از نظر آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۴- اثر گذشت زمان بر غلظت عناصر محلول (میلی اکی والان در لیتر) در خاک تیمار شده با اصلاح کننده های آلی

پلی وینیل استات				پلی اکریل آمید				زمان (روز)
پتاسیم محلول	منیزیم محلول	سدیم محلول	کلسیم محلول	پتاسیم محلول	منیزیم محلول	سدیم محلول	کلسیم محلول	
۰/۴۸ a	۱/۹۵ a	۰/۴۶ b	۲/۶۱ a	۱/۱۲ a	۴/۰۹ b	۴/۴۶ a	۵/۴۵ a*	۱۰
۰/۳۸ b	۲/۱۸ a	۰/۴۱ b	۲/۹۹ a	۰/۴۱ b	۴/۲۵ ab	۰/۷۳ b	۵/۷۶ a	۳۰
۰/۲۶ c	۲/۳۴ a	۰/۶۱ a	۳/۰۲ a	۰/۳۲ c	۴/۷۴ a	۰/۶۶ b	۵/۹۳ a	۶۰

* در مورد هر اصلاح کننده میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از نظر آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۵- اثر گذشت زمان بر غلظت عناصر محلول (میلی اکی والان در لیتر) در خاک تیمار شده با اصلاح کننده های معدنی

پرلیت				پوکه معدنی				زمان (روز)
پتاسیم محلول	منیزیم محلول	سدیم محلول	کلسیم محلول	پتاسیم محلول	منیزیم محلول	سدیم محلول	کلسیم محلول	
۰/۳۲ a	۱/۰۲ a	۰/۴۷ b	۲/۲۱ a	۰/۵۲ a	۱/۷۷ b	۰/۴۶ b	۲/۸۴ a*	۱۰
۰/۳۲ a	۱/۰۳ a	۰/۴۸ b	۲/۲۰ a	۰/۳۴ b	۱/۸۵ b	۰/۴۸ b	۳/۰۱ a	۳۰
۰/۲۷ b	۱/۱۱ a	۰/۵۴ a	۲/۱۰ a	۰/۲۳ c	۲/۳۸ a	۰/۶۳ a	۳/۰۷ a	۶۰

در مورد هر اصلاح کننده میانگین هایی که در هر ردیف یا ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند از نظر آماری با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند. * و ** با استفاده از آزمون دانکن به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشد ns از نظر آماری معنی دار نمی باشد.

منابع

بهبهانی، م، ع، اسدزاده و ج. جیلی. ۱۳۸۴. ارزیابی تاثیر هیدروژل های ابرجاذب و تیمارهای کم آبیاری در نگهداری عناصر غذایی در بسترهای هیدروپونیک. سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد هیدروژل های ابرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۶ آبان، تهران.

Cook, C. D. ۱۹۸۷. Perlite: what it is and it can do for you, Nurser Seryman & Garden Center, U K.

Crowley, J., D. Bell, and B. Kopp-Holtwiesche. ۲۰۰۸. Environmentally-Favorable erosion control with a polyvinyl acetate-based formulation. From <http://www.kiwi-power.com/pdf/QEI-Atlasarticle.pdf>.

Helalia. A. and J. Letey. ۱۹۸۸. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. Soil Science Society of America Journal, ۵۲: ۲۴۷-۲۵۰.

Helmke, p., and D. L. Sparks. ۱۹۹۶. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. In: D. L. Sparks et al. (Eds). Method of Soil Analysis. Part ۳. ۳rd Ed. pp. ۵۵۱-۵۷۴. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison WI, USA.

Langford, R. L. ۱۹۸۰. Perlite: supply & demand, Pub. No. ۲۰۳, Silvaperl Products LTD, UK.

Mehmet, K., K. Emine, O. Y. Nevzat, C. Gokhan, and A. Ata. ۲۰۰۵. Heterogeneous catalytic degradation of cyanide using copper-impregnated pumice and hydrogen peroxide. Water Research, ۳۹: ۱۶۵۲-۱۶۶۲.



Richard, S. L. A. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, U. S. Salinity Laboratory Staff. USDA Hand book NO. ۶۰. Washington, DC, USA. ۱۶۰ P.

Sharma, S., K. Naveen and G. R. Singh. ۲۰۰۲. Soil physical and chemical properties as influenced by flyash addition in soil and yield of wheat. Journal of Scientific and Industrial Research, ۶۱: ۶۱۷-۶۲۰.

Abstract

This research aimed evaluate the effect of four levels of ۰, ۰.۰۵, ۰.۱ and ۰.۲ g polyacrylamide and polyvinyl acetate kg^{-۱} soil and four levels of ۰, ۰.۵, ۱ and ۲ g pumice and perlite kg^{-۱} soil on soluble elements of a clay loam soil (soil series of Kooyeh-Asatid located in College of Agriculture, Shiraz University) under laboratory conditions at three different times of ۱۰, ۳۰ and ۶۰ days after the beginning of experiment Application of polyacrylamide increased caused in soluble sodium. Polyacrylamide, polyvinyl acetate and pumice resulted in a significant increase in calcium and magnesium and potassium but Results indicated that application of perlite caused significant decrease in potassium and calcium. In polyvinyl acetate, pumice and perlite treated soils increase of mean soluble sodium significantly through time but in polyacrylamide treated soils significant decrease in soluble sodium through time. In polyacrylamide, polyvinyl acetate and pumice treated soils decrease in soluble potassium through time.



رابطه سرعت آستانه فرسایش بادی با ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری خاک سطحی در واحدهای ژئومرفولوژی بادی گوناگون

ایرج کوچمی ساردو^۱، علی اصغر بسالت پور^۲ و حسین بشری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲- هیئت علمی استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۳- هیئت علمی استادیار گروه مرتع و ابنخیزداری دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

سرعت آستانه فرسایش بادی، کمترین سرعت باد در ارتفاعی مشخص است که موجب تکان خوردن و حرکت اولین ذرات فرسایش پذیر سطح خاک شده و بیانگر پایداری یا حساسیت خاک‌ها نسبت به وقوع فرایند بادبردگی (شروع فرسایش بادی) می‌باشد. در این پژوهش سرعت آستانه فرسایش بادی در ۱۰ واحد ژئومرفولوژی بادی گوناگون موجود در دشت داوران رفسنجان در ۳ تکرار با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی قابل حمل صحرایی در شرایط طبیعی، اندازه گیری شد. هم‌چنین ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری خاک سطحی در هر نقطه در ۳ تکرار (جمعاً ۹۰ نمونه) تعیین شدند. نتایج نشان داد که سرعت آستانه فرسایش بادی به مقدار زیادی از دو ویژگی چسبندگی ذرات و مقاومت فروپذیری خاک، تأثیر پذیرفته و اثر این ویژگی‌ها یک اثر افزایشی است. هم‌چنین مقایسه اثر ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری خاک سطحی بر سرعت آستانه فرسایش بادی نمایانگر آن بود که مقاومت فروپذیری دارای اثر بیشتری نسبت به ضریب چسبندگی بر سرعت آستانه فرسایش بادی است به گونه‌ای که ضریب تبیین برای ضریب چسبندگی ۶۷/۰ بود در حالی که رابطه رگرسیونی ایجاد شده بین مقاومت فروپذیری خاک و سرعت آستانه فرسایش بادی دارای ضریب تبیین ۷۵/۰ بود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، تونل بادی، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک، سرعت آستانه برداشت ذرات خاک

مقدمه

فرسایش بادی در قرن حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در راستای دستیابی به توسعه پایدار و مدیریت بهینه‌ی زمین‌های کشاورزی می‌باشد که در نتیجه‌ی عوامل اقلیمی و انسانی به وجود آمده و به عنوان سومین چالش مهم جامعه جهانی شناخته می‌شود (رضایی راد و همکاران، ۱۳۸۹). هم‌چنین از فرسایش بادی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل برهم خوردن تعادل اکوسیستم‌های بیابانی یاد شده است که تخریب و نابودی آن‌ها را به دنبال دارد. باد به علت نیروی قوی و عملکرد در سطح وسیع و نیز نامساعد بودن شرایط مناطق خشک و بیابانی از نظر پوشش گیاهی سبب می‌شود که میزان فرسایش و رسوب گذاری در چنین مناطقی گاه تا چندین برابر فرسایش آبی باشد (Sadeghi Ravesh et al., ۲۰۱۲). از آنجا که فرسایش بادی مهم‌ترین عوامل در هدررفت خاک سطحی، ماده آلی در مناطق خشک و نیمه خشک است بنابراین فرسایش بادی نقش تخریب کننده قوی در تخریب ساختمان خاک و عدم پایداری آن دارد (مروتی شریف آباد، ۱۳۸۰). مقدار هدررفت خاک در اثر فرسایش بادی تابعی از دو فرایند جدا شدن ذرات و انتقال آن می‌باشد. فرایند جدا شدن ذرات نیز به نوبه خود به دو زیرفرایند بادبردگی (جابجایی رسوبات بادی و ذرات فرسایش پذیری سطح خاک توسط نیروی برشی باد) و سایش (ساییدگی عوامل سطحی توسط نیروی حاصل از برخورد ذرات جهشی) بستگی دارد (دلآوری کامیاب و همکاران، ۱۳۸۹).

سرعت آستانه فرسایش خاک سطحی، یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد نیاز جهت طراحی اصولی و صحیح بادشکن‌های زنده و غیر زنده به عنوان یکی از کنترل فرسایش بادی می‌باشد (دلآوری کامیاب و همکاران، ۱۳۸۹). فرسایش بادی هنگامی شروع می‌شود که انرژی باد در یک سطح فرسایش پذیر، بیش از انرژی مورد نیاز برای به حرکت درآوردن خاک‌دانه‌های کوچک یا ذرات اولیه خاک در آن سطح باشد. به حداقل سرعت بادی که این انرژی را تأمین می‌کند، سرعت آستانه فرسایش بادی گویند (Calott et al., ۲۰۰۶). به بیان دیگر، به کمترین سرعت باد که موجب جابجایی و حرکت اولین ذرات خاک می‌گردد را سرعت آستانه فرسایش بادی گویند. تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی از مبانی اساسی کنترل باد و حفاظت خاک در مناطق بیابانی محسوب می‌شود (رفاهی، ۱۳۸۷). اصول مبارزه زیستی و مکانیکی به ویژه ایجاد شبکه بادشکن بر پایه محاسبه سرعت آستانه فرسایش بادی انجام می‌گیرد. بنابراین مطالعه و بررسی سرعت آستانه فرسایش و عوامل موثر بر آن ضروری به نظر می‌رسد.

بررسی و مقایسه سرعت آستانه فرسایش بادی در اراضی طبیعی با اراضی دستکاری شده (شخم خورده) نشان داده است که سرعت آستانه فرسایش بادی در اراضی دستکاری شده به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر می‌باشد، زیرا اصولاً قشر سطحی قسمتی از خاک‌های بیابانی خاصه سطوح گلاسی (شیب ملایم) در پای کوه‌ها، در طی قرن‌ها فعالیت‌های فرسایش بادی و آبی، مواد ریزدانه با تشکیل پوسته‌های سخت نمکی یا سنگریزه در مقابل فرسایش مقاوم شده است. مسلماً هر گونه دست کاری در ساختمان خاک این مناطق و یا شخم آن می‌تواند فرسایش پذیری خاک را چندین برابر کند. در واقع با شخم زدن خاک‌های بیابانی سرعت آستانه آن‌ها به

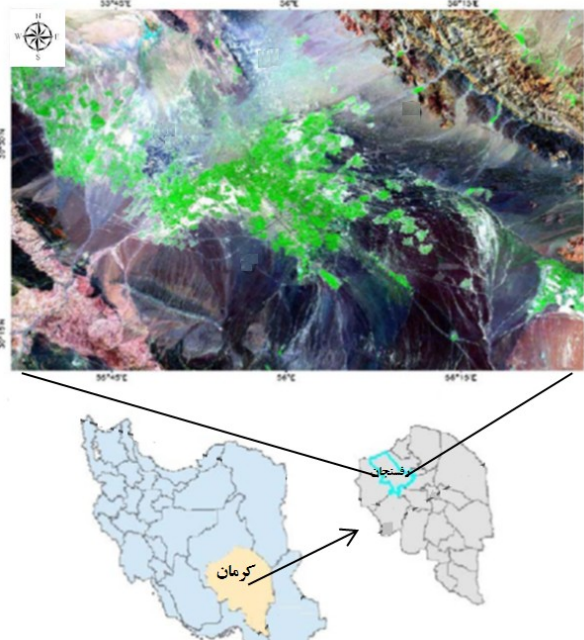
میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد که این درصد افت به بافت به بافت خاک و فراوانی ذرات درشت آن بستگی دارد (دلآوری کامیاب و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به هزینه‌های سنگین کنترل فرسایش بادی و دشوار بودن شرایط کاری، انتخاب شیوه‌های اصولی و فنی در جهت تثبیت این مناطق، علاوه بر افزایش بازدهی کار در کاهش هزینه‌ها نیز مؤثر خواهد بود. روش‌های تثبیت شن روان بسیار متنوع است، ولی اصولاً همه‌ی آن‌ها بر پایه‌ی کاهش سرعت باد و ایجاد پوشش گیاهی استوار می‌باشد، بنابراین آگاهی از سرعت آستانه و عوامل مؤثر بر روی آن اهمیت فراوان دارد (خنامانی و همکاران، ۱۳۸۹).

چسبندگی و مقاومت فروپذیری از ویژگی‌های مهم خاک هستند که بر روی سرعت آستانه و در نتیجه میزان فرسایش بادی مؤثر می‌باشد به شکلی که هر چه چسبندگی ذرات خاک بیشتر باشد خاک در مقابل فرسایش بادی مقاوم‌تر است. در واقع خاکی که چسبندگی ذرات آن زیاد باشد نیروهای لازم برای پیوند دادن ذرات اولیه خاک به همدیگر و در نتیجه تشکیل خاک‌دانه‌ها را فراهم می‌کند (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۸۱). در این پژوهش با اندازه‌گیری سرعت آستانه فرسایش بادی در واحدهای ژئومرفولوژی بادی در بخشی از دشت رفسنجان به وسیله‌ی دستگاه شبیه‌ساز فرسایش بادی و نیز محاسبه ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری خاک سطحی در این واحدها، به مطالعه و بررسی اثرات ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری بر سرعت آستانه‌ی فرسایش بادی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

۱.۱. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، دشت داوران (۴۵° ۰۰' تا ۵۶° ۰۷' ۰۹" طول شرقی و ۳۶° ۳۰' تا ۳۵° ۰۰' عرض شمالی) واقع در ۱۵ کیلومتری شرق رفسنجان با مساحتی معادل ۳۷۶۵ هکتار می‌باشد که در داخل محدوده کانون بحرانی لاهیجان (یکی از ۴ کانون بحرانی فرسایش بادی در دشت رفسنجان) قرار دارد (شکل ۱). دشت داوران به واسطه حاکم بودن شرایط کویری که ناشی از تأثیرات اقلیم نامناسب از جمله تبخیر بسیار بالا، بارندگی کم (کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در کل شهرستان و ۶۰ میلی‌متر در مناطق دشتی)، پراکنش نامنظم بارندگی، درجه حرارت مطلق ۴۰ درجه، رطوبت نسبی پایین، طولانی بودن فصل خشک و اختلاف زیاد بین دمای شب و روز و نیز فشار چرای دام در این مناطق، فقر شدید پوشش گیاهی در شهرستان و به ویژه دشت داوران را به همراه داشته است و منجر به تخریب خاک و فرسایش شدید بادی تا حد تشکیل تپه‌های شنی در بعضی از مناطق از جمله منطقه داوران (محدوده مورد مطالعه) و هم‌چنین گسترش کویرهای نمک، شن و ریگ شده است.



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه (دشت داوران، ۴۵° ۰۰' تا ۵۶° ۰۷' ۰۹" طول شرقی و ۳۶° ۳۰' تا ۳۵° ۰۰' عرض شمالی)

۲.۲. اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک و تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی

به منظور تعیین نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه از رخساره‌های ژئومرفولوژی به عنوان واحد کاری استفاده شد. برای این منظور، آخرین تصویر ماهواره‌ای IRS موجود از منطقه تهیه و پس از تعیین محدوده مورد مطالعه، ۱۰ رخساره‌ی ژئومرفولوژی بادی در



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

منطقه تعیین شد. سپس با توجه به مساحت، توپوگرافی، پوشش گیاهی و موقعیت راه‌ها در هر رخساره، به طور میانگین سه نقطه نمونه برداری با سه تکرار تعیین گردید. پس از مشخص کردن نقاط مورد مطالعه، سرعت آستانه در هر نقطه در صحرا به وسیله دستگاه سنجش فرسایش بادی اندازه‌گیری گردید. همچنین مقاومت فروپذیری خاک سطحی در هر نقطه در سه تکرار (جمعاً ۹۰ نمونه) به وسیله پنترومتر اندازه‌گیری شد. برای انجام مطالعات آزمایشگاهی، سه نمونه خاک نیز از هر نقطه برداشت گردید. پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه و به منظور انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، خاک‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. ماده‌ی آلی خاک به روش والکی و بلاک (Nelson and Sommers, ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون برگشتی (Nelson, ۱۹۸۲)، اجزاء بافت خاک به روش پیپت (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، تعیین شدند. ضریب چسبندگی با استفاده از فرمول ارائه‌شده توسط شباتی و همکاران، برای هر کدام از نمونه‌های خاک محاسبه گردید. پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک و آماده‌سازی داده‌ها، برخی خصوصیات آماری داده‌ها بررسی و سپس تجزیه و تحلیل آماری در محیط نرم‌افزار SAS انجام شد.

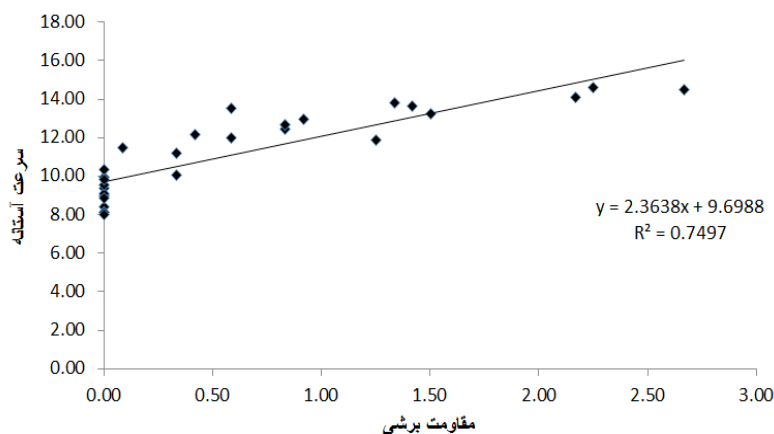
نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها به منظور بررسی اثر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک بر سرعت آستانه فرسایش بادی در جداول ۱ و ۲ آمده است. نتایج نمایان‌گر آن بود که اثر مقاومت فروپذیری بر سرعت آستانه فرسایش بادی در سطح احتمال یک درصد آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین بر اساس نتایج بدست آمده یک رابطه مستقیم با ضریب تبیین برابر ۷۵/۰ بین مقاومت فروپذیری و سرعت آستانه برقرار بود (شکل ۳) که نمایان‌گر آن است که با زیاد شدن مقاومت فروپذیری خاک سطحی، توانایی خاک برای مقاومت نمودن در برابر تنش‌های وارده و عدم از هم گسیختگی ذرات خاک، بیش‌تر شده و بنابراین عوامل فرسایش بادی از جمله باد به انرژی بیشتری برای جدا کردن و به حرکت درآوردن ذرات خاک نیاز خواهند داشت (سرعت آستانه فرسایش بادی افزایش می‌یابد). در واقع باد برای جدا کردن و به حرکت درآوردن اولین ذرات در خاک‌های با مقاومت فروپذیری بالا، به انرژی بیشتری نیاز داشته و بنابراین سرعت آستانه برداشت ذرات خاک بالاتر خواهد بود.

جدول (۱): تجزیه واریانس اثر مقاومت فروپذیری خاک بر روی سرعت آستانه فرسایش بادی

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۱	۹۵۹/۹۳	۹۵۹/۹۳	۳۲/۷۷**
باقی مانده	۲۶	۵۹۴/۳۱	۲۱۵/۱	
کل	۲۷	۵۵۴/۱۲۵		

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد



شکل (۳): رابطه رگرسیونی بین سرعت آستانه فرسایش بادی و مقاومت فروپذیری

نتایج تجزیه واریانس ضریب چسبندگی و سرعت آستانه فرسایش بادی نیز نشان داد که اثر چسبندگی بر روی سرعت آستانه فرسایش بادی یک اثر افزایشی (معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد) بوده و با افزایش ضریب چسبندگی، فرسایش پذیری خاک کمتر می‌شود (جدول ۲ و شکل ۴). به‌طور کلی با افزایش چسبندگی در سطح، مقاومت به برداشت در برابر انرژی فرسایش بادی بیشتر می‌شود و بنابراین به سرعت باد بیشتری برای برداشت ذرات خاک نیاز خواهد بود. در واقع افزایش چسبندگی ذرات خاک سبب کاهش فرسایش پذیری در برابر عوامل فرسایش بادی از جمله باد می‌شود و بنابراین سرعت آستانه فرسایش بادی افزایش می‌یابد.

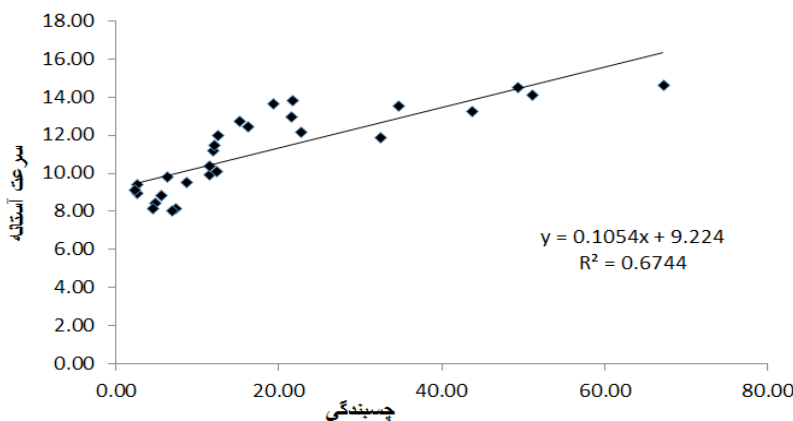


چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول (۲): تجزیه واریانس رگرسیون چسبندگی خاک بر روی سرعت آستانه فرسایش بادی

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۱	۶۳۵/۸۴	۶۳۵/۸۴	۷۸/۵۳**
باقی مانده	۲۶	۹۱۸/۴۰	۵۷۳/۱	
کل	۲۷	۵۵۴/۱۲۵		

**معنی دار در سطح احتمال یک درصد



شکل (۴): رابطه رگرسیونی بین سرعت آستانه فرسایش بادی و ضریب چسبندگی خاک سطحی

همچنین مقایسه اثر ضریب چسبندگی و مقاومت فروپذیری خاک سطحی بر سرعت آستانه فرسایش بادی نمایان گر آن بود که مقاومت فروپذیری دارای اثر بیشتری نسبت به ضریب چسبندگی بر سرعت آستانه فرسایش بادی بود به گونه ای که از ضریب تبیین برای ضریب چسبندگی ۶۷/۰ بود در حالی که رابطه رگرسیونی ایجاد شده بین مقاومت فروپذیری خاک و سرعت آستانه فرسایش بادی دارای ضریب تبیین ۷۵/۰ بود (شکل های ۳ و ۴). این نتایج بیان گر آن است که اثر افزایشی مقاومت فروپذیری بر سرعت آستانه نسبت به اثر افزایشی چسبندگی بر روی سرعت آستانه، بیشتر است. دلیل اصلی بیشتر بودن اثر مقاومت فروپذیری خاک سطحی بر سرعت آستانه فرسایش بادی نسبت به چسبندگی ذرات خاک را می توان چنین بیان کرد که چسبندگی به مقدار زیادی به میزان ذرات رس بستگی دارد. در واقع اگر مقدار ذرات رس در خاک زیاد باشد چسبندگی نیز بالا خواهد بود. اما لازمه شکل گیری خاک دانه ها و پایداری آن ها علاوه بر وجود ذرات رس، به میزان کافی ماده آلی، اکسیدهای آهن و کربنات کلسیم نیاز می باشد که طبق آزمایش ها انجام شده میزان ماده آلی و کربنات کلسیم در بسیاری از واحدهای کاری منطقه مورد نظر پایین بود و تغییرات آن ها در واحدهای کاری اندک بود. بنابراین در بسیاری از واحدها با وجود میزان کافی رس، خاک دانه ها از پایداری بالایی برخوردار نبودند. از طرف دیگر واحدهای کاری که از مقاومت فروپذیری بالایی برخوردار بودند به دلیل اینکه باد برای جداسازی ذرات خاک به انرژی زیادی نیاز داشت سرعت آستانه فرسایش بادی به مراتب در این واحدهای کاری با مقاومت فروپذیری بالا، بیشتر بود. بنابراین به نظر می رسد که به سبب کمبود ماده آلی و عوامل سیمان کننده از جمله آهک و اکسیدهای آهن در مناطق خشک از جمله منطقه مورد نظر، اثر افزایشی مقاومت فروپذیری خاک سطحی بر سرعت آستانه فرسایش بادی نسبت به چسبندگی محسوس تر خواهد بود.

منابع

- عظیم زاده، ح.، اختصاصی، م.، حاتمی، م.، و قالیباف، م. ۱۳۸۱. مطالعه تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شاخص فرسایش پذیری بادی و ارائه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد اردکان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱، سال نهم
- دلآوری کامیاب، ا.، خسروانی، م.، و رهبر نیا، م. ۱۳۸۹. ارزیابی روش های تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه کویر میقان. جنگل و مرتع شماره ۸۵*۶۰
- خنامانی، ع.، کریم زاده، ح.، جعفری، ر.، و صفایی قهنویه، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی فرسایش بادی با استفاده از مدل IRIFR جهت تعیین وضعیت بیابان زایی منطقه شرق اصفهان، دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار، ۲۷ تا ۲۸ تا بهمن ماه، یزد.
- رضایی راد، ن.، هاتفی، ا.، صابری، م.، و برغمندی، م. ۱۳۸۹. برآورد پتانسیل رسوب دهی فرسایش بادی در منطقه بیابانی شهرستان اسفراین با استفاده از مدل ایریفر. دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان های گرد و غبار، ۲۷ تا ۲۸ تا بهمن ماه، یزد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

زارعی محمودآبادی، ه.، چابک بلداجی، م.، ابراهیمی خوسفی، ز.، و طباطبایی زاده، م. ۱۳۸۹. برآورد شدت فرسایش بادی با استفاده از مدل ایریفر در جمز طبس. دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، ۲۷ تا ۲۸ تا بهمن ماه، یزد. رفاهی، ح. ۱۳۸۷. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.

مرروتی شریف آباد، ا. ۱۳۸۰. مطالعه‌ی رابطه‌ی فرسایش پذیری خاک سطحی توسط باد با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در منطقه رودشت اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Webb, N. P., McGowan, H. A., Phinn, S. A. and McTainsh, G. ۲۰۰۶. AUSLEM (AUSTRALIAN Land Erodibility Model): A tool for identifying wind erosion hazard in Australia. *Journal of Geomorphology*, ۷۸: ۱۹۷-۲۰۰.

Sadeghi Ravesh, M., Reyahi Khoram, M. and Khosravi, H. ۲۰۱۲. Zoning wind erosion potential risk in central Iran using modified numerical taxonomy model. *Journal of Agriculture and environment*, ۱۲(۱): ۹۱-۹۹.

Abstract

Wind erosion threshold speed, minimum speed of wind at altitude is known to cause agitation, the first particles of soil erosion is possible. Thus this parameter indicates stability or susceptibility of soils to the process abrasion (start wind erosion). In this study, the threshold speed of wind erosion was determined in ۱۰ wind erosion geomorphological units in the Davaran plain in Rafsanjan city (sought east Iran) using a field portable wind erosion simulator in ۳ replications in natural conditions. Furthermore, the soil adhesion coefficient and penetration strength were measured in each point in ۳ replications. The results showed that the threshold velocity of wind erosion is greatly influenced by the soil adhesion coefficient and penetration strength properties. Comparison of the impacts of soil adhesion coefficient and penetration strength on threshold velocity of wind erosion indicated that the soil penetration strength had higher influence on threshold velocity of wind erosion compared to the soil adhesion coefficient where a coefficient of determination of ۰.۶۷ between threshold velocity of wind erosion and the soil adhesion coefficient values obtained while it was ۰.۷۵ between the wind erosion and the soil adhesion coefficient.



کارایی مدل‌های فرکتالی در ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها

شیوا محمدیان خراسانی^۱، مهدی همایی^۲، ابراهیم پذیرا^۳
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

پایداری خاکدانه‌ها باعث کاهش فرسایش و تخریب خاک و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود. پایداری خاکدانه‌ها شاخصی از عملکرد خاک است که از آن برای تعیین کیفیت خاک استفاده می‌شود و در ارزیابی خاک اهمیت فراوانی دارد. یکی از روش‌های نوین برای توضیح کمی ساختمان خاک، استفاده از مفهوم هندسه فرکتالی است. در این روش، با تعیین بعد فرکتالی خاکدانه‌ها می‌توان وضعیت پایداری آنها را در مقیاس‌های مختلف به صورت کمی بررسی کرد. هدف از انجام این پژوهش کمی‌سازی ساختمان خاک با شاخص‌های متداول و مقایسه آن با بعد فرکتالی به دست آمده برای خاکدانه‌های خاک در پهنه وسیع بود. بدین منظور، نمونه‌های خاک دست نخورده از یک منطقه زراعی گردآوری و فراوانی نسبی اندازه خاکدانه‌ها و جرم ویژه ظاهری آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مدل فرکتالی جرم-اندازه تیلر و ویت گرفت از توانایی مناسبی برای توضیح کمی پایداری خاکدانه‌ها برخوردار است. همچنین مدل جرم-اندازه تیلر و ویت گرفت، در سری الک‌های خشک با دو شاخص پایداری خاکدانه‌ها و در سری الک تر تنها با شاخص میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها همبستگی مناسبی دارد.

واژه‌های کلیدی: بعد فرکتالی، پایداری خاکدانه، مدل تیلر و ویت گرفت

مقدمه

پایداری خاکدانه‌ها شاخصی از عملکرد خاک است که از آن برای تعیین کیفیت خاک استفاده می‌شود و در ارزیابی خاک اهمیت فراوان دارد، زیرا اگر خاکدانه‌ها در اثر جذب آب و یا برخورد با ماشین‌آلات کشاورزی متلاشی نشوند، بیانگر این است که آبیاری، بارندگی، عملیات کاشت و داشت و برداشت تأثیر سویی بر ساختمان خاک نداشته و خاک از یک پایداری نسبی و مطلوب برخوردار است (بای‌بوردی، ۱۳۸۸). وضعیت خاکدانه‌ها با استفاده از شاخص‌های اندازه، شکل و پایداری ارزیابی می‌شوند (Harris et al., ۱۹۶۵).

از هندسه فرکتالی به منظور کمی نمودن و تشریح اشکال نامنظم طبیعت می‌توان استفاده کرد (Mandelbrot, ۱۹۸۲). شکل‌های فرکتالی در مقیاس‌های مختلف خودهمانند، بعد فرکتالی آن‌ها عددی غیر صحیح و در مقیاس میکروسکوپی بسیار پیچیده می‌باشند. شکل‌های فرکتالی برخلاف شکل‌های هندسی اقلیدسی به هیچ وجه منظم نیستند. این شکل‌ها سرتاسر نامنظم و میزان بی‌نظمی آن‌ها در تمامی مقیاس‌ها یکسان است و جسم فرکتالی از دور و نزدیک یکسان دیده می‌شود. سه ویژگی ساختمان خاک که امکان مدل کردن آن را با هندسه فرکتالی فراهم می‌کند: تشکیل از راه تکرار^{۱۰}، خود تشابهی^{۱۱} و بعد غیر صحیح می‌باشند.

کاربردهای هندسه فرکتالی در علوم خاک نشان داده خاکی که دارای ویژگی‌های فرکتالی است، یک محیط متخلخل حاوی ترکیبات متفاوت ذرات با شکل نامنظم و ساختار خودهمانند می‌باشد (Tyler and Wheatcraft, ۱۹۸۹; Rieu and Sposito, ۱۹۹۱ a,b; Yang et al., ۱۹۹۳; Kravchenko and Zhang, ۱۹۹۸).

Su و همکاران (۲۰۰۴) طی نتایج به دست آمده پی بردند که بعد فرکتالی به فرآیندهای خاک حساس بوده و با افزایش خاک، Dm کاهش می‌یابد و بین بعد فرکتالی و خواص خاک رابطه خطی وجود دارد.

مطالعات محدودی که با استفاده از هندسه فرکتالی در علوم خاک انجام شده حاکی از اهمیت این روش در کمی‌سازی پارامترهای خاک می‌باشد. بنابراین کاربرد هندسه فرکتالی برای بیان کمی ساختمان خاک و مقایسه آن با شاخص‌های رایج موضوعی با اهمیت به شمار می‌آید. از طرفی، محیط خاک به دلیل ناهمگون بودن در پهنه وسیع، تغییرپذیری بسیار زیادی داشته و شبیه‌سازی شرایط واقعی سطح خاک نیاز به اندازه‌گیری‌های فراوان دارد که زمان‌بر و هزینه‌بر است. بنابراین با روش‌های در نظر گرفته شده در این پژوهش، می‌توان با اطلاعات و داده‌های محدود، تضمینی قابل قبول از پارامترهای مدنظر را به دست آورد. اهداف مورد بررسی در این پژوهش محاسبه پارامترهای فرکتالی مدل جرم-اندازه تیلر و ویت گرفت پایداری خاکدانه‌ها و مقایسه آن با مدل‌های تجربی و بررسی رابطه بین این دو مدل بود.

^{۱۰}. Iterative Formation

^{۱۱}. Self Similarity



مواد و روش‌ها

برای انجام کار، نمونه‌های مورد نظر به صورت چند ریز نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک برداشت و پس از هوا خشک کردن، آزمایش‌های مربوط به سری‌های الک تر و خشک بر روی آنها اعمال گردید. برای محاسبه شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها از دو مدل تجربی و مدل فیزیکی جرم- اندازه تیلر و ویت گرفت توزیع تجمعی جهت برازش توزیع جرم- اندازه خاکدانه‌ها استفاده شد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از رابطه Van Bavel (۱۹۴۹) بدست آمد:

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{X}_i w_i \quad (1)$$

که در آن \bar{X}_i میانگین قطر خاکدانه‌ها در هر کلاس اندازه، w_i نسبت وزن خاکدانه‌های خشک باقی مانده روی هر الک به وزن کل خاکدانه‌ها و n تعداد الک به کار برده شده می‌باشد. میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها از رابطه Mazurak (۱۹۵۰) محاسبه شد:

$$GMD = \exp \left[\frac{\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right] \quad (2)$$

که در آن w_i وزن خاکدانه‌ها در هر یک از کلاس‌ها با میانگین قطر \bar{x}_i و $\sum w_i$ وزن کل خاک می‌باشد. بعد فرکتالی خاکدانه‌ها با استفاده از مدل جرم- اندازه تیلر و ویت گرفت بدست آمد:

$$M(r < R) / MT = (R / RL)^{3-D} \quad (3)$$

که در آن $M(r < R)$ جرم تجمعی خاکدانه‌های با اندازه r (کوچک‌تر از مقیاس اندازه‌گیری R)، M_T جرم کل، R_L پارامتری که اندازه بزرگ‌ترین خاکدانه را تخمین می‌زند و D بُعد فرکتالی می‌باشد.

نتایج و بحث

در جدول ۱، همبستگی شاخص‌های تجربی با ابعاد فرکتالی در حالت خشک و جدول ۲ همبستگی شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها با ابعاد فرکتالی مدل جرم- اندازه تیلر و ویت گرفت در حالت تر نشان داده شده است. شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها در سری الک خشک با بُعدهای فرکتالی مدل جرم- اندازه Tyler و Wheatcraft در سطح معنی‌داری ۱٪ و در سری الک تر، تنها شاخص GMD با بُعدهای فرکتالی مدل جرم- اندازه Tyler و Wheatcraft در سطح معنی‌داری ۱٪ دارای همبستگی منفی می‌باشند. این نتایج با نتایج به دست آمده از تحقیقات Kay و Perfect (۱۹۹۱) همخوانی دارند.

جدول ۱- همبستگی شاخص‌های تجربی با ابعاد فرکتالی مدل‌ها در حالت خشک

مدل‌های فرکتالی				شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها MWD و GMD)	
الک خشک				الک تر	
	GMD	MWD	GMD	MWD	GMD
D مدل جرم- اندازه تیلر و ویت گرفت	۰.۶۵۵/۰-*	۰.۹۰۲/۰-*	۰.۱۰۲/۰-*	۰.۰۷۸/۰-*	۰.۰۷۸/۰-*

**نمایانگر این است که در سطح ۱٪ همبستگی معنی‌داری وجود دارد و اعدادی که فاقد علامت می‌باشند عدم وجود همبستگی معنی‌دار را نشان می‌دهند، رنگ خاکستری نیز نشانه‌ی این است که در سطح ۱٪ بیشترین همبستگی بین بُعدهای فرکتالی مدل‌ها و شاخص‌های تجربی وجود دارد.

جدول ۲- همبستگی شاخص‌های تجربی با ابعاد فرکتالی مدل‌ها در حالت تر

مدل‌های فرکتالی				شاخص‌های تجربی پایداری خاکدانه‌ها MWD و GMD)	
الک تر				الک خشک	
	GMD	MWD	GMD	MWD	GMD
D مدل جرم- اندازه تیلر و ویت گرفت	۰.۲۰۹/۰-*	۰.۱۰۹/۰-*	۰.۲۴۸/۰-*	۰.۶۱۲/۰-*	۰.۶۱۲/۰-*

**نمایانگر این است که در سطح ۱٪ همبستگی معنی‌داری وجود دارد و اعدادی که فاقد علامت می‌باشند عدم وجود همبستگی معنی‌دار را نشان می‌دهند، رنگ خاکستری نیز نشانه‌ی این است که در سطح ۱٪ بیشترین همبستگی بین بُعدهای فرکتالی مدل‌ها و شاخص‌های تجربی وجود دارد.



منابع

- بای بوردی، م. ۱۳۸۸. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- Harris, R. F., Chesers, G., Allen, O. N. ۱۹۶۵. Dynamics of soil aggregation. *Advance in Agr.* ۱۸: ۱۰۷-۱۶۰.
- Kravchenko, A., Zhang, R. D. ۱۹۹۸. Estimating the soil water retention from particle-size distribution: a fractal approach. *Soil Sci. J.* ۱۶۳(۳): ۱۷۱-۱۷۹.
- Mandelbrot, B. B. ۱۹۸۲. *The fractal geometry of nature.* W. H. Freeman, san francisco, CA.
- Mazurak, A. P. ۱۹۵۰. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Sci.* ۶۹: ۱۳۵-۱۴۸.
- Perfect, E., Kay, B. D. ۱۹۹۱. Fractal theory applied to soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۵۵۲-۱۵۵۸.
- Rieu, M., Sposito, G. ۱۹۹۱a. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: I. Theory. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Rieu, M., Sposito, G. ۱۹۹۱b. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties: II. Applications. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۵: ۱۲۳۹-۱۲۳۸.
- Su, Y. Z., Zhao, H. L., Zhao, W. Z., Zhang, T. H. ۲۰۰۴. Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. *Geoderma.* ۱۲۲: ۴۳-۴۹.
- Tyler, S. W., Wheatcraft, S. W. ۱۹۸۹. Application of fractal mathematics to soil water retention estimation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۳: ۹۸۷-۹۹۶.
- Tyler, S. W., Wheatcraft, S. W. ۱۹۹۲. Fractal scaling of soil particle-size distribution: Analysis and limitations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۶: ۳۶۲-۳۶۹.
- Van Bavel, C. H. M. ۱۹۴۹. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*
- Yang, P. L., Luo, Y. P., Shi, Y. C. ۱۹۹۳. Soil fractal character token by particle-mass distribution. *Sci. Bull. J.* ۳۸: ۱۸۹۶-۱۸۹۹ (in Chinese).

Abstract

Stability of soil aggregates causes to diminish soil erosion and degradation and minimizes the environmental pollution. Soil aggregate stability, as a measure of soil quality, is an important index for soil assessment. One of the relatively novel methods to describe soil structure is the so-called fractal geometry. In fractal geometry, the aggregate stability can be quantitatively analyzed by determining fractal dimension on different scales. The objective of this study was to quantify soil structure by means of common indexes as well as by fractal dimensions of aggregates in a large scale. Consequently, the required undisturbed soil samples were taken from some agricultural areas. The samples were air-dried and subjected to dry and wet sieves experiments. The intact bulk density of samples was obtained by pichnometer method. The results indicated reasonable outputs of the mass-size model of Tyler and Wheatcraft. Furthermore, a reasonable agreement was obtained between the fractal dimensions and geometric and weighted mean aggregate sizes for the dry sieve experiments.



برآورد فرسایش خاک حوضه آبخیز گزازچای خلخال با استفاده از مدل مورگان - مورگان فینی در محیط GIS

حسین طالب پور^۱، حجت امامی^۲ و صادق پورمحمد^۳

۱- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- کارشناس اداره منابع طبیعی شهرستان کوثر

چکیده

امروزه پتانسیل زیادی برای استفاده از فناوری GIS در اجرای دقیق مدل های فرسایش خاک وجود دارد. هدف از این مطالعه اجرای مدل فرسایش خاک مورگان و مورگان فینی ۲۰۰۱ (MMF) با نرم افزار ILWIS۳.۳ در حوضه آبخیز گزازچای خلخال و برآورد میزان تلفات خاک برای کل حوضه آبخیز و زیر حوضه های هیدرولوژیک، کاربری های اراضی، واحدهای خاک و مقایسه آنها با همدیگر می باشد. بر این اساس متوسط سالانه فرسایش خاک حوضه آبخیز ۸۲۲/۰ (ton/ha) بوده که در این میان مناطق بحرانی دارای بیشترین میزان فرسایش خاک به ترتیب زیر حوضه ۲-G۴ با ۹۴/۱ (ton/ha) و تیپ واحد اراضی ۱-۳-۳ با ۳۱/۱ (ton/ha) و کاربری زراعت دیم با ۸۲/۰ (ton/ha) و پوشش گیاهی از نوع As-OnI (Astragalus - Onobrychis D) با ۹۷/۰ (ton/ha) می باشند که بایستی در اولویت عملیات های مبارزه با فرسایش خاک در منطقه قرار گیرند.

واژه های کلیدی: فرسایش خاک، مورگان فینی، GIS، خلخال

مقدمه

فرسایش خاک به عنوان عامل اصلی تخریب اراضی در مقیاس جهانی شناخته شده است. برآورد میزان تلفات خاک جهت ارزیابی خطر فرسایش آبی خاک در حوضه های آبخیز بسیار مهم می باشد. از آنجاییکه اندازه گیری مستقیم فرسایش و رسوب واقعی حوضه در روی زمین بسیار پرهزینه و زمانبر بوده و در عین حال تعمیم آن به مناطق بزرگتر همواره با اشکال مواجه است، در این میان برآورد میزان تلفات خاک برای حوضه های آبخیز از طریق مدلسازی همواره مورد توجه کارشناسان امر بوده است. اکثر مدل های مورد استفاده در فرسایش خاک، روش های تجربی از نوع جعبه خاکستری بوده که جدیداً محققین به این نتیجه رسیده اند که این گونه مدل ها چندان کارایی ندارند. امروزه تاکید بر روشهایی است که مبتنی بر مدل های فیزیکی اند لذا به تدریج تجزیه و تحلیل های تجربی جای خود را به حل معادله های دیفرانسیل می دهند (مورگان ۱۹۸۶). مدل فرسایش مورگان و مورگان-فینی ۲۰۰۱ (MMF) به عنوان پلی ما بین مدل های USLE و مدل های CREAMS، ANSWERS محسوب می شود که دارای پایه فیزیکی قویتری نسبت به USLE و سادگی بیشتری نسبت به CREAMS و ANSWERS می باشد. این مدل فرایند فرسایش خاک را به دو فاز آب و فاز رسوب تفکیک می نماید و فرسایش خاک به عنوان جدایش ذرات خاک فقط بوسیله ضربات قطرات باران و انتقال این ذرات بوسیله جریان سطحی تعریف می شود. هدف از این مطالعه اجرای مدل فرسایش خاک مورگان و مورگان فینی ۲۰۰۱ (MMF) در محیط نرم افزار ILWIS۳.۳ برای حوضه آبخیز گزازچای خلخال و برآورد میزان تلفات خاک برای کل حوضه آبخیز و زیر حوضه های هیدرولوژیک و نیز به تفکیک کاربری های اراضی و واحدهای خاک و تیپ های پوشش گیاهی مرتعی و مقایسه آنها با همدیگر می باشد.

مدل فرسایش مورگان و مورگان-فینی ۲۰۰۱ (MMF) فرایند فرسایش خاک را به دو فاز آب و فاز رسوب تفکیک می نماید و فرسایش خاک به عنوان جدایش ذرات خاک بوسیله ضربات قطرات باران و انتقال این ذرات بوسیله جریان سطحی تعریف می شود. این مدل توسط ارائه دهندگان آن با استفاده از اطلاعات کرت های فرسایشی برای ۷۶ محل مطالعاتی در ۱۲ کشور واسنجی شده که کاربرد آن در ۴۷ محل تایید شده است (Morgan R.P.C, A. ۲۰۰۱).

برای بکارگیری این مدل نیاز به بررسی ۱۵ عامل و ۶ معادله در دو فاز جداگانه آب و رسوب می باشد که در ذیل به اختصار آمده است. در فاز اول مدل، برای تخمین میزان جدایش پذیری ذرات خاک توسط ضربات قطرات باران، در ابتدا انرژی جنبشی بارندگی منطقه توسط فرمول (۱) محاسبه می گردد.

$$E = R \times (11.9 + 8.7 \times \log I) \quad (1)$$

که در آن R، E و I به ترتیب انرژی جنبشی باران بر حسب (J/m²)، میزان بارندگی سالانه بر حسب میلی متر و شدت بارندگی در منطقه بر حسب (mm/hr) می باشد. در مرحله بعد میزان جدایش ذرات خاک (F) بر حسب (kg/m²) توسط انرژی جنبشی بارندگی (E) توسط فرمول (۲) برآورد می گردد.

$$F = K \times (E \times e^{(-0.05 \times A)}) \times 1.0 \times 10^{-3} \quad (2)$$



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

K و A به ترتیب شاخص جدایش پذیری خاک بر حسب (gr/l) و درصد بارندگی شرکت کننده در عمل جدایش ذرات خاک برای هر بارش دائم یا درصد برخورد قطرات باران با پوشش گیاهی (فاکتور برگاب) می باشد. طبق تعریف فرسایش خاک در این مدل، میزان ذرات جدا شده خاک تخمین زده شده، در مرحله بعد آماده انتقال توسط رواناب سطحی در منطقه می گردد. میزان رواناب سطحی ایجاد شده (Q) بر حسب میلی متر در منطقه طبق فرمول (۳) برآورد می گردد.

$$Q = R \exp(-R_c / R_o) \quad (3)$$

R بارندگی سالانه (میلی متر) و پارامترهای R_o و R_c طبق فرمول های (۴) و (۵) ذیل محاسبه میگردند.

$$R_c = 1000 \cdot MS \cdot BD \cdot RD \cdot (E_t / E_o) \cdot 0.5 \quad (4)$$

$$R_o = R / R_n \quad (5)$$

MS همان ظرفیت نگهداری رطوبت خاک (رطوبت F_c)، BD یا جرم مخصوص ظاهری خاک (بر حسب gr/cm^3)، RD برابر عمق ریشه دوانی پوشش گیاهی در خاک (بر حسب m)، E_t/E_o هم میزان تبخیر و تفرق واقعی به پتانسیل در منطقه و پارامتر R_n نیز برابر با تعداد روزهای بارانی در منطقه می باشد.

پس از محاسبه میزان حجم رواناب (Q)، ظرفیت حمل یا انتقال رواناب سطحی (پارامتر G) بر حسب (kg/m^2) طبق فرمول (۶) برآورد و تخمین زده می شود:

$$G = C \times Q^2 \times \sin(S) \times 10^{-3} \quad (6)$$

C فاکتور مدیریت پوشش گیاهی در مدل فرسایش جهانی RUSLE می باشد و پارامتر S نیز فاکتور شیب توپوگرافیکی بر حسب رادیان می باشد. پس از محاسبه میزان جدایش ذرات خاک (F) و میزان ظرفیت انتقال رسوب جریان سطحی (G) در نهایت میزان تلفات خاک در واحد سطح منطقه از بین عدد حداقل میان دو فاکتور G و F خواهد بود (حسینعلی زاده و همکاران ۱۳۸۵، مورگان ۲۰۰۱، تاکیل ۲۰۰۷).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان اردبیل و یکی از زیر حوزه های حوزه آبخیز سد سفیدرود در شهرستان خلخال می باشد و در مختصات $47^\circ 21' 48''$ تا $48^\circ 29' 51''$ طول شرقی و $48^\circ 29' 51''$ تا $37^\circ 29' 08''$ عرض شمالی واقع شده و به حوضه آبخیز گرازچای معروف است. مساحت این حوضه آبخیز حدود $73/7517$ هکتار، حداقل و حداکثر و ارتفاع متوسط منطقه به ترتیب 1600 ، 2420 و 1972 متر از سطح دریا و شیب متوسط آن 22 درصد می باشد. بارندگی متوسط سالانه و میانگین دمای سالانه منطقه نیز به ترتیب $6/431$ میلی متر و $2/8$ درجه سانتیگراد می باشد (مهندسین مشاور جامع ایران ۱۳۸۵). کلیه پارامترهای مورد نیاز مدل طبق مراحل ذیل به ترتیب در محیط GIS با استفاده از نرم افزار ILWIS ۳.۲ آماده گردیدند:

۱- نقشه شیب منطقه بر حسب رادیان به فرمت رستری از مدل رقومی ارتفاعی منطقه تهیه گردید. نقشه طبقات بارش نیز به فرمت رستری با توجه به رابطه همبستگی ارتفاع و بارش و معادله رگرسیونی آنها از روی مدل رقومی ارتفاع منطقه تهیه شده است. متوسط شدت بارندگی 30 دقیقه ای در حوضه آبخیز گرازچای برابر $2/39$ میلیمتر بر ساعت و تعداد روزهای بارانی مورد نیاز مدل در منطقه 27 روز می باشد.

۲- نقشه اجزای واحد اراضی و کاربری اراضی منطقه با استفاده از تفسیر تصویر ماهواره اسپات سال 2010 با دقت 4 متری، نقشه های توپوگرافی و نیز بازدیدها و اندازه گیری های میدانی تهیه گردیده و پارامترهای مورد نیاز مدل به صورت جدول توصیفی به نقشه های مذکور لینک گردید و سپس از طریق عملیات ساخت نقشه های رستری از روی جداول توصیفی، نقشه های رستری مربوط به هر یک از پارامترهای مورد نیاز مدل MMF تهیه گردید.

۳- برای انجام مدلسازی از روی پارامترهای آماده شده در مراحل قبلی، از دستورات محاسبات نقشه های رستری در محیط خط دستور نویسی نرم افزار ایلویس استفاده شده است. کلیه نقشه های رستری لازم برای مدلسازی از قبیل انرژی جنبشی باران، عمق ریشه دوانی خاک سطحی، فاکتور برگاب یا درصد بارش شرکت کننده در پاشمان، رواناب سطحی، فاکتور مدیریت پوشش گیاهی، نسبت تبخیر و تفرق واقعی به پتانسیل و ظرفیت ذخیره رطوبتی خاک طبق فرمول های مربوطه در داخل نرم افزار ایلویس محاسبه و آماده گردید و در نهایت میزان تلفات خاک در واحد سطح منطقه (بر حسب kg/m^2) از بین عدد حداقل میان دو فاکتور G و F گرفته می شود و از دستور عملگر MIN در ایلویس برای این منظور استفاده می شود. در ادامه با استفاده از قطع دادن نقشه رستری فرسایش خاک با هر یک از نقشه های رستری خاک و کاربری های اراضی، زیر حوضه های هیدرولوژیک و تیپ های پوشش گیاهی مرتعی در محیط نرم افزار، میانگین فرسایش خاک بر حسب تن در هکتار برای هر یک از کاربریهای اراضی و اجزای واحد اراضی و واحدهای هیدرولوژیک و تیپ های مراتع به طور جداگانه محاسبه گردید.

نتایج و بحث

متوسط فرسایش خاک حوزه آبخیز گرازچای طبق مدل فرسایش خاک مورگان- مورگان فینی MMF برابر $82/0$ تن در هکتار در سال برآورد گردید لازم به ذکر است طبق مطالعات تفصیلی اجرایی حوضه آبخیز گرازچای مهندسین مشاور جامع ایران در سال 1385 ، متوسط فرسایش خاک این حوزه آبخیز براساس مدل MPSIAC معادل $9/6$ تن در هکتار در سال برآورد شده است که تقریباً 8 برابر مقدار برآوردی مان در این تحقیق می باشد. از آنجاییکه پس از سالهای $82-1381$ و مطالعات مهندسین مشاور به تعداد 14



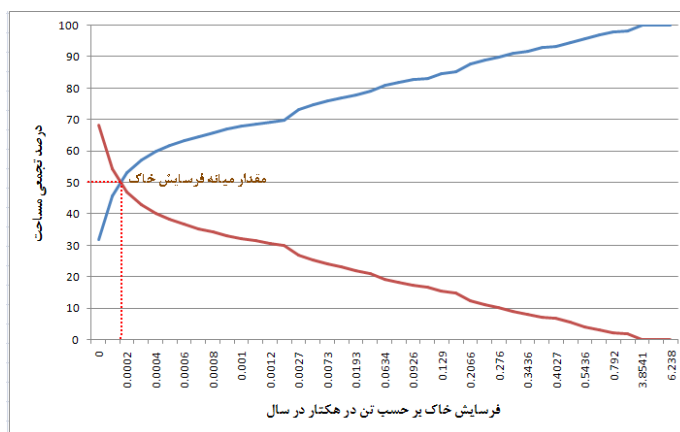
چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مورد بند گابیونی (هر کدام با حجم متوسط ۴۰ متر مکعب) و ۳۸ مورد بند سنگ ملاتی (هر کدام با حجم متوسط ۳۰۰ متر مکعب) دربخش هایی از حوزه آبخیز گزازچای (زیر حوضه های G1-1-1 و G1-1-2) احداث گردیده است، بررسی رسوبات پشت این بندهای احداث شده نشان می دهد که پس از گذشت ۱۰ سال، هنوز بیش از یک سوم حجم این بندها توسط رسوبات پر نشده است. این واقعیت نشان دهنده برآورد درست و نزدیک به واقعیت مدل MMF نسبت به مدل MPSIAC درحوزه آبخیز گزازچای می باشد. شاخص های آماری دو پارامتر مهم فیزیکی مدل یعنی فاکتور جدایش پذیری خاک F و فاکتور قدرت حمل رسوب رواناب G نشان می دهد میزان تلفات خاک منطقه در بیشتر مناطق (طبق شکل ۱ و جدول ۱) توسط پارامتر G محدود شده و در حداقل می باشد چرا که طبق منحنی های بدست آمده پارامتر G در اکثر نقاط حوضه آبخیز پایین تر از میزان پارامتر F می باشد. ماکزیمم عدد G، نزدیک به مینیمم عدد F می باشد و طبق نمودارهای بدست آمده تنها کمتر از ۱۰ درصد وسعت منطقه دارای عدد G بزرگتر از حداقل عدد $F(\min F=0.5)$ را دارا می باشند و بیش از ۹۰ درصد منطقه دارای عدد G کمتر از مینیمم پارامتر F را دارا می باشند. بنابراین میزان تلفات خاک در حوضه مورد مطالعه توسط پارامتر G تعیین گردیده و محدود می گردد. عدد میانه در پارامتر F و G نیز موید همین مطلب می باشد.

با استفاده از قطع دادن نقشه رستری فرسایش خاک با هر یک از نقشه های رستری واحدهای خاک، کاربری های اراضی، واحدهای هیدرولوژیک و تیپ های پوشش گیاهی مرتعی در محیط نرم افزار، میانگین فرسایش خاک بر حسب تن در هکتار برای هر یک از اجزای واحد اراضی (جدول ۲)، واحدهای کاربریهای اراضی (جدول ۳)، واحدهای هیدرولوژیک (جدول ۴) و تیپ های پوشش گیاهی (شکل ۵) محاسبه گردید.

جدول ۱- خلاصه شاخص های آماری سه نقشه رستری حاصل از اجرای مدل در حوزه مورد مطالعه

انحراف معیار StD	متوسط	میانه	ماکزیمم	مینیمم	بر حسب
۱.۰۶۰	۲.۳۶۸	۲.۷۶۴	۴.۴۶۹	۰.۵۵۸	نقشه F (Kg/m ² /year)
۰.۰۴۱	۰.۰۱۵	۰.۰۰۰۰۲۰	۰.۶۲۴	۰.۰۰۰	نقشه G (Kg/m ² /year)
۰.۸۷۷	۰.۸۲۲	۰.۰۰۰۰۲	۶.۲۳۸	۰.۰۰۰	نقشه تلفات خاک (ton/ha/year)



شکل ۱ - نمودار درصد تجمعی مقادیر فرسایش خاک حوزه آبخیز گرازچای بر حسب تن در هکتار در سال

متوسط تلفات خاک به تفکیک واحدهای کاری مطالعات خاکشناسی یا تیپ های اجزای واحد اراضی (جدول ۲) نشان می دهد تلفات خاک در واحد اراضی ۱-۳-۳ (مربوط به فلاتهای و تراسهای فوقانی متشکل از آبفتیهای قدیمی) دارای بیشترین مقدار (۳۱/۱) تن در هکتار در سال) و واحد کاری ۲-۲-۲ (تپه های نسبتا مرتفع با قله مدور و محدب کشیده) دارای کمترین مقادیر تلفات خاک (۰/۰۰۰۰ تن در هکتار) را دارا می باشند. متوسط تلفات خاک به تفکیک واحدهای کاربری اراضی (جدول ۳) طبق مدل مورگان فینی نشان می دهد کاربری زراعت دیم با داشتن ۸۲/۰ تن در هکتار در سال و کاربری بیرونزدگیهای سنگی برابر صفر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان فرسایش خاک را در منطقه دارا می باشند. وسعت مناطق دیم در منطقه معادل ۶/۶۶ درصد و مناطق مرتعی ۲۸ درصد و مناطق باغ و زراعت آبی معادل ۵ درصد از کل منطقه می باشد. بنابراین از لحاظ وسعت نیز مناطق دیم و مراتع بیشتر از بقیه کاربری های اراضی تعیین کننده فرسایش خاک در منطقه می باشند. بررسی میزان تلفات خاک بر اساس هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی (جدول ۴) نشان می دهد زیر حوضه ۲-G۴ با ۹۴/۱ تن در هکتار در سال و زیر حوضه Gint با ۰۶/۰ تن در هکتار در سال به ترتیب بیشترین و کمترین میزان فرسایش خاک را در منطقه دارا می باشند. حداقل فرسایش خاک در حوضه هیدرولوژیکی Gint به دلیل وجود باغات و مزارع آبی می باشد و بالاترین فرسایش در ۲-G۴ و ۱-G۵ به دلیل عدم نفوذ پذیری خاک و تولید رواناب زیاد و نیز به دلیل شدت چرا و تراکم زیاد دام سبک و تخریب پوشش گیاهی در منطقه است. متوسط تلفات خاک به تفکیک تیپ های پوشش گیاهی مراتع نشان می دهد تلفات خاک در تیپ پوشش گیاهی As-OnI (Astragalus - Onobrychis I) دارای بیشترین مقدار (۹۷/۰ تن در هکتار در سال) و تیپ پوشش گیاهی As-Br (Astragalus - Bromus) دارای کمترین مقادیر تلفات خاک (۰/۰۰۱/۰ تن در هکتار) را دارا می باشند.

استفاده از نرم افزارهای GIS این امکان را در اجرای مدل فراهم می آورد که میزان تلفات خاک را یکبار بطور متوسط برای کل حوزه و دیگر بار بتفکیک کاربری های اراضی، واحدهای خاک، زیرحوضه های هیدرولوژیکی و تیپ های پوشش مرتعی محاسبه نمود و بدین ترتیب مناطق بحرانی از لحاظ فرسایش خاک را به اینگونه عوامل ارتباط داد. در نهایت نتیجه میگیریم که مناطق بحرانی از لحاظ فرسایش خاک طبق برآوردهای مدل MMF در حوضه آبخیز گرازچای به ترتیب زیر حوضه های ۱-G۵، ۲-G۴ و تیپ های واحد اراضی ۱-۳-۳ و ۱-۲-۱ و کاربری زراعت دیم و مراتع با پوشش گیاهی از نوع AsOnI و AsAc۱ می باشند که بایستی در اولویت عملیات های مبارزه با فرسایش خاک در منطقه قرار گیرند. به دلیل جنبه فیزیکی ساده و عدم دخیل بودن نظرات کارشناسی در مدل اخیر و نیز در نظر گرفتن دو فرایند جدایش ذرات خاک و انتقال آنها، مدل برآوردهای منطقی برای منطقه نشان می دهد و پیشنهاد می گردد جهت حصول اطمینان از برآوردها، نتایج با مدل های دیگر تجربی و فیزیکی و اندازه گیری های زمینی مورد مقایسه قرار گیرد و پس از اطمینان از صحت برآوردهای آن، جایگزین مدل MPSIAC و سایر مدل های صرفا تجربی و کالیبره نشده معرفی گردیده و در مطالعات جامع آبخیزداری کشور مورد استفاده قرار گیرد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- متوسط فرسایش خاک در هر اجزای واحد خاک حوزه آبخیز گرازچای

متوسط فرسایش خاک سالانه (تن در هکتار)	پارامترهای مورد نیاز خاک مدل مورگان- مورگان فینی					اجزای واحد اراضی
	K gr/J	MS	BD (gr/cm ³)	RD (m)	مساحت هکتار	
۶۱۶۶/۰	۲۸/۰	۴۸/۰	۳/۱	۱۵/۰	۴۱۸	۱.۲.۱
۰۰۰۴/۰	۳۲/۰	۴۰/۰	۴/۱	۵۰/۰	۳۴۴۶/۷۷	۱.۲.۲
۰۰۸۳/۰	۴۰/۰	۴۵/۰	۳/۱	۳۵/۰	۸۶۲/۲۴	۱.۲.۳
۰۰۱۵/۰	۳۶/۰	۳۸/۰	۲/۱	۵۰/۰	۶۱۳/۸۳	۱.۲.۴
۰۰۰۰/۰	۴۸/۰	۴۰/۰	۵/۱	۶۰/۰	۳۰۶/۸۱	۲.۲.۳
۲۶۱۶/۰	۳۸/۰	۴۰/۰	۵/۱	۲۰/۰	۵۳۶/۹۱	۲.۲.۴
۳۹۵/۰	۳۳/۰	۳۰/۰	۵/۱	۲۵/۰	۵۳۷/۰۶	۳.۱.۱
۰۴۶۲/۰	۳۲/۰	۴۸/۰	۴/۱	۱۲۰	۱۴۷/۵۶	۳.۲.۱
۳۱۴۷/۱	۴۳/۰	۳۰/۰	۵/۱	۲۰/۰	۲۶۲/۹۳	۳.۳.۱
۰۰۰۸/۰	۳۸/۰	۴۸/۰	۱/۱	۴۳/۰	۱۵۶/۱۷	۴.۱.۱

جدول ۳- متوسط فرسایش خاک در هر واحد کاربری اراضی حوزه آبخیز گرازچای

باغ	زراعت آبی	بیرونزدگی سنگی	مرتع*	زراعت دیم	فاکتور C
۰۰۷/۰	۰۱/۰	۰۰۶/۰	۱۱/۰-	۳/۰	فاکتور C
۱۱۸۳/۰	۱۴۹/۰	۰۰۰/۰	۴۸۳۵/۰	۸۱۹۴/۰	متوسط فرسایش خاک (تن/هکتار/سال)

* بسته به نوع تیپ پوشش گیاهی مرتعی، فاکتور C متغیر است

جدول ۴- متوسط فرسایش خاک در هر یک از زیرواحدهای هیدرولوژیک

ردیف	زیر حوزه	تبخیر و تعرق واقعی (mm) Et	تبخیر و تعرق پتانسیل Eo	نسبت تبخیر و تعرق واقعی به پتانسیل	متوسط فرسایش سالانه (ton/ha)
۲۷	G1-1-1	۲۰ ۲۵ ۲۷ ۱۳	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۷۸/۰
۲۸	G1-1-2	۲۰ ۲۵ ۲۷ ۱۳ ۵۸	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۶۹/۰
۲۹	G1-1-int	۲۰ ۲۵ ۲۷ ۱۳ ۲۸	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۵۸	۴۴/۰
۳۰	G1-2	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۲۷ ۲۷ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۵۵/۰
۳۱	G1-int	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۵	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۵۸ ۲۰	۲۷/۰
۳۲	G2	۲۰ ۲۵ ۲۷ ۱۳ ۵۸	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۱۸/۰
۳۳	G3	۲۰ ۲۵ ۲۷ ۱۳ ۲۷	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۵۸ ۵۸	۱۳/۰
۳۴	G4-1	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۱.۳	۲۷ ۲۷ ۲۷ ۲۰ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۴۶/۰
۳۵	G4-2	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۱.۳	۲۷ ۲۷ ۲۷ ۲۰ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۹۴/۱
۳۶	G4-int	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۱۳/۰
۳۷	G5-1	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۱.۳	۲۷ ۲۷ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۴۹/۱
۳۸	G5-int	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۵۸	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۵۸	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۳۲/۰
۳۹	G6	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۳۱/۰
۴۰	GY-1	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۲۵/۰
۴۱	GY-2	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۳۵/۰
۴۲	GY-int	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۲۷	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۵۸ ۵۸	۱۱/۰
۴۳	G-int	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳ ۲۷	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۵۸ ۲۷	۰۶/۰
۴۴	کا، حوضه	۲۰ ۲۵ ۲۰ ۱۳	۲۷ ۲۰ ۲۰ ۲۰ ۱۳ ۲۰	۱.۳ ۱.۳ ۲۷ ۲۸	۸۲۲/۰



منابع

- حسینعلی زاده م، اونق م، ایوبی ش و دادرسی سبزواری الف، اردیبهشت ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی مدل فرسایش مورگان و مورگان فینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی حوزه آبخیز مهر سبزواری)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره اول فروردین-. صفحه های ۸۱ تا ۹۱
- دادرسی سبزواری، ا. ۱۳۸۳. ارزیابی کارایی مدل فرسایش مورگان و مورگان فینی در پلاتهای آزمایشی ایستگاه سنگانه مشهد، گزارش پایان طرح تحقیقاتی خاتمه یافته. وزارت جهاد کشاورزی- سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۵۱ صفحه
- مطالعات تفصیلی اجرایی حوزه آبخیز گرازچای مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۵، کارفرما منابع طبیعی استان اردبیل
- Ande O. T, Alaga Y and Oluwatosin G. A. ۲۰۰۹. Soil erosion prediction using MMF model on highly dissected hilly terrain of Ekiti environs in southwestern Nigeria. International Journal of Physical Sciences Vol. ۴ (۲). pp ۵۳-۰۵۷.
- ILWIS Department ITC, ۲۰۰۵. ILWISS ۳.۱ for windows Applications Guide.. ILWIS Department, Internatinal Institute for Aerospace survey & Earth Sciences Enschede, The Netherlands. ۳۵۲pp. ۲۰۰۵.
- Morgan R.P.C, ۱۹۹۶. Soil erosion and conservation, second edition, soil college cranfield university.
- Morgan R.P.C, A. ۲۰۰۱. Simple Approach to Soil loss prediction, A revised Morgan- Morgan-Finney. Catena ۴۴. pp ۳۰۵-۳۲۲
- Takele M.D. ۲۰۰۷ Application of the Morgan, Morgan Finney Model in Adulala Mariyam Watershed Ethiopia, MSc Thesis Wageningen University Environmental Sciences. , ۲۰۰۷.

Abstract

Nowadays there is a lot of potential for the use of GIS technology in accurate implementation of soil erosion models. The purpose of this study was to implementation soil erosion model of Morgan and Morgan Finney ۲۰۰۱ (MMF) by ILWISS ۳.۳ software at watershed Gezazchay in KHalkhal and estimation of soil losses in total and sub watershed, land uses, soil units and compare them with each other. Based on these average annual soil erosion areas was ۰.۸۲۲ (ton / ha) that Critical area with highest soil erosion is the G۴-۲ sub basin with ۱.۹۴ ton/ha and ۲.۳۰۱ soil unit with ۱.۳۱ ton/ha and Dryland landuse with ۰.۸۲ ton/ha and (Astragalus-OnobrychisI) As-OnI Vgetation type rangland with ۰.۹۷ ton/ha. this area should be the priority operations in the region combating soil erosion.



بررسی اثرشخم جهت برداشت ریشه شیرین بیان بر فرسایش پذیری خاک

صدیقه محمدی

گروه اکولوژی پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

چکیده

با توجه به سطح بالای تغییر اراضی مرتعی به شیرین بیان زار شخم خورده در استان کرمان، این تحقیق با هدف بررسی اثر شخم اراضی ملی (جهت برداشت شیرین بیان) بر فرسایش پذیری خاک و مولفه های آن در منطقه جمیل آباد شهرستان بافت انجام شد. پس از انتخاب سایت های مرتعی و مرتعی شخم خورده جهت برداشت ریشه شیرین بیان با شرایط مشابه اکولوژیکی، عمل نمونه گیری خاک از عمق ۰-۱۵ سانتی متری و ۱۵-۳۰ سانتی متری در سایت های فوق با ۶ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد تفاوتی معنی دار بین فرسایش پذیری خاک سایت رویشگاه طبیعی شیرین بیان و سایت شخم خورده شیرین بیان زار مشاهده نشد ولی در برخی از اجزا تشکیل دهنده فرسایش پذیری مخصوصاً ماده آلی خاک در سایت شخم خورده شیرین بیان زار کاهش داشت.

واژه های کلیدی: کاربری اراضی، شیرین بیان، فرسایش پذیری، استان کرمان

مقدمه

سرعت تغییر اکوسیستم ها در سال های اخیر چنان با شتاب صورت گرفته که امکان سازگاری موجودات زنده با تغییرات محیطی به سختی صورت می گیرد (Mas et al., 2004). در طی چند دهه اخیر تغییر کاربری اراضی تحت اثر عوامل انسانی سبب بروز اثرات جدی بر محیط زیست، اقتصاد و اجتماع شده است. با وجود اینکه اثرات تخریبی بشر در منابع طبیعی از طریق تغییر کاربری به خوبی برای جامعه بشری شناخته شده است اما هنوز مشکل تغییر کاربری یک مشکل جهانی مطرح است. تغییرات شگرفی در کاربری زمین های خشک و نیمه خشک آسیای غربی قرن بیستم رخ داده است. کشور ما ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و در این میان استان کرمان بیشترین سهم تغییرات کاربری اراضی کشور را به خود اختصاص داده است. بیشتر این تغییرات از طریق شخم زدن اراضی بصورت طرح واگذاری اداره یا قاچاق جهت برداشت شیرین بیان رخ می دهد. با توجه به اهمیت پایداری خاک در اکوسیستم ها این تحقیق به بررسی مولفه های فرسایش پذیری ضرورتی دوچندان پیدا می کند. در حقیقت فرسایش پذیری خاک به دلیل مولفه های مختلف آن تحت تاثیر مدیریت اراضی قرار می گیرد. داشتن شناخت کافی از اثرات تغییر کاربری اراضی و مدیریتی جهت اداره و مدیریت اکوسیستم های طبیعی و اکوسیستم های زراعی لازم و ضروری است. این مهم با شناخت بیشتر و مطالعه اثرات انسانی بر خصوصیات خاک میسر خواهد شد. Misir et al., (2007)، اذعان داشتند که تغییر کاربری اراضی از مرتع و جنگل به اراضی کشاورزی باعث کاهش قدرت ارتجاع خاک به عوامل تنش زای اکولوژیک و افزایش پدیده فرسایش می شود. Selma et al., (2008)، در تحقیقی اذعان داشتند که تغییر کاربری اراضی مرتعی و جنگلی به زراعی توسط شخم باعث افزایش فرسایش پذیری خاک شده است. Chiara et al., (2009)، نتیجه گرفتند که تغییر کاربری اراضی جنگلی پارک ملی به اراضی کشاورزی در شمال ایتالیا باعث کاهش خصوصیات کیفی خاک از قبیل کاهش ماده آلی خاک می شود. Kizilykaya and Dengiz, (2010)، نشان دادند که تغییر کاربری و عملیات شخم باعث کاهش تخلخل و میزان ثبات خاکدانه های خاک می شود. Ridvan and Orshan, (2010)، نشان دادند که تغییر کاربری و عملیات شخم باعث کاهش تخلخل و میزان ثبات خاکدانه های خاک می شود. Ayubi et al., (2011)، به این نتیجه رسیدند که ۴۰ سال عملیات کشاورزی باعث افزایش حدود ۳ برابری میزان ماسه خاک و کاهش ۵/۷ درصدی ماده آلی خاک در مقایسه با جنگل طبیعی شده است. Awotoye et al., (2013)، نتیجه گرفتند که تغییر کاربری جنگل های صنعتی و طبیعی به اراضی کشاورزی باعث کاهش میزان ماده آلی خاک و میزان کاتیون کلسیم می شود. یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۵) اعلام کردند که تغییر کاربری اراضی از عرصه های منابع طبیعی نظیر مرتع به کاربری های دیگر که کشت و کار نقش اساسی را در آن ها ایفا می کند، باعث تنزل کیفیت خاک و حساس شدن آن به فرسایش می شود. ذوالفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷) دریافتند که در اثر تغییر کاربری مرتع ماده آلی خاک ۲۲ درصد و تخلخل خاک ۹ درصد کاهش یافته است. واعظی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند آهک به عنوان یکی از ویژگی های مهم خاک در کاهش فرسایش تاثیر قابل توجهی دارد. نویدی و همکاران (۱۳۸۸) اذعان داشتند که مدیریت اراضی دیمزارها شده توجه ویژه ای را می طلبد. نظری سامانی و همکاران (۱۳۹۰) اذعان داشتند جهت حفظ عرصه های طبیعی لازم است تثبیت و قانونی کردن کاربری اراضی در دستور کار قرار گیرد. بنابراین داشتن شناخت کافی از اثرات تغییر کاربری اراضی و مدیریتی جهت اداره و مدیریت اکوسیستم های طبیعی و آگرواکوسیستم ها لازم و ضروری است. با توجه به سطح بالای تغییر اراضی مرتعی به شیرین بیان زار شخم خورده در استان کرمان، این تحقیق با هدف بررسی اثر شخم اراضی (بصورت متناوب) در اراضی ملی (جهت برداشت شیرین بیان) بر فرسایش پذیری خاک در شهرستان بافت انجام شد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روش ها

پس از انتخاب سایت‌های مرتعی و مرتعی شخم خورده جهت برداشت ریشه شیرین بیان با شرایط مشابه اکولوژیکی، یک منطقه حداقل دو هکتاری از هر سایت جهت نمونه‌گیری خاک (بین طول‌های شرقی ۴۵۱۲۲ تا ۴۵۵۱۲۵ و عرض‌های شمالی ۳۲۳۴۳۵۷ تا ۳۲۳۵۲۸۸) انتخاب شد. عمل نمونه‌گیری خاک از عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری در سایت‌های فوق در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با استفاده از سیلندرهای فلزی به قطر ۴ سانتی‌متر با ۶ تکرار انجام شد و پارامترهای درصد سیلت، درصد رس، درصد ماسه ریز، درصد ماسه درشت، درصد ماده آلی و ضریب فرسایش پذیری مورد بررسی قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری پارامترهایی چون میزان ماسه ریز، میزان ماسه درشت از روش الک تر اندازه‌گیری شد. توزیع اندازه ذرات سیلت، رس و ماسه خاک از روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد. محاسبه ماده آلی خاک از روش سوزاندن تر انجام شد. کلاس ساختمان بر اساس راهنمای ویسمایر و کلاس نفوذ بر اساس بافت خاک و مشاهدات منطقه‌ای لایه‌های محدودکننده از روش SCS تعیین شد. در نهایت پارامتر فرسایش‌پذیری خاک طبق فرمول زیر تعیین شد.

$$100K = 2.1M^{1.14} * 10^{-4} * (12 - \%OM) + 3.25(S - 2) + 2.5(P - 3)$$

$$M = (100 - \%Clay) * (\%Silt + \%Smallsand)$$

K- ضریب فرسایش‌پذیری، OM-درصد ماده آلی، S- کلاس ساختمان خاکدانه‌ها، P- کلاس نفوذپذیری، Clay- میزان درصد رس، Silt- میزان درصد سیلت و Small sand- میزان درصد ماسه ریز (۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر) می‌باشد. از آزمون تی تست مستقل برای مقایسه سایت‌ها و تی تست وابسته برای مقایسه عمق‌ها جهت تجزیه و تحلیل در نرم افزار SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

- مقایسه دو به دو سایت‌های شیرین بیان زار شخم خورده و مرتعی

پس از انجام آزمون لیوان تمامی متغیرهای دخیل بر فرسایش‌پذیری به صورت دو به دو در دو سایت (شیرین بیان زار شخم خورده و مرتعی) و دو عمق (اول و دوم) با آزمون تی تست مورد آنالیز قرار گرفت و به ترتیب معنی داری آزمون تی تست برای سایت‌ها در جدول ۱ ارائه شد. همچنین شکل‌های مربوطه برای سایت‌ها در شماره ۱ تا ۶ ارائه شد. لازم به ذکر است که عامل ساختمان خاک تمامی کاربری‌ها، کلاس ۱ (ساختمان دانه‌ای اسفنجی ریز و ۲-۱ میلی‌متر) و عامل نفوذپذیری خاک تمامی کاربری‌ها، کلاس ۲ (نفوذ ۳-۵/ اینچ بر ساعت با مشخصات بافت شنی-رسی و شنی-لومی) حاصل شد.

جدول ۱- مقایسه دو به دو سایت‌های شیرین بیان زار شخم خورده و مرتعی

پارامترها	آزمون لیوان	F	Sig.	t	df	Sig. (۲-tailed)
سیلت (درصد)	Equal variances assumed	۱.۶۷۱	.۲۱۰	۳.۰۳۰	۲۲	.۰۰۶**
رس (درصد)	Equal variances assumed	۱.۹۵۷	.۱۷۶	۴.۱۹۶	۲۲	.۰۰۰**
شن ریز (درصد)	Equal variances assumed	.۶۳۰	.۴۳۶	-۱.۲۵۶	۲۲	.۲۲۲
شن درشت (درصد)	Equal variances assumed	.۰۰۳	.۹۶۰	-۱.۰۸۶	۲۲	.۲۸۹
کربن آلی (درصد)	Equal variances assumed	۲.۴۹۶	.۱۲۸	-۵.۹۴۷	۲۲	.۰۰۰**
ماده آلی (درصد)	Equal variances assumed	۲.۴۹۶	.۱۲۸	-۵.۹۴۷	۲۲	.۰۰۰**
ضریب فرسایش‌پذیری	Equal variances assumed	۲.۱۱۲	.۱۶۰	.۱۸۴	۲۲	.۸۵۶

شکل ۱- بررسی میزان سیلت درسایت‌های نمونه برداری

شکل ۲- بررسی میزان رس درسایت‌های نمونه برداری

شکل ۳- بررسی میزان شن ریز درسایت‌ها

شکل ۴- بررسی میزان شن درشت درسایت‌ها

شکل ۵- بررسی میزان کربن آلی درسایت‌ها

شکل ۶- بررسی میزان ماده آلی درسایت‌ها



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

- مقایسه دو به دو عمق های نمونه برداری

پس از انجام آزمون لیوان تمامی متغیرهای دخیل بر فرسایش پذیری به صورت دو به دو در دو عمق (اول و دوم) با آزمون تی تست مورد آنالیز قرار گرفت و به ترتیب معنی داری آزمون تی تست برای عمق ها در جدول ۲ ارائه شد. همچنین نمودارهای مربوطه برای عمق ها در شکل‌های شماره ۷ تا ۱۴ ارائه شد.

جدول ۲- خصوصیات آماری پارامترها در عمق های نمونه برداری

پارامترها	آزمون لیوان	F	Sig.	t	df	Sig. (۲-tailed)
سیلت (درصد)	Equal variances assumed	.۰۰۰	۱.۰۰۰	-.۷۷۴	۲۲	.۴۴۷
رس (درصد)	Equal variances assumed	.۰۰۰	۱.۰۰۰	-.۸۱۶	۲۲	.۴۲۳
شن ریز (درصد)	Equal variances assumed	.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۳۶۷	۲۲	.۱۸۵
شن درشت (درصد)	Equal variances assumed	.۰۰۰	۱.۰۰۰	-.۵۹۶	۲۲	.۵۵۷
کربن آلی (درصد)	Equal variances assumed	.۰۱۳	.۹۰۹	.۲۰۲	۲۲	.۸۴۱
ماده آلی (درصد)	Equal variances assumed	.۰۱۳	.۹۰۹	.۲۰۲	۲۲	.۸۴۱
ضریب فرسایش پذیری	Equal variances assumed	.۰۰۳	.۹۵۹	.۹۲۸	۲۲	.۳۶۳

شکل ۹- بررسی میزان رس در عمق های نمونه برداری

شکل ۱۰- بررسی میزان شن ریز در عمق های نمونه برداری

شکل ۱۱- بررسی میزان شن درشت در عمق های نمونه برداری

شکل ۱۲- بررسی میزان کربن آلی در عمق های نمونه برداری

شکل ۱۳- بررسی میزان ماده آلی در عمق های نمونه برداری

شکل ۱۴- بررسی میزان فرسایش پذیری خاک در عمق ها

طبق نتایج این تحقیق ضریب فرسایش پذیری دو سایت مطالعاتی با یکدیگر تفاوتی نداشتند طبق بررسی ها هر چند تفاوت معنی داری بین فرسایش پذیری خاک سایت رویشگاه طبیعی شیرین بیان و سایت شخم خورده شیرین بیان زار مشاهده نشد ولی در برخی از اجزا تشکیل دهنده فرسایش پذیری این دو سایت تفاوت‌ها زیاد بود. بطوری که سایت شیرین بیان زار شخم خورده میزان رس بیشتر (معنی دار) و ماسه ریز کمتری نسبت به رویشگاه طبیعی داشت. تحقیقات محققینی چون مجردی گیلان (۱۳۸۶) در حوزه آبخیز الوند، یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۶) در منطقه سولیمان استان چهارمحال بختیاری، غضنفرپور و همکاران (۱۳۸۹) در مراتع سجزی-کوهپایه اصفهان، نهتانی (۱۳۹۰) در اقلیم نیمه خشک حوزه آبخیز گران رود نشان می دهد رس بیشتر به دلیل چسبندگی بالا باعث کاهش فرسایش پذیری خاک می شود. در حقیقت کاهش معنی دار مواد آلی خاک و افزایش معنی دار سیلت خاک (که باعث افزایش فرسایش پذیری خاک می شود) توسط رس بیشتر (که باعث کاهش فرسایش پذیری خاک می شوند) سایت شیرین بیان زار شخم خورده جبران شده است و باعث شده تا تفاوتی بین دو سایت رویشگاه طبیعی شیرین بیان (MG) و سایت شخم خورده شیرین بیان زار (GI T) مشاهده نشود. با وجود اینکه در منطقه مورد بررسی فرسایش پذیری خاک این دو سایت تفاوت معنی داری نداشتند ولی نکته قابل تأمل این است که سایت شیرین بیان زار شخم خورده هر ۳-۴ سال یکبار شخم می خورد ولی اگر شخم هر سال بصورت متوالی تکرار شود (سایت دیمزار) احتمالاً اثرات مضر شخم بر فرسایش پذیری خاک نمایان شود از اینرو مطالع فرسایش پذیری خاک در مقایسه با سایت شیرین بیان زار شخم خورده در سایت دیمزار نیز پیشنهاد می شود.

طبق نتایج این تحقیق فرسایش پذیری خاک سایت شیرین بیان زار شخم خورده رو به افزایش غیر معنی دار است. هر چند این افزایش معنی دار نبود ولی پیشنهاد می شود در راستای مواردی چون کاهش مواد آلی و کربن آلی خاک که از پارامترهای مهم فرسایش پذیری به حساب می آیند با ابزارهای مدیریتی دستگاههای اجرایی در راستای افزایش ماده آلی خاک گامی موثر بردارند. چون نقش ماده آلی در مهیایی رطوبت خاک و عناصری چون نیتروژن خاک و ... بر هیچ کسی پوشیده نیست لذا مطالعه مواردی چون میزان نیتروژن خاک، رطوبت خاک و سایر پارامترهای خاکشناسی در تحقیقات آتی پیشنهاد می شود. با وجود اینکه شخم غیر متوالی در سایت شیرین بیان زار (یعنی سایت شیرین بیان زار شخم خورده) باعث تغییر معنی دار در صفت فرسایش پذیری خاک نسبت به رویشگاه طبیعی این گونه نشد ولی جهت تصمیم گیری قاطع تر در مورد واگذاری طرح بهره برداری گیاه دارویی شیرین بیان در عرصه های طبیعی به بهره برداران، مطالعه سایر صفات خاک پیشنهاد می شود و از افق های تحقیقاتی آتی این پژوهش به شمار می آید. همچنین به ادارات اجرایی بهره برداری از گیاه دارویی شیرین بیان پیشنهاد می شود تا احتیاط و نظارت کامل را در زمان و تعدد شخم تهیه طرح داشته باشند.



منابع

- ایوبی، ش. و حسینعلیزاده، م.، ۱۳۸۶. بررسی تغییرپذیری مکانی فرسایش پذیری خاک با استفاده از روش زمین امار و GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مهر سبزوار). مجله منابع طبیعی ایران، ۶۰(۲): ۳۸۲-۳۶۹.
- چائی چی، م.، محسنی ساروی، م. و ملکیان، آ.، ۱۳۸۳. بررسی اثرات چرای دام بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک و پوشش گیاهی در منطقه لار. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۶(۴): ۴۹۱-۵۰۸.
- ذوالفقاری، ع.ا. و حاج عباسی، م.ع.، ۱۳۸۷. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبگریزی خاک در مراتع فریدون شهرو جنگل های لردگان. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۲): ۲۶۲-۲۵۰.
- سالاردینی، علی اکبر، ۱۳۸۷، حاصلخیزی خاک، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۴ صفحه.
- سلیمانی، ک. و ازموده، ع.، ۱۳۹۰. بررسی نقش کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فرسایش پذیری خاک. مجله پژوهش های جغرافیای طبیعی ۷۴: ۱۲۴-۱۱۱.
- صفاری، م.، ۱۳۸۳. بررسی و ارزیابی سیاست ها و اقدامات اجرایی آبخیزداری و منابع آب و خاک کشور. اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و منابع آب و خاک، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی کرمان.
- فیض نیا، س.، ۱۳۸۷. رسوب شناسی کاربردی با تاکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب. انتشارات دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، چاپ اول، ۳۵۶ صفحه.
- فیض نیا، سادات، ۱۳۷۴، مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقلیم مختلف ایران، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷، ۱۱۶-۹۵.
- نظری سامانی، ع.ا.، قربانی، م. و کوهبانی، ح.ر.، ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۴(۳): ۴۵۱-۴۴۲.
- نویدی، م. ن.، سرمیدیان، ف. محمودی، ش.، ۱۳۸۸. بررسی آثار تغییر کاربری اراضی بر شاخص های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک در افق های سطحی اراضی مرتعی شرق استان قزوین. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۲(۲): ۲۹۹-۳۱۰.
- واعظی علیرضا، بهرامی حسینعلی، صادقی سیدحمیدرضا، مهدیان محمدحسین. ۱۳۸۶. بررسی عوامل موثر بر فرسایش پذیری بر اساس رابطه جهانی فرسایش خاک در خاک های آهکی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی: آذر- دی ۱۳۸۶، دوره ۱۴، شماره ۵، ۵۵-۶۶ یوسفی فرد، م.، خادمی، ح. و جلالیان، ا.، ۱۳۸۵. تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه علی استان چهارمحال بختیاری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱(۱): ۱-۱۱.
- Awotoye, O.O., Adebola, S. I. and Matthew, O. J., ۲۰۱۳. The effects of land-use changes on soil properties in a humid tropical location; Little-Ose forest reserve, south-western Nigeria. Research Journal of Agricultural and Environmental Management, ۲(۶), pp. ۱۷۶-۱۸۲.
- Chiara, C., Luisella, C., Paola, B., Renzo, M. and Giacomo, G., ۲۰۰۹. Effect of land use change on soil properties and carbon accumulation in the Ticino Park (North Italy). Studi Trent. Sci. Nat, ۸۵: ۸۳-۹۲
- Evrendilek, F. and Kilic, S., ۲۰۰۴. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland, and cropland ecosystems in Turkey. J. Arid Environ, ۵۹: ۷۴۳-۷۵۲.
- Kizilykaya R and Dengiz, O., ۲۰۱۰. Variation of land use and land cover effects on some soil physico-chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdybyste Agriculture, ۹۷(۲): ۱۵-۲۴.
- Mas, J.F and Gallegos, D., ۲۰۰۴. Assesseing land use/cover changes: a nationwide multidecade spatial database for Mexico. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, pp: ۲۴۹-۲۶۱.
- Misir, N., Misir, M., Karahalil, U. and Yavuz, H., ۲۰۰۷. Characterization of soil erosion and its implication to forest management. J. Environ. Biol., ۲۸, ۱۸۵-۱۹۱.
- Ridvan, K. and Orchan, D., ۲۰۱۰. Variation of land use and land cover effects on some soilphysico-chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdybyste Agriculture, ۹۷(۲): ۱۵-۲۴
- Ayoubi \, S., Khormali, F., Sahrawat, K.L. and Rodrigues de Lima, AC., ۲۰۱۱. Assessing Impacts of Land Use Change on Soil Quality Indicators in a Loessial Soil in Golestan Province, Iran. J. Agr. Sci. Tech, (۲۰۱۱) Vol. ۱۳: ۷۲۷-۷۴۲.
- Li, C., Hao, X., Zhao, M. and Willms, W.D., ۲۰۰۸. Influence of historic sheep grazing on vegetation and soil properties of a Desert Steppe in Inner Mongolia. Agriculture. Ecosystems and Environment, ۱۲۸: ۱۰۹-۱۱۶.
- Selma, Y.K., Necdet, O. and Ahmet, H., ۲۰۰۸. Impacts of land use conversion on soil properties and soil erodibility. Journal of Environmental Biology, May, ۲۹(۳): ۳۶۳-۳۷۰.



Abstract

According to a lot of land use changes of rangelands to plowed site of *Glycyrrhiza glabra* in kerman province, the goal of this research was to investigate the effects of plowed site of *Glycyrrhiza glabra* for root harvesting on soil erodibility and related parameters in Jamalabad region of baft city. After selecting two sites as a moderately grazed rangeland site with *Glycyrrhiza glabra* dominant species and a plowed *Glycyrrhiza glabra* site (GI T), soil samples were collected from two soil horizons (۰-۱۵ and ۱۵-۳۰ centimeters). The result showed that non continuously plowing in GI T site hasn't effect on erodibility but in related parameters to erodibility significantly decrease was seen in plowed site of *Glycyrrhiza glabra*.



مقایسه مدل های کاپیلاری مختلف برای پیشبینی هدایت هیدرولیکی با استفاده از منحنی رطوبتی خاک

لیلا اسماعیل نژاد^۱، مهدی شرفا^۲ و جواد سیدمحمدی^۳
 ۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تهران، ۳- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تبریز

چکیده

هدایت هیدرولیکی نسبی دو خاک رسی و شنی از روی منحنی رطوبتی آنها و بر اساس معادله ونگنوختن در ترکیب با سه مدل کاپیلاری مختلف (معلم، بوردین، فت و دیکسترا) پیشبینی شده و برای محاسبه مقدار و سرعت نفوذ بر طبق راه حل سری فیلیپ مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج بدست آمده با نتایج اصلی فیلیپ برای خاک رسی و داده های اندازه گیری شده خاک شنی مقایسه شدند. برای خاک رسی، نتایج حاصل از دو مدل کاپیلاری معلم و بوردین، مقدار و سرعت نفوذ را نسبت به نتایج بدست آمده توسط فیلیپ به شدت کم برآورد میکنند، در حالیکه مدل فت و دیکسترا نتایج بسیار نزدیک به داده های فیلیپ دارد. همچنین در مورد خاک شنی نیز دو مدل کاپیلاری معلم و بوردین کم برآورد داشته ولی مدل فت و دیکسترا نتایج رضایت بخشی ارائه میکند. بنابراین منحنی هدایت هیدرولیکی برآورد شده با مدل فت و دیکسترا میتواند نتایج قابل قبولتری نسبت به سایرین ارائه کند.

واژه های کلیدی: منحنی رطوبتی خاک، هدایت هیدرولیکی، کاپیلاری، نفوذپذیری

مقدمه

شناخت خواص هیدرولیکی خاک برای مطالعه حرکت آب و املاح در منطقه غیر اشباع آن کاملاً ضروری است. این ویژگیها شامل منحنیهای رطوبتی و هدایت هیدرولیکی خاک میباشند. تعیین منحنی رطوبتی معمولاً ساده است ولی بدست آوردن منحنی هدایت هیدرولیکی مشکل و زمانبر است. همین موضوع منجر به بسط مدل های پیش بینی منحنی هدایت هیدرولیکی از منحنی رطوبتی خاک شده است. هدایت هیدرولیکی نسبی از رابطه $k_r = k(\theta) / k_s \theta_s$ بدست میآید که k_r هدایت هیدرولیکی نسبی، $k(\theta)$ هدایت

هیدرولیکی در رطوبت θ ، k_s و θ_s بترتیب هدایت هیدرولیکی و رطوبت در نقطه اشباع میباشند. در بین معادلات مختلف، مدل ونگنوختن بدلیل انعطاف پذیری زیاد، بهوفور جهت تعیین منحنی رطوبتی خاک استفاده میشود و معمولاً در ترکیب با مدل کاپیلاری معلم (۱۹۷۶) برای پیش بینی هدایت هیدرولیکی خاک بکار میرود. در این تحقیق، ترکیب مدل ونگنوختن با سه معادله کاپیلاری مختلف شامل معلم (۱۹۷۶)، بوردین (۱۹۵۳)، فت و دیکسترا (۱۹۵۱) جهت تخمین هدایت هیدرولیکی نسبی مورد مقایسه قرار گرفتند. سپس خواص خاک بدست آمده از این سه رابطه جهت محاسبه چهار عبارت سری فیلیپ (۱۹۶۹) برای خاک رسی سبک یولو^۱ و شن گرنوبل^۲ بکار رفتند. در مورد خاک رسی سبک یولو، نتایج بدست آمده با داده های اصلی فیلیپ مقایسه شد در حالیکه برای شن گرنوبل نتایج حاصل با داده های اندازه گیری شده مورد مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روشها

معادله ونگنوختن برای تشریح منحنی رطوبتی خاک بصورت زیر است:

$$S = [1 + (h/h_0)^n]^{-m} \quad (1)$$

که در این معادله S درجه اشباع موثر، $S = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r)$ ، رطوبت باقیمانده، θ_s رطوبت اشباع، h مکش بر حسب سانتیمتر و m و n پارامترهای شکل هستند. ونگنوختن (۱۹۸۰) نشان داد که اگر $m = 1 - 1/n$ برای مدل معلم و $m = 1 - 2/n$ در مدل بوردین باشد هدایت هیدرولیکی نسبی میتواند به فرم بسته بیان شود که برای مدل معلم:

$$k_r = \sqrt{s} \left[1 - (1 - s^{1/m})^m \right]^2 \quad (2)$$

^۱Yolo light clay
^۲Grenoble sand

و برای مدل بوردین:

$$k_r = s^2 \left[1 - (1 - s^{1/m})^m \right]^1 \quad (3)$$

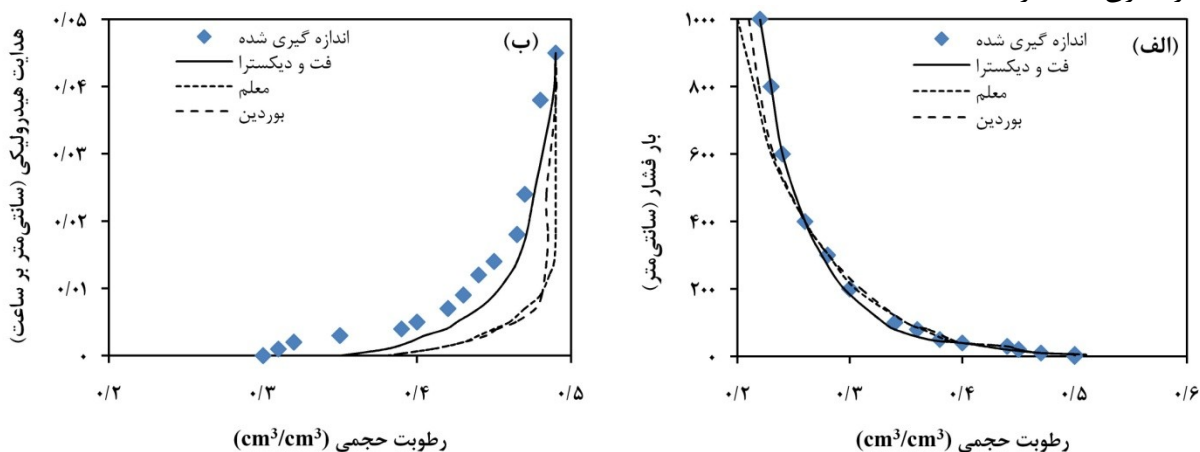
ترکیب معادله (۱) با مدل کاپیلاری فت و دیکسترا، نمیتواند بصورت یک مدل بسته بیان شود اما اگر $m = 1 - 2.5/n$ فرض شود یک مدل تخمینی بسیار خوب بدست میآید:

$$k_r = s^{(2+2.5mn)} \quad (4)$$

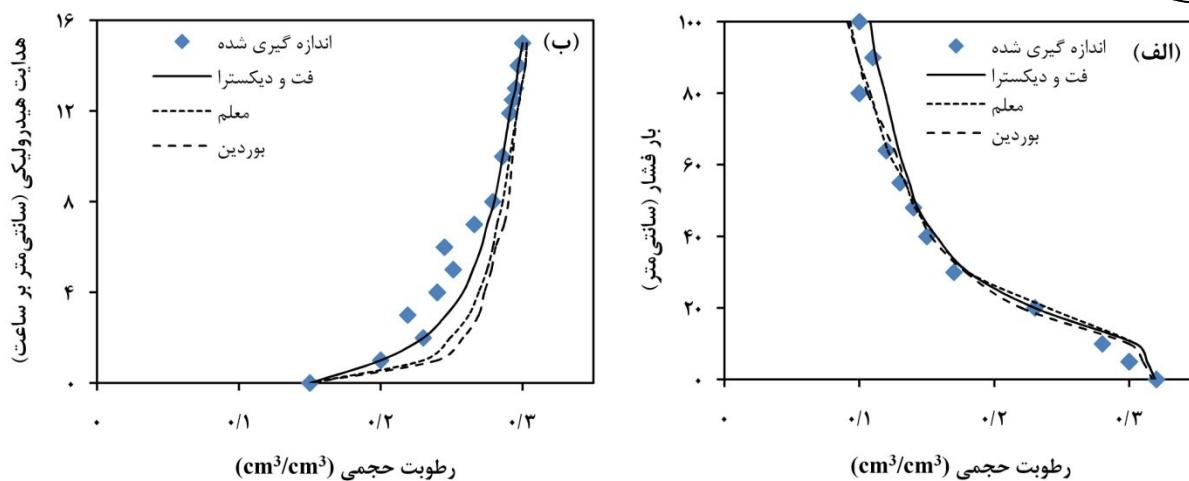
دادهها برای خاک رسی سبک یولو از پایگاه اطلاعاتی فیلیپ (۱۹۶۹) و برای شن گرنوبل از منبع توما و واکلین (۱۹۸۶) اخذ شد.

نتایج و بحث

نقاط توپر در اشکال ۱ و ۲ به ترتیب دادههای مربوط به خاک یولو و گرنوبل میباشدند. در شکلهای ۱ و ۲ قسمت الف مربوط به منحنی رطوبتی و قسمت ب مربوط به هدایت هیدرولیکی میباشدند. در حالیکه منحنیهای رطوبتی برازش یافته در هر سه مدل به سختی قابل تشخیص هستند اما منحنیهای هدایت هیدرولیکی کاملاً متمایز و قابل تشخیص میباشدند. برای خاک رسی سبک یولو، هدایتهای هیدرولیکی پیشبینی شده بوسیله مدل‌های کاپیلاری معلم و بوردین بشدت کم برآورد شده ولی پیشبینیهای مدل فت و دیکسترا به خصوص در مقادیر رطوبت زیاد، بیشتر به دادههای اندازه‌گیری شده نزدیک بودند. در مورد خاک شنی گرنوبل به نسبت خاک رسی دو مدل معلم و بوردین برآورد کمتری داشته ولی منحنی حاصل از مدل فت و دیکسترا برازش قابل قبولی بر دادههای اندازه‌گیری شده دارد.



شکل ۱۰ - مقایسه بین منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی برآورد شده از سه مدل کاپیلاری مختلف با دادههای اندازه‌گیری شده برای خاک رسی سبک یولو



شکل ۱۱ - مقایسه بین منحنی رطوبتی و هدایت هیدرولیکی برآورد شده از سه مدل کاپیلاری مختلف با داده‌های اندازه‌گیری شده برای خاک شنی گرنوبل

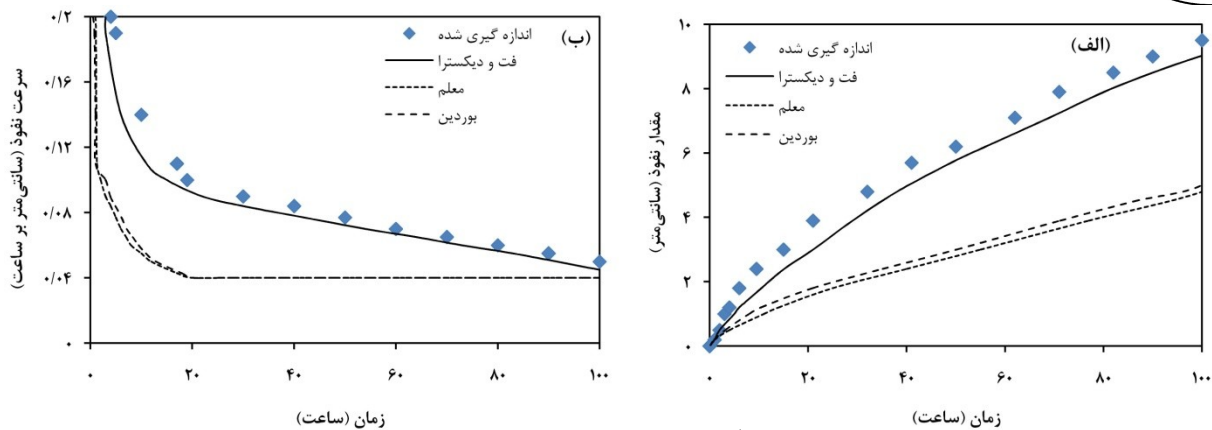
به منظور تعیین کیفیت تخمین هر یک از سه مدل، چهار عبارت از سری راه حل فیلیپ (۱۹۶۹) که بصورت s_1, \dots, s_4 بیان میشوند با استفاده از ویژگی‌های بدست آمده از سه مدل فوق محاسبه و در مورد خاک رسی سبک یولو و با مقادیر بدست آمده از آزمایشات فیلیپ مقایسه شد که در جدول ۱ آورده شده است. در این جدول همچنین t_{grav} که بیان کننده محدوده زمانی است که بیش از آن زمان راه حل سریهای فیلیپ معتبر نیست و نمودار به سمت بینهایت میل میکند نیز آورده شده است. با توجه به داده‌های ارائه شده در این جدول، دو عبارت اول محاسبه شده بوسیله مدل‌های کاپیلاری معلم و بوردین کمتر از نصف مقادیری است که فیلیپ بدست آورده است. اما مقادیر بدست آمده از مدل فت و دیکسترا خیلی نزدیک به مقادیر واقعی بودند.

جدول ۱ - مقایسه چهار عبارت محاسبه شده سری راه حل فیلیپ و t_{grav} با مقادیر بدست آمده توسط فیلیپ

عبارت	فیلیپ	معلم	بوردین	فت و دیکسترا
$S_1(\text{cm.h}^{-1/2})$	۷۵۲۴/۰	۲۷۴/۰	۳۳۳۶/۰	۶۴۶۹/۰
$S_2(\text{cm.h}^{-1})$	$۶۷۵/۱ \times 10^{-10}$	$۴۳۱/۵ \times 10^{-10}$	$۸۱۹/۶ \times 10^{-10}$	$۹۰۳/۱ \times 10^{-10}$
$S_3(\text{cm.h}^{-2/3})$	$۰۳۵/۳ \times 10^{-10}$	$۰۵۸/۲ \times 10^{-10}$	$۷۳۰/۱ \times 10^{-10}$	$۲۷۱/۴ \times 10^{-10}$
$S_4(\text{cm.h}^{-2})$	$۱۶۱/۱ \times 10^{-10}$	$۱۷۰/۳ \times 10^{-10}$	$۶۷۲/۴ \times 10^{-10}$	$۰۸۳/۱ \times 10^{-10}$
$t_{grav}(h)$	۲۹۰	۳۹	۵۷	۲۱۳

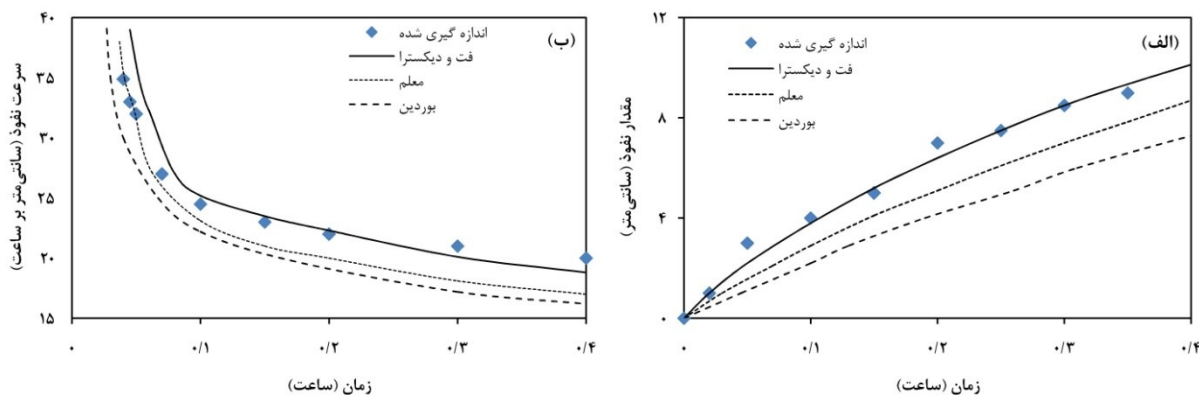
شکل ۳، مقایسه مقادیر نفوذ (الف) و سرعت نفوذ (ب) برآورد شده با سه مدل کاپیلاری را با مقادیر اصلی فیلیپ تا $h_{100}=t$ نشان میدهد که عملاً دو برابر t_{grav} معلم و بوردین و نصف فت و دیکسترا میباشد. در زمان $h_{100}=t$ نفوذ محاسبه شده بوسیله دو مدل اول نصف مقادیر فیلیپ است. ولی تفاوت بین مقادیر نفوذ یافته برآورد شده بوسیله مدل فت و دیکسترا با مقادیر فیلیپ کمتر از ۱۰ درصد است. با توجه به شکل ۳ قسمت ب، t_{grav} در مدل معلم و بوردین باید خیلی قبل تر از t_{grav} فیلیپ بکار برده شود (تقریباً در $t=t_{grav}/۳$) در غیر این صورت سرعت نفوذ نهایی باید کمتر از هدایت هیدرولیکی اشباع باشد که از نظر مفهوم فیزیکی آن کاملاً اشتباه خواهد بود. سرعت نفوذ بدست آمده از مدل فت و دیکسترا تطابق خوبی بر داده‌های فیلیپ دارد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۱۲ - مقایسه بین مقادیر (الف) و سرعت (ب) نفوذ برآورد شده برای خاک رسی یولو بوسیله سه مدل کاپیلاری مختلف با مقادیر محاسبه شده فیلیپ (۱۹۶۹)

شکل ۴ قسمتهای الف و ب به ترتیب مقادیر و سرعت نفوذ بدست آمده از سه مدل مختلف و دادههای اندازهگیری شده خاک شنی گرنوبل را نشان میدهند. نتایج بدست آمده از دو مدل اول مثل خاک رسی یولو کم برآورد داشته ولی میزان کم برآوردش کمتر از خاک رسی است. ولی نتایج حاصل از مدل فت و دیکسترا خیلی شبیه به دادههای اندازهگیری شده میباشد. به احتمال زیاد کم برآوردی دیده شده در دو مدل اول به دلیل اشتقاق هدایت هیدرولیکی از بار فشار میباشد که مقدار بار فشار هنگامیکه پارامتر n در معادله (۱) کمتر از ۲ برای مدل معلم و کمتر از ۳ برای مدل بوردین باشد به سمت بینهایت میل کرده که این مورد اغلب در خاکهای ریز بافت دیده میشود. ولی دادههای هدایت هیدرولیکی بدست آمده از مدل فت و دیکسترا به خوبی بر دادههای اندازهگیری شده منطبق بوده و مقادیر نامتناهی و بینهایت را ارائه نمیکند. بنابراین مدلهای کاپیلاری معلم و بوردین نتایج قابل قبولتری برای خاکهای درشت بافت ارائه داده ولی مناسب خاکهای ریز بافت نمیباشند. در حالیکه مدل فت و دیکسترا نتایج رضایت بخشی برای هر دو گروه خاک ارائه میدهد.



شکل ۱۳ - مقایسه بین مقادیر (الف) و سرعت (ب) نفوذ برآورد شده برای خاک شنی گرنوبل بوسیله سه مدل کاپیلاری مختلف با مقادیر اندازهگیری شده

Brutsaert (۲۰۰۰) نشان داد که هر دو مدل معلم و بوردین اعوجاج خاک را فقط بر اساس اندازه بزرگترین حفرات پر شده بوسیله آب مورد نظر قرار دادهاند ولی مدل فت و دیکسترا مسیرههای اعوجاج را از درون هر حفره نه تنها براساس اندازه بزرگترین حفرات، بلکه براساس تمام حفرات پر شده بوسیله آب بیان میکند. این امر میتواند دلیل تطابق بهتر این مدل با دادههای اندازهگیری شده باشد.

منابع

Brutsaert W. ۲۰۰۰. A concise parameterization of the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Adv. in Water Resour., ۲۳:۸۱۱-۸۱۵.



- Burdine N.T. ۱۹۵۳. Relative permeability calculation from pore size distribution data. *Trans. Am. Inst. Min. Eng.*, ۱۹۸:۷۱-۷۸.
- Fatt I. and Dykstra H. ۱۹۵۱. Relative permeability studies. *Trans Am. Inst. Min. Eng.*, ۱۹۲:۲۴۹-۲۵۵.
- Mualem Y. ۱۹۷۶. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.*, ۱۲:۵۱۳-۵۲۲.
- Philip J.R. ۱۹۶۹. Theory of infiltration. In: *Advances in Hydrosience*, ۵, Ven Te Chow (Editor), Academic Press, N.Y., pp. ۲۱۵-۲۹۶.
- Touma J. and Vauclin M. ۱۹۸۶. Experimental and numerical analysis of two-phase infiltration in a partially saturated soil. *Trans. Porous Media*, ۱:۲۷-۵۵.

Abstract

The relative hydraulic conductivity relations of two contrasted soils, a clay and a sand, are predicted from their water retention expressed by the equation of van Genuchten in combination with three capillary models (Mualem, Burdine and Fatt and Dykstra) and used to compute infiltration amounts and rates according to the series Philip solution. The results are compared to the original results of Philip for the clay soil and to experimental data for the sandy soil. For the clay soil, the results obtained with the first two capillary models are severely underestimated unlike those of the third one which are very close to the results of Philip. For the sandy soil also, the results of the first two models are underestimated while those of the third one are very satisfactory. It is concluded that the conductivity curve predicted with capillary model of Fatt and Dykstra is reliable.



تأثیر انواع خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر مقاومت فروروی خاک در رطوبت‌های مختلف یک خاک سیلنتی لوم در همدان

زینب زنگنه بیغش، حسین بیات، لادن حیدری

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا همدان ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

شیوه‌های مدیریت خاک‌های کشاورزی از جمله سیستم‌های خاک‌ورزی و گیاه پوششی اثر عمده‌ای بر ساختمان خاک دارند. مقاومت فروروی (PR) پارامتر مفیدی برای تشخیص تغییرات ساختمان خاک با مدیریت می‌باشد. مقادیر متغیر فوق وابسته به مقدار رطوبت بوده و با کاهش آن افزایش می‌یابد. اینکه عملیات مدیریتی خاک در چه رطوبتی بیشترین تأثیر را بر مقادیر این متغیر دارند شاخصی از حساسیت ساختمان خاک در رطوبت‌های مختلف به مدیریت خاک خواهد بود، که تا کنون در هیچ تحقیقی بررسی نشده است. تأثیر تیمار خاک-ورزی در سه سطح خاک-ورزی مرسوم، حداقل و بدون خاک-ورزی و گیاه پوششی نیز در سه سطح ماشک، خلر و بدون گیاه پوششی بر مقاومت فروروی بررسی شد. PR در رطوبت‌های متفاوت بر روی نمونه‌های دست نخورده اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله نشان داد که تیمار خاک‌ورزی حداقل- بدون گیاه پوششی در غالب مکش‌ها باعث کاهش مقاومت فروروی شد. علت آن شخم سطحی خاک در تیمار خاک‌ورزی حداقل نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی و کاهش تردد ماشین‌آلات کشاورزی نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم بود، همچنین گیاهان پوششی باعث افزایش مقاومت واحدهای ساختمانی خاک در برابر نیروهای خارجی شدند.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی حفاظتی، گیاه پوششی، مقاومت فروروی

مقدمه

هر گونه تغییر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک برای بهبود شرایط جوانه‌زنی، استقرار و رشد گیاهان، خاک‌ورزی محسوب می‌شود. روش خاک‌ورزی مرسوم با حداکثر استفاده از ادوات خاک‌ورزی مانند گاوآهن برگرداندار و دیسک طی چند مرحله باعث بهم خوردن ساختمان طبیعی خاک سطحی می‌گردد (حاج عباسی و همکاران ۱۳۸۷). روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی اغلب باعث کاهش فرسایش و افزایش مقدار آب قابل استفاده گیاه می‌گردند. ایسمیل و همکاران (۱۹۹۴) اجرای روش بدون خاک‌ورزی را عامل تأثیرات مفیدی بر خصوصیات خاک مانند بهبود ساختمان و افزایش مواد آلی و افزایش محصول گزارش کرده‌اند. کمپل و همکاران (۱۹۸۲) و بیبر و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که روش‌های بدون خاک‌ورزی یا خاک‌ورزی حفاظتی باعث افزایش میزان مواد آلی خاک می‌گردند. در روش خاک‌ورزی مرسوم، به هم خوردن خاک باعث تجزیه بیشتر و سریعتر بقایای گیاهی شده و کربن و ازت موجود در مواد آلی زودتر معدنی شده و در نتیجه مواد آلی سریعتر از دست می‌رود (دیک، ۱۹۸۳ و بیبر و همکاران، ۱۹۹۴). گیاهان پوششی می‌توانند یک خاک‌ورزی کننده زنده باشند، زیرا باعث نفوذپذیری بهتر خاک می‌گردند و لایه‌های متراکم خاک را می‌شکنند (صمدانی و منتظری ۲۰۰۹). حمزه و آندرسون (۲۰۰۵) و جیمز و همکاران (۲۰۰۸) گیاهان پوششی را تیمار خوبی به منظور کاهش تراکم خاک معرفی کردند.

مقاومت فروروی^{۱۴۴} (PR) خاک عبارت است از آسانی حرکت یک جسم به داخل خاک که توسط دستگاهی به نام فروسنج اندازه‌گیری می‌شود. مقاومت فروروی خاک به خصوصیات مخروط (مثل قطر، ارتفاع و زاویه مخروط) و به مقدار زیادی به خصوصیات خاک (از قبیل جرم مخصوص ظاهری، مقاومت برشی، مواد آلی، رطوبت خاک و بافت خاک) بستگی دارد (هریک و جونز ۲۰۰۲). شیرانی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که سیستم خاک‌ورزی مرسوم، مقاومت خاک را تا عمق بیشتری نسبت به سیستم کم خاک‌ورزی کاهش داد. علت این امر عمق بیشتر خاک نرم در تیمار گاوآهن برگرداندار در مقایسه با دیسک سطحی می‌باشد. اثر سیستم بدون خاک‌ورزی بر مقاومت فروروی خاک توسط بسیاری از نویسندگان گزارش شده است (کوکس و همکاران ۱۹۹۰). گزارش شده است که سیستم بدون خاک‌ورزی موجب افزایش مقاومت فروروی خاک می‌شود (لارنی و کلادیوکو ۱۹۸۹).

مقاومت فروروی در رطوبت‌های متفاوت روند خاصی را در تیمارهای متفاوت گیاه پوششی نشان نداد (لی و همکاران ۱۹۹۳). استوک و داووز (۲۰۰۸) تأثیر سطوح متفاوت ماده آلی بر کاهش مقاومت فروروی را مورد بررسی قرار داده و همچنین در رابطه بین مقاومت فروروی و پتانسیل ماتریک در درصد‌های مختلف ماده آلی، افزایش مقاومت فروروی با افزایش مکش ماتریک را گزارش کردند. تو و کی (۲۰۰۵) همبستگی بین مقاومت فروروی و درصد رطوبت را به نوع و ساختمان خاک و لاین و همکاران (۲۰۰۴) این همبستگی را به نوع مدیریت مرتبط دانستند. اسمیت و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که در مقادیر رطوبت گنجایش زراعی و بالاتر،

^{۱۴۴} Penetration resistance



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مقاومت فروری تغییرات اندکی داشت حال آن که بیشترین اختلاف در مقاومت فروری در مقادیر رطوبتی پایین رخ داد. مقاومت خاک‌های کشاورزی نباید زیاد باشد. چون در غیر این صورت ریشه گیاهان و دیگر موجودات قادر نخواهند بود که در خاک نفوذ کنند (دکستر ۱۹۸۸ و ۱۹۹۷). هدف از این مطالعه عبارت است از: ۱- بررسی اثر عملیات مدیریتی خاک شامل تیمارهای خاک‌ورزی و گیاه پوششی و اثر متقابل این تیمارها بر مقاومت فروری یک خاک سیلتی لوم، ۲- بررسی میزان تأثیر عملیات مدیریتی بر مقاومت فروری در رطوبت‌های متفاوت که شاخصی از حساسیت ساختمان خاک در رطوبت‌های مختلف به مدیریت خاک خواهد بود، و تا کنون در هیچ تحقیقی بررسی نشده است.

مواد و روش‌ها اجرای طرح

برای بررسی تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و نوع گیاه پوششی بر مقاومت فروری خاک در رطوبت‌های متفاوت، فاکتور خاک‌ورزی در سه سطح شامل خاک‌ورزی مرسوم (تیمار شخم با گاوآهن برگردان دار ^{۱۴۵}(MP))، خاک‌ورزی حداقل (تیمار شخم با چپزل ^{۱۴۶}(CP)) و بدون خاک‌ورزی ^{۱۴۷}(NT) و فاکتور گیاه پوششی در سه سطح شامل خلر، ماشک و بدون گیاه پوششی به صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا- همدان (دستجرد)، اجرا شد.

نمونه برداری در پایان مرحله برداشت محصول (گیاه ذرت)، انجام گرفت. به طوری که از هر واحد آزمایشی از عمق ۰ تا ۱۰ سانتیمتری در سیلندرهای استیل با قطر ۳/۵ و ارتفاع ۵/۴ سانتیمتر نمونه برداشت شد.

مقاومت فروری خاک بر روی نمونه‌های دست نخورده در مکش‌های ماتریک ۶، ۱۰، ۳۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال با دستگاه فروسنج ریز با زاویه مخروط ۳۰ درجه و قطر قاعده مخروط ۲ میلی متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نیرو در هر سیلندر با دو تکرار و در عمق‌های ۵/۰، ۱، ۵/۱، ۲، ۵/۲ و ۳ سانتیمتر انجام شد. سپس میانگین ۱۲ نقطه اندازه‌گیری برای محاسبه مقاومت فروری (PR) استفاده شد.

نتایج و بحث مقاومت فروری

نتایج تجزیه واریانس تأثیر خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر مقاومت فروری خاک در مکش‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. اثر فاکتور گیاه پوششی بر مقاومت فروری در مکش ۶ کیلو پاسکال معنی‌دار بود. بعلاوه تأثیر فاکتورهای خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر مقاومت فروری در مکش ۱۰ کیلو پاسکال معنی‌دار بود. در بقیه مکش‌ها فاکتورها و تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر مقاومت فروری نداشتند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مقاومت فروری (kPa)

میانگین مربعات خطا (MSE)							درجه	منابع تغییر
۱۵۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۳۰	۱۰		
۲۴۴۶۵۶۶ ^{ns}	۱۲۵۳۷۷۰ ^{ns}	۴۱۷۸۴۳۵ ⁿ	۳۱۵۸۲ ^{ns}	۱۳۵۸۹۲ ^{ns}	۱۱۰۱۲ ^{ns}	۱۲۹۵۹۵ ^{ns}	۰۰۵/۰ ^{ns}	تکرار
۶۹۸۸۲۰۵ ^{ns}	۶۱۶۰۲۶ ^{ns}	۴۱۱۵۵۴۰ ⁿ	۱۴۹۰۸۴۷ ^{ns}	۲۱۱۹۳۴۲ ⁿ	۳۲۹۲۰۲ ^{ns}	۲۸۳۴۲۲۰ ^{**}	۲۰۴/۰ ^{ns}	خاک‌ورزی
۶۴۶۸۸۸ ^{ns}	۱۰۱۷۲۳ ^{ns}	۵۱۳۱۱۵۰ ⁿ	۱۰۷۷۵۳۳ ^{ns}	۱۷۴۷۹۰۱ ⁿ	۱۳۶۹۰۱	۲۶۹۵۶۶۷ ^{**}	۳۵۴/۰	گیاه پوششی
۹۱۵۶۳۵۲ ^{ns}	۳۸۵۰۱۶ ^{ns}	۵۲۸۷۹۹۹ ⁿ	۵۲۴۶۹۵ ^{ns}	۱۷۴۴۴۴۱ ⁿ	۱۴۲۰۰۱	۱۲۱۵۴۳ ^{ns}	۰۳۲/۰ ⁿ	اثر متقابل

^{۱۴۵} Moldboard plow (Conventional tillage)

^{۱۴۶} Chisel plow (Minimum tillage)

^{۱۴۷} No tillage



خطا	۱۶	۰۶۰/۰	۳۷۶۰۴۰	۶۵۷۲۳۰	۱۳۳۹۰۵۷	۱۱۱۷۸۸۶	۲۳۱۸۵۴۸	۲۹۳۴۲۴۹	۴۸۷۳۳۸۴
-----	----	-------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------

MSE میانگین مربعات خطا؛ * و ** به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد، ns بدون اختلاف معنی دار را نشان می دهد.

مقایسه میانگین تأثیر سطوح خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر مقاومت فروروی (PR) در جدول ۲ نشان داده شده است. در مکش ۶ و ۱۰ کیلوپاسکال در بین سطوح خاک‌ورزی، تیمار بدون خاک‌ورزی نسبت به دو سطح دیگر خاک‌ورزی تفاوت معنی داری داشت و موجب افزایش مقاومت فروروی شد. در سایر مکش‌ها تیمار بدون خاک‌ورزی نسبت به دو سطح دیگر خاک‌ورزی، مقاومت فروروی را افزایش داد، هر چند که تفاوت معنی داری مشاهده نشد. احتمالاً علت معنی دار نشدن تفاوت‌ها ضریب تغییرات بالای مقاومت فروروی می باشد. در مکش ۶ و ۱۰ کیلوپاسکال تیمار بدون گیاه پوششی نسبت به دو سطح دیگر گیاه پوششی مقاومت فروروی را به طور معنی داری کاهش داد. در سایر مکش‌ها بین مقاومت فروروی تیمارهای گیاه پوششی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. مقاومت فروروی بیشتر در خاک‌های بدون خاک‌ورزی گزارش شده است و مقاومت فروروی با رطوبت متفاوت در تیمارهای متفاوت گیاه پوششی متغیر است (لی و همکاران ۱۹۹۳). در مکش ۶، ۱۰، ۳۰ و ۴۰ کیلو پاسکال اثر متقابل تیمارها، بر مقاومت فروروی معنی دار بود. در مکش ۶ کیلوپاسکال تیمار خاک‌ورزی حداقل - بدون گیاه پوششی مقاومت فروروی را نسبت به همه تیمارها به جز دو تیمار خاک‌ورزی مرسوم - بدون گیاه پوششی و خاک‌ورزی حداقل - خمر به طور معنی داری کاهش داد. احتمالاً علت آن تردد کم تر ماشین آلات کشاورزی و شخم سطحی خاک بود. همچنین گیاهان پوششی باعث افزایش مقاومت واحدهای ساختمانی خاک شدند. ورهز (۱۹۸۳)، گزارش کرد که خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار در دو خاک دارای تراکم و بدون تراکم، باعث کاهش مقاومت فروروی گردید.

در مکش ۱۰ کیلوپاسکال تیمار خاک‌ورزی حداقل - بدون گیاه پوششی موجب کاهش معنی دار مقاومت فروروی نسبت به تمام تیمارها به جز خاک‌ورزی مرسوم - ماشک، خاک‌ورزی مرسوم - بدون گیاه پوششی و خاک‌ورزی حداقل - خمر گردید. روند تغییرات مقاومت فروروی در مکش ۱۰ کیلوپاسکال تقریباً شبیه به مکش ۶ کیلو پاسکال بود. مقاومت فروروی خاک با کاهش رطوبت خاک افزایش یافته و با افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در طی تراکم افزایش می یابد (کولن و کوپیز ۱۹۸۳). در مکش ۱۰ کیلوپاسکال تیمار خاک‌ورزی مرسوم - بدون گیاه پوششی موجب کاهش معنی دار مقاومت فروروی نسبت به تیمارهای بدون خاک‌ورزی با گیاه پوششی ماشک و خمر گردید. ویلکینز و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که مقاومت خاک بدون عملیات کشاورزی در لایه شخم (لایه ۰ تا ۳۰ سانتی متری) بیشتر از خاک شخم خورده است. همچنین ریشه گیاهان در خاک‌ورزی مرسوم (کولتیواتور) نسبت به کشت بدون خاک‌ورزی دارای وسعت بیشتری می باشند (چن و همکاران، ۲۰۰۵).

در مکش ۳۰ کیلوپاسکال تیمار خاک‌ورزی حداقل - خمر موجب افزایش معنی دار مقاومت فروروی نسبت به دو سطح دیگر گیاه پوششی در همین خاک‌ورزی گردید. گیاه پوششی خمر نقش مهمی را در افزایش مقاومت فروروی خاک داشت که به علت افزایش مقاومت ساختمانی خاک (مقاومت واحدهای ساختمانی خاک) در برابر نیروی خارجی بود. در مکش ۴۰ کیلوپاسکال تیمار خاک‌ورزی حداقل - بدون گیاه پوششی موجب کاهش معنی دار مقاومت فروروی نسبت به دو تیمار خاک‌ورزی حداقل - خمر و بدون خاک‌ورزی - ماشک گردید. گیاه پوششی خمر و تیمار بدون خاک‌ورزی مقاومت فروروی خاک را افزایش دادند که علت آن به ترتیب افزایش مقاومت ساختمانی خاک و کاهش شدت خاک‌ورزی و دست نخورده بودن خاک بود. در مکش ۱۰، ۳۰ و ۴۰ کیلوپاسکال مقاومت فروروی در خاک‌ورزی مرسوم - خمر نسبت به خاک‌ورزی حداقل - ماشک افزایش یافته است، هر چند که تفاوت‌ها معنی دار نمی باشد. این نتیجه مشابه نتایج داویگا و همکاران (۲۰۰۷) بود. آنها مقاومت فروروی سه نوع سیستم خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی با چیزل و مرسوم) را مقایسه کردند و گزارش کردند که کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک سطحی در خاک‌ورزی با چیزل نسبت به خاک‌ورزی مرسوم باعث کاهش مقاومت فروروی در خاک‌ورزی حداقل (چیزل) شد. در بقیه مکش‌ها تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی داری بر مقاومت فروروی نداشتند. مقاومت فروروی در اثر متقابل خاک‌ورزی و گیاه پوششی با افزایش مکش و کاهش رطوبت افزایش یافت.

جدول ۲- مقایسه میانگین مقاومت فروروی (kPa)

kPa							۶	منابع تغییر
۱۵۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۳۰	۱۰	Log(x)	
۱۰۷۹۷	۶۷۵۱	۴۱۳۱	۳۵۰۱	۳۱۳۹	۱۷۹۲	۰/۱۸۰ ^b	۶۶۷/۲ ^{ba}	T ₁
۱۰۳۷۳	۶۹۱۰	۴۲۵۶	۳۰۰۶	۲۴۳۷	۲۰۰۳	۱۷۰۰ ^b	۵۰۸/۲ ^b	T ₂
۱۲۶۶۰	۷۲۶۲	۵۳۶۰	۳۸۱۳	۳۳۶۸	۲۱۷۴	۲۷۱۹ ^a	۸۰۹/۲ ^a	T ₃
۱۰۸۷۵	۵/۷۸۳	۴۳۷۴	۳۸۰۹	۳۳۶۸	۲۰۵۵	۲۳۴۴ ^a	۸۲۲/۲ ^a	C ₁
۱۰۹۷۸	۶۸۷۱	۵۴۲۰	۳۳۸۸	۷/۲۵۱	۲۳۴۴	۲۴۳۲ ^a	^a ۷۲۱/۲	C ₂
۱۱۳۸۲	۶۹۷۰	۳۹۵۴	۳۱۲۳	۳۰۷۴	۱۵۷۲	۱۴۴۴ ^b	۴۴۰/۲ ^b	C ₃
۱۲۶۴۵	۶۶۲۹	۳۴۵۱ ^{bac}	۳۷۰۳	۲۵۵۴	۱۸۸۳ ^{ba}	۱۸۸۳ ^{bac}	۷۳۹/۲ ^a	T ₁ C ₁
۸۸۵۹۰	۶۴۵۹	۵۴۹۹ ^{bac}	۳۹۰۴	۳۰۷	۱۶۹۳ ^{ba}	۲۳۲۳ ^{ba}	۷۴۹/۲ ^a	T ₁ C ₂
۱۰۸۸۷	۷۱۶۷	۳۴۴۵ ^{bac}	۲۸۹۶	۳۷۸۵	۱۸۰۲ ^{ba}	۱۲۰۰ ^{bc}	۵۱۰/۲ ^{ba}	T ₁ C ₃
۹۶۴۷۰	۷۲۶۶	۳۳۳۲ ^{bc}	۳۲۲۷	۳۲۹۶	۱۵۲۸ ^b	۲۲۰۸ ^{ba}	۷۹۰/۲ ^a	T ₂ C ₁



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۱۰۹۱۲	۶۷۰۸	۶۲۵. ba	۲۷۱۹	۱۹۷۲	۳۱۹۲ ^a	۱۹۴۷ ^{bac}	۵۶۰/۲ ^{ba}	T _۲ C _۲
۱۰۵۶۰	۶۷۵۸	۳۱۸۷ ^c	۳۰۷۲	۲۰۴۱	۱۲۸۹ ^b	۹۴۵.۳ ^c	۱۷۴/۲ ^b	T _۱ C _۲
۱۰۳۳۴	۷۳۵۶	۶۳۴۰. a	۴۴۹۸	۴۲۵۳	۲۷۵۴ ^{ba}	۲۹۴۳ ^a	۹۳۸/۲ ^a	T _۲ C _۱
۱۳۱۶۴	۷۴۴۵	۴۵۱۲ ^{bac}	۳۵۴۰	۲۴۵۵	۲۱۴۶ ^{ba}	۳۰۲۸ ^a	۸۵۴/۲ ^a	T _۲ C _۲
۱۲۷۰۰	۶۹۸۷	۵۲۲۹ ^{bac}	۳۴۰۱	۳۳۹۶	۱۶۲۳ ^{ba}	۲۱۸۶ ^{ba}	۶۳۶/۲ ^a	T _۲ C _۲

T_۱ و T_۲ به ترتیب خاک‌ورزی مرسوم (برگرداندار)، خاک‌ورزی حداقل (چیزل) و بدون خاک‌ورزی؛ C_۱، C_۲ و C_۳ به ترتیب گیاه پوششی ماشک، گیاه پوششی خلر و شاهد؛ TC، اثر متقابل تیمارهای خاک‌ورزی و گیاه پوششی، در هربخش از هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه گیری

در این تحقیق اثرات مستقل و متقابل تیمار خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر مقاومت فروری خاک بررسی شد. تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و حداقل مقاومت فروری را نسبت به کشت بدون خاک‌ورزی کاهش دادند، که احتمالاً به دلیل کاهش اثر تراکم در این دو نوع خاک‌ورزی و افزایش جرم مخصوص ظاهری در کشت بدون خاک‌ورزی باشد. نتایج حاصله نشان داد که تیمار خاک‌ورزی حداقل-بدون گیاه پوششی در غالب مکش‌ها باعث کاهش مقاومت فروری شد. علت آن شخم سطحی خاک در تیمار خاک‌ورزی حداقل نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی و کاهش تردد ماشین آلات کشاورزی نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم بود. همچنین گیاهان پوششی باعث افزایش مقاومت ساختمانی خاک (مقاومت واحدهای ساختمانی خاک) در برابر نیروهای خارجی شدند. در نتیجه مقاومت فروری را افزایش دادند. مقدار مقاومت فروری برای تشخیص زمان قابلیت انجام عملیات خاک‌ورزی در زمین مفید است. بنابراین تیمار خاک‌ورزی حداقل-بدون گیاه پوششی را به کشاورزان توصیه می‌کنیم.

منابع

- حاج عباسی، محمد علی، آقا فخر، میر لوحی و محمد صدرا رحامی (۱۳۸۷) "اثر شیوه‌های خاک‌ورزی بر بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و عملکرد ذرت در مزرعه تحقیقاتی لورک".
- شیرانی، حسین، حاج عباسی، محمد علی، افیونی، مجید و همت، عباس (۱۳۸۹) "تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود آلی بر مقاومت فروری خاک تحت کشت ذرت". مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۴، شماره ۵۱: ۱۵۴-۱۴۱.
- Bear, M.H., P. F. Hendrix and, D.C. Coleman. ۱۹۹۴. Water stable aggregates and organic matter fraction in conventional and no-tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۸: ۷۷۷-۷۸۶.
- Campbell, C.A. and, W. Souster. ۱۹۸۲. Loss of organic matter and potentially mineralizable nitrogen from Saskatchewan soils due to cropping. *Can. J. Soil Sci.* ۶۲: ۶۵۱-۶۵۶.
- Chen, Y. Cavwrs, C. Tessier, S. Monero, F. Lobb, D. (۲۰۰۵) "Short-term tillage effects on soil cone index and plant development in a poorly drained, heavy clay soil". *Soil and Tillage Research* ۸۲. ۱۶۱-۱۷۱.
- Cox, W. J. Zobel, R. W. VanEs, H.M. Otis, D.J. (۱۹۹۰) "Tillage effects on some soil physical and corn physiological characteristics". *Agron. J.* ۸۲. ۸۰۶-۸۱۲.
- Da Veiga, M. Horn, R. Reinert, D.J. Reichert, J.M. (۲۰۰۷) "Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems". *Soil and Tillage Research.* ۹۲. ۱۰۴-۱۱۳.
- Dexter, A.R. (۱۹۸۸): *Advances in characterization of soil structure.* *Soil & Tillage Research* ۱۱: ۱۹۹-۲۳۸.
- Dexter, A.R. (۱۹۹۷): *Physical properties of tilled soils.* *Soil and Tillage Research* ۴۳: ۴۱-۶۳.
- Dick, W.A. ۱۹۸۳. Organic carbon N, P concentration and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Sci. Soc Am.J.* ۴۷: ۱۰۲-۱۰۷.
- Ismail, I., R.L.Blevins and, W.W. Trye. ۱۹۹۴. Long-term no tillage effects on soil properties and continuous corn yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* ۵۸: ۱۹۳-۱۹۸.
- Koolen, A. J. and H. Kuipers. ۱۹۸۳. *Agricultural Soil Mechanics. Advanced Series in Agricultural Sciences,* Springer-Verlag, Berline.
- Lapen, D.R. Topp, G.C. Hayhoe, H.N. Gregorich, E.G. Curnoe, W.E. (۲۰۰۴) "Combination cone penetration resistance/water content instrumentation to evaluate cone penetration-water content relationships in tillage research". *Soil and Tillage Research.* ۷۹. ۵۱-۶۲.
- Larney, F. J. and E. J. Kladvko. (۱۹۸۹) "Soil strength properties under four tillage systems at three long-term
- Stock, O. and Downes, N.K. (۲۰۰۸) "Effects of additions of organic matter on the penetration resistance of glacial till for the entire water tension range". *Soil and Tillage Research.* ۹۹. ۱۹۱-۲۰۱.
- To, J. and B.D. Kay. ۲۰۰۵. Variation in penetrometer resistance with soil properties: the contribution of effective stress and implications for pedotransfer functions. *Geoderma* ۱۲۶: ۲۶۱-۲۷۶.



Wilkins, D.E. Siemets, M.C. Albrecht, S.L. (۲۰۰۲) "Changes in soil physical characteristics during transition from intensive tillage to direct seeding". Trans. ASAE ۴۵. ۸۷۷-۸۸۰.

Abstract

Agricultural soils management practices such as tillage systems and cover crop have major effect on soil structure. Penetration resistance (PR) is a useful parameter to detect changes in soil structure under different managements. PR was dependent on the moisture content and would decrease by increasing water content. The question that in what moisture content soil management practices have the greatest impact on the PR will show the sensitivity of soil structure at different soil moisture levels to soil management, which is not investigated so far. Effect of three tillage systems namely, conventional, minimum and no tillage and three cover crop treatments including Vetch, Lathyrus and unplanted cover crop were evaluated on the PR. PR was measured at different matric suctions on undisturbed soil samples. The results showed that minimum tillage-no-cover crop treatment decreased the PR. This may be due to plowing the soil surface compared to no tillage and decreased traffic compared to conventional tillage. Also, cover crop increased structural strength against external forces.



بررسی تأثیر گونه‌های گیاهی قیچ و درمنه‌دشتی بر مقدار کاتیونهای محلول در خاک رویشگاه آنها

مجتبی جعفری حقیقی^۱، عبدالمجید ثامنی^۲
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، ۲- دانشیار بخش علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده

به منظور بررسی اثرات دو گونه گیاهی قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) و درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های رویشگاه آنها در آباده، سروستان و خنج استان فارس، از یک آزمایش فاکتوریل ۲۳ (دو گونه گیاهی، دو عمق، دو فاصله) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه مکان و در سه تکرار استفاده شد. چهار نمونه خاک از زیر و خارج سایه‌انداز گیاهان مورد مطالعه، از دو عمق (۰-۲۰) و (۲۰-۴۰) سانتی‌متری نمونه‌برداری گردید و مقدار کاتیون‌های محلول خاک به روش‌های متعارف اندازه‌گیری گردید. نتایج حاکی از آن است که وجود گیاهان مورد مطالعه باعث بهبود ویژگی‌های خاک زیستگاه خود گردیده است.

واژه‌های کلیدی: قیچ، درمنه دشتی، سایه‌انداز، خارج سایه‌انداز، عمق

مقدمه

متأسفانه جهان امروز با مشکلات اساسی در زمینه مسائل زیست محیطی رو به روست که پدیده بیابانزایی یکی از این مشکلات است. از جمله اقدامات مدیریتی مثبت برای کاهش بیابانزایی، احیاء پوشش گیاهی از طریق کشت گونه‌های سازگار با محیط است. پوشش گیاهی دارای اثرات فراوانی بر خاک رویشگاه خود می‌باشد. همچنین خاک بیشترین تأثیر بر رشد و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی را دارد (خلخال، ۱۳۷۵). با مطالعه اثر این گیاهان بر خاک رویشگاه آنها می‌توان به رابطه متقابل بین خاک و گیاه پی برد و برای احیاء و یا ایجاد پوشش گیاهی اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

در اجرای این طرح تحقیقاتی از دو گونه گیاهی قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) و درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) در سه منطقه آباده، سروستان و خنج استان فارس استفاده شد. در هر سه منطقه در محل هر دو نمونه گیاهی (هر کدام در سه تکرار) اشاره شده در بالا، یک نیمرخ در سایه‌انداز و یک نیمرخ خارج سایه‌انداز (مجموعاً ۱۲ نیمرخ) حفر کرده، از هر نیمرخ از دو عمق (۰-۲۰) و (۲۰-۴۰) سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک صورت گرفت (مجموعاً ۷۲ نمونه خاک). برای اینکه هر نمونه خاک به صورت یک نمونه ترکیبی باشد، برای هر عمق از هر چهار جهت نیمرخ، نمونه برداری شده و با هم مخلوط گردید. نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده را بعد از خشک کردن و عبور از الک دو میلی‌متری، برای تعیین برخی ویژگی‌های شیمیایی مانند غلظت سدیم و پتاسیم محلول به وسیله شعله‌سنجی (نادسن و همکاران، ۱۹۸۲)، کلسیم و منیزیم به روش تیترو کردن با EDTA (ریچارد، ۱۹۵۴) مورد آزمایش قرار گرفت. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲×۲ (دو گیاه، دو عمق، دو فاصله) و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه مکان و سه تکرار انجام گرفت. داده‌های بدست آمده از ویژگی‌های خاک با استفاده از نرم افزار SAS مورد بررسی قرار گرفت و در جدول‌های مناسب تنظیم گردید و با استفاده از آزمون دانکن، مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

صرفنظر از عمق، فاصله و گونه گیاهی مقدار پتاسیم محلول در خاک رویشگاه آنها در سه منطقه آباده، سروستان و خنج به ترتیب ۸۶۹/۰، ۷۵۳/۰ و ۶۰۴/۰ سانتی‌مول بر لیتر می‌باشد که تفاوت معنی‌داری با هم دارند (جدول ۱). نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار پتاسیم محلول در خاک رویشگاه گونه‌های قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۷۵۴/۰ و ۷۳۰/۰ سانتی‌مول بر لیتر می‌باشد (جدول ۲). همانطور که مشاهده می‌شود گونه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. خانمیرزایی فرد (۱۳۸۴) در مطالعه گونه‌های اوکالیپتوس، مقدار پتاسیم محلول را در خاک رویشگاه گونه‌های اولوزا، گیلی، میکروتکا و کامالدولنسیس به ترتیب ۲۱/۰، ۲۲/۰ و ۲۵/۰ و ۲/۰ گزارش کرد. همچنین بین پتاسیم محلول در خارج سایه‌انداز و زیر سایه‌انداز از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود دارد و غلظت پتاسیم محلول از ۰۰۶/۱ سانتی‌مول بر لیتر در زیر سایه‌انداز به ۴۷۸/۰ سانتی‌مول بر لیتر در خارج سایه‌انداز کاهش یافته است که این کاهش معادل ۵۳ درصد می‌باشد (جدول ۳). داوونپورت و همکاران (۱۹۹۶) دلیل افزایش غلظت پتاسیم محلول در زیر سایه‌انداز گیاهان را شرایط مساعدتر جهت هوادیدگی کانی‌ها در زیر سایه‌انداز بیان کرده‌اند. ژنگو (۲۰۰۴) در تحقیقی گزارش نمود که تثبیت شدن باعث افزایش پتاسیم در خاک گردیده است. در عمق‌های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی‌متری خاک رویشگاه گونه‌های مورد بررسی به ترتیب ۸۳۶/۰ و ۶۴۸/۰ سانتی‌مول بر لیتر پتاسیم به دست آمد که بین دو عمق تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از گیاهان تاغ و اتریپلکس غلظت پتاسیم



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

محلول در اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی متری به ترتیب ۲۰/۶، ۱۰/۳ و ۸۴/۲ درصد گزارش نمود که بررسی آن نشان می‌دهد که بین عمق ۰-۲۰ با دو عمق دیگر تفاوت معنی داری وجود دارد و غلظت آن با افزایش عمق روند کاهشی دارد. صرفنظر از عمق، فاصله و گونه گیاهی، غلظت سدیم محلول در خاک رویشگاه آنها در سه منطقه آباده، سروستان و خنج به ترتیب ۹۸۵/۱، ۵۲۰/۲ و ۸۵۰/۰ سانتی مول بر لیتر می‌باشد که تفاوت معنی داری با هم دارند (جدول ۱). غلظت سدیم محلول در خاک رویشگاه گونه‌های قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۲۷۲/۲ و ۲۹۹/۱ سانتی مول بر لیتر می‌باشد که تفاوت آنها معنی دار است. با توجه به تجزیه بافت گیاهی قیچ و بالاتر بودن مقدار سدیم کل در بافت گیاهی قیچ نسبت به درمنه دشتی، به نظر می‌رسد ریزش برگ‌های قیچ باعث افزایش مقدار سدیم در خاک زیر پوشش گردیده است (جدول ۲). قاسمی (۱۳۸۸) غلظت سدیم محلول در خاک رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه در منطقه تم شولی نی‌ریز شامل *Haloxyton aphyllum*، *H.persicum*، *Atriplex canescence*، *A. lentiformis* و *A. halimus* را به ترتیب برابر با ۸۲/۷۴، ۰۹/۷۱، ۶۳/۵۹، ۶۰/۱۰۸ و ۸۲۱/۴۳ سانتی مول بر لیتر به دست آورد. همچنین سدیم محلول از ۳۰۷/۱ در خارج سایه‌انداز به ۲۶۲/۲ سانتی مول بر لیتر در زیر سایه‌انداز افزایش یافته است که این تفاوت معنی دار می‌باشد و معادل ۴۲ درصد افزایش نشان می‌دهد (جدول ۳). فلاح شجاعی (۱۳۸۴) نشان داد که غلظت سدیم محلول در خاک زیر سایه‌انداز به طور معنی داری نسبت به خاک خارج سایه‌انداز بیشتر بوده است. طهماسبی و همکاران (۱۳۸۹) بیان داشتند که غلظت سدیم در زیر تاج درخت بنه، بیشتر از خارج تاج درخت بوده است. میانگین غلظت سدیم محلول بدون در نظر گرفتن فاصله، منطقه نمونه برداری و گونه گیاهی در اعماق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی متری به ترتیب برابر با ۳۲۸/۱ و ۲۴۲/۲ سانتی مول بر لیتر می‌باشد که بین آنها تفاوت معنی داری وجود دارد (جدول ۴). قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه‌هایی از گیاهان تاغ و اتریپلکس غلظت سدیم محلول در اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی متری به ترتیب ۴۴/۳۸، ۷۵/۵۴ و ۶۰/۱۲۱ سانتی مول بر لیتر بدست آورد. بررسی آنان نشان می‌دهد که بین سه عمق تفاوت معنی داری وجود دارد و غلظت آن با افزایش عمق روند افزایشی دارد.

جدول ۱- تأثیر منطقه نمونه برداری بر مقدار کاتیونهای محلول خاک رویشگاه

منطقه	پتاسیم (cmol+/lit)	سدیم (cmol+/lit)	کلسیم (cmol+/lit)	منیزیم (cmol+/lit)
آباده	۸۶۹/۰A	۹۸۵/۱B	۱۶۷/۲۴B	۶۹۶/۱۳A
سروستان	۷۵۳/۰B	۵۲۰/۲A	۴۴۲/۴۵A	۶۴۲/۱۳A
خنج	۶۰۴/۰C	۸۵۰/۰C	۸۹۶/۱۲C	۷۶۷/۱۳A

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۲- تأثیر گونه‌های مختلف گیاهی بر مقدار کاتیونهای محلول خاک رویشگاه

گونه گیاهی	پتاسیم (cmol+/lit)	سدیم (cmol+/lit)	کلسیم (cmol+/lit)	منیزیم (cmol+/lit)
قیچ	۷۵۴/۰A	۲۷۲/۲A	۴۳۳/۲۶B	۳۳۳/۱۴A
درمنه دشتی	۷۳۰/۰A	۲۹۹/۱B	۵۷۰/۲۸A	۰۷۰/۱۳B

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۳- تأثیر فاصله نمونه برداری بر مقدار کاتیونهای محلول خاک رویشگاه

فاصله	پتاسیم (cmol+/lit)	سدیم (cmol+/lit)	کلسیم (cmol+/lit)	منیزیم (cmol+/lit)
سایه انداز	۰۰۶/۱A	۲۶۲/۲A	۰۴۷/۲۹A	۸۱۲/۱۲B
خارج سایه انداز	۴۷۸/۰B	۳۰۷/۱B	۹۵۶/۲۵B	۵۹۲/۱۴A

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند

جدول ۴- تأثیر عمق نمونه برداری بر مقدار کاتیونهای محلول خاک رویشگاه

عمق	پتاسیم (cmol+/lit)	سدیم (cmol+/lit)	کلسیم (cmol+/lit)	منیزیم (cmol+/lit)
۰-۲۰	۸۳۶/۰A	۳۲۸/۱B	۶۴۲/۳۱A	۲۲۰/۱۳B
۲۰-۴۰	۶۴۸/۰B	۲۴۲/۲A	۳۶۱/۲۳B	۱۸۳/۱۴A

میانگینهای دارای حروف مشترک برای هر فاکتور از نظر آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

صرف نظر از عمق، فاصله و گونه گیاهی، مقدار کلسیم محلول خاک رویشگاه گونه های گیاهی مورد مطالعه در سه منطقه آباده، سروستان و خنج به ترتیب ۱۶۷/۲۴، ۴۴۲/۴۵ و ۸۹۶/۱۲ سانتی مول بر لیتر می باشد که تفاوت معنی داری با هم دارند (جدول ۱). غلظت کلسیم محلول خاک رویشگاه گونه های گیاهی قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۴۳۳/۲۶ و ۵۷۰/۲۸ سانتی مول بر لیتر می باشد که بین دو گونه اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۲). نتایج نشان می دهد که بین کلسیم محلول در خارج سایه انداز و زیر سایه انداز از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود دارد و غلظت کلسیم از ۰۴۷/۲۹ سانتی مول بر لیتر در زیر سایه انداز به ۹۵۶/۲۵ سانتی مول بر لیتر در خارج سایه انداز کاهش یافته است که معادل ۱۱ درصد کاهش می باشد (جدول ۳). وزل و همکاران (۲۰۰۰)، با مطالعه بر روی ۵۷ گونه مرتعی به این نتیجه دست یافتند که کلسیم در زیر سایه انداز نسبت به خارج سایه انداز افزایش داشته است. در عمق های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی متری خاک رویشگاه گونه های مورد مطالعه به ترتیب ۶۴۲/۳۱ و ۳۶۱/۲۳ سانتی مول بر لیتر کلسیم به دست آمد که بین دو عمق از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۴). به نظر می رسد بالا بودن غلظت کلسیم در عمق ۰-۲۰ سانتی متری، به ماده آلی زیادتر و تجزیه لاشبرگها در این عمق مربوط باشد. میشرا و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه اعماق مختلف خاک رویشگاه در ختان ۹ ساله اوکالیپتوس گونه ترتیکرنیس مشاهده کردند که غلظت کلسیم محلول با افزایش عمق کاهش یافته است.

غلظت منیزیم محلول خاک رویشگاه آنها در سه منطقه آباده، سروستان و خنج به ترتیب ۶۹۶/۱۳، ۶۴۲/۱۳ و ۷۶۷/۱۳ سانتی مول بر لیتر می باشد که تفاوت معنی داری با هم دارند (جدول ۱). همچنین غلظت منیزیم محلول در خاک رویشگاه گونه های قیچ و درمنه دشتی به ترتیب برابر با ۳۳۳/۱۴ و ۰۷۰/۱۳ سانتی مول بر لیتر بدست آمد که تفاوت بین آنها، از نظر آماری معنی دار می باشد (جدول ۲). خانمیرزایی (۱۳۸۴) تفاوت معنی داری را در غلظت منیزیم محلول خاک رویشگاه گونه های اوکالیپتوس مشاهده کرد. مقدار منیزیم محلول از ۸۱۲/۱۲ سانتی مول بر لیتر در خاک زیر سایه انداز به ۵۹۲/۱۴ سانتی مول بر لیتر در خارج سایه انداز افزایش یافته است که این افزایش از نظر آماری معنی دار می باشد و معادل ۱۲ درصد افزایش است که با نتایج ملامبو و همکاران (۲۰۰۵) هم خوانی دارد (جدول ۳). ملامبو و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقات خود غلظت منیزیم محلول را در زیر سایه انداز ۸۲/۲ سانتی مول بر لیتر و در خارج سایه انداز ۱۱/۳ سانتی مول بر لیتر گزارش کردند. در عمق های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی متری خاک رویشگاه گونه های مورد مطالعه به ترتیب ۲۲۰/۱۳ و ۱۸۳/۱۴ سانتی مول بر لیتر منیزیم به دست آمده است که تفاوت آنها، معنی دار می باشد (جدول ۴). قاسمی (۱۳۸۸) با مطالعه گونه هایی از گیاهان تاغ و آتریپلکس غلظت منیزیم محلول در اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۶۰ سانتی متری به ترتیب ۵۷/۶، ۹۸/۱۸ و ۶۶/۲۶ سانتی مول بر لیتر بدست آورد که بررسی آنها نشان می دهد که بین سه عمق تفاوت معنی داری وجود دارد و غلظت آن با افزایش عمق روند افزایشی دارد.

منابع

- خانمیرزایی فرد، ع. ۱۳۸۴. تاثیر گونه هایی از درختان اکالیپتوس بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای محدوده سایه انداز آنها در دشت گربایگان شهرستان فسا در استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- خلخالی، س. ع. ۱۳۷۵. بررسی تاثیر متقابل میان ویژگیهای خاک و صفات گیاهی در دو منطقه کشت آتریپلکس کانسنس، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- طهماسبی، م.، حسینی، و. و اخوان، ر. ۱۳۸۹. تاثیر تاغ درخت بنه بر پراکنش مکانی پتاسیم، سدیم و لیتیم، خلاصه مقالات اولین همایش ملی تحقیقات منابع طبیعی ایران، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج.
- فلاح شجاعی، ج.، ۱۳۸۴. تاثیر برخی گونه های گیاه آکاسیا بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های دشت گربایگان شهرستان فسا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
- قاسمی بنادکوک، ن.، ۱۳۸۸. تاثیر گونه هایی از گیاه آتریپلکس و تاغ بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک های رویشگاه آنها در منطقه تم شولی شهرستان نی ریز، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه شیراز.
- Davenport, D. W., Bradford, P. W., and Breshears D. D. ۱۹۹۶. Soil morphology of canopy and inter canopy sites in a pinonjuniper woodland, Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۰: ۱۸۸۱- ۱۸۸۷.
- Knudsen, D., Peterson, G. A. and Pratt. P. F. ۱۹۸۲. Lithium, sodium and potassium. In: A. L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part ۲. ۲nd ed. Monograph No. ۹, Am. Soc. Agron. Madison, WI. ۲۲۵- ۲۴۶.
- Mishra, A., Sharma, S. D. and Khan. G. H. ۲۰۰۳. Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by ۳, ۶ and ۹ years old plantation of Eucalyptus tereticornis: Biorejuvenation of sodic soil. Forest Ecol. Manage. ۱۸۴: ۱۱۵- ۱۲۴.
- Mlambo, D., Nyathi, P. and Mapaure. I. ۲۰۰۵. Influence of Colophosprmm mopane on surface soil properties and understory vegetation in Southern African Savana. J. Forest Ecol. Manage. ۲۱۲: ۳۹۴- ۴۰۴.
- Richards, L. A. (ed). ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U. S. Salinity Laboratory Staff. USDA. Hand book No. ۶۰. Washington, DC. ۱۶۰ pp.
- Wezel, A., J. L. Rajot and C. Herbrig. ۲۰۰۰. Influence of shrubs on soil characteristics and their function in Sahelian agro- ecosystems in semi- arid Niger. J. Arid Environ. ۴۴: ۳۸۳- ۳۹۸.



Zhenghu, D. ۲۰۰۴. Evaluation of soil properties on stabilized sands in the Tengger Desert China. *Geomorphology*. ۵۹: ۲۳۷-۲۴۶.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of two plant species *Qych* (*Zygophyllum eurypterum*) and Desert sagebrush (*Artemisia sieberi*) on soil chemical and physical characteristics of their habitat in Abadeh, Sarvestan and Khonj in Fars province. A ۲۳ factorial experiment (two species, two depths, two distances) in a completely randomized design with three replications was used in three locations. Four samples from under and inter canopy of tested plants each in two depths of ۰-۲۰ , ۲۰-۴۰ cm were taken from each of plants site and the amount of cations in the soil solution were measured by the conventional methods. The results indicated that the presence of plants can improve soil characteristics of their habitat.



افزایش نفوذپذیری در خاکهای گچی و تاثیر آن بر تغییر سیستم های آبیاری به منظور مدیریت بهینه منابع آب

پدیده جوادی^۱، بهاره جعفری^۱، علی اکبر اصیلیان^۲ و بهزاد سبحانی^۳
۱- مدیر طرح شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس،^۲- مدیر گروه شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس،^۳- کارشناس شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس

چکیده

با افزایش مصرف آبهای زیرزمینی و کاهش نزولات جوی لزوم مدیریت صحیح منابع آب و خاک بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. لذا شناخت محدودیتهای خاک منطقه، بویژه گچ و تاثیر آن در نفوذپذیری بمنظور انتخاب سیستم آبیاری، با هدف مدیریت بهینه مصرف آب هدف اصلی این مطالعه می باشد. در این راستا با استفاده از نتایج مطالعات خاکشناسی تفصیلی انجام شده در دشت اریض خوزستان و انجام آزمایشات فیزیگوشیمیایی براساس روشهای استاندارد جهانی، سری های خاک مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. واحدهایی که دارای بافت یکسان و خصوصیات شیمیایی متفاوتی بودند، انتخاب و نتایج مطالعات بیانگر آن است که خاکهای با درصد گچ کم، دارای نفوذپذیری پائین و خاکهای با درصد بالای گچ، دارای نفوذپذیری قابل ملاحظه ای می باشند، که نشان از اثر گچ بر روی افزایش نفوذپذیری خاکهای منطقه داشته و این امر منجر به تغییر سیستم آبیاری در آن اراضی، از ثقلی به تحت فشار گردید

واژه های کلیدی: گچ، مدیریت بهینه مصرف آب، نفوذپذیری، سیستم های آبیاری

مقدمه

پارامترهای شیمیایی، یکی از عوامل مؤثر در رشد گیاه، طراحی کانال و زهکش ها، پایداری و استحکام خاک و ... می باشد. گچ بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، رشد ریشه گیاهان و مکانیک خاک و ... را تحت تاثیر قرار می دهد. در صورتیکه افق چپسبک در عمق کم خاک تشکیل شود و یا اینکه مقدار گچ در منطقه ریشه ۲۵ درصد بیشتر شود تاثیر شدیدی بر خواص فیزیکی خاک زراعی خواهد گذاشت در این حالت مقاومت مکانیکی خاک افزایش یافته و مانع نفوذ ریشه در خاک می گردد و ظرفیت نگهداری آب در خاک کاهش می یابد.

بافت خاک در خاکهای گچی متغیر و بستگی به مقدار گچ دارد و در اغلب خاکهای گچی بستگی به مواد مادری متغیر است. ساختمان خاک نیز در خاکهای گچی متأثر از مقدار گچ می باشد. در خاکهای گچی نیروهای چسبندگی خاکدانه ها ضعیف هستند و به همین دلیل فرسایش پذیری خاکهای گچی زیاد است. جریان آب در خاکهای گچی معمولاً متوسط تا سریع است البته موقعی که لایه سخت شده از حرکت عمقی جلوگیری نماید. سرعت نفوذپذیری خاکهای گچی بر حسب بافت خاک و نوع و اندازه بلورهای گچ از حداقل ۱۵/۰ تا ۸ متر در روز می باشد.

پارامترهای فوق نقش مؤثری بر روی خصوصیات فیزیکی از جمله نفوذپذیری دارند. خاکهای گچی در اقلیم خشک و نیمه خشک که دارای بارندگیهای کمتر از ۴۰۰ میلی متر در سال می باشد یافت می شوند و نیز به طور معمول در حالت خشک به دلیل خاصیت سیمانی شدن گچ معمولاً مقاوم می باشند ولی به محض اضافه شدن رطوبت به دلیل اشباع نسبی یا کامل خاک مواد انحلال پذیر در آب حل می شوند و در نتیجه مقاومت خاک به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. خاکهای گچی به عنوان یک نوع از خاکهای ریزشی در نظر گرفته می شود زیرا حضور گچ بین ذرات خاک به عنوان یک عامل سیمانی محسوب می شود که ذرات خاک را به هم متصل می نماید و چون این نوع خاکها مقداری از مقاومت خود را به وسیله سیمان بین ذرات خود تامین می کنند. رفتار ریزشی چنین خاکهایی زمانی رخ می دهد که آب به داخل خاک نفوذ کند جریان آب منجر به شسته شدن نمکها از داخل ذرات خاک می شود.

نفوذ آب از سازه های غیر بتنی و کانالهای روباز ساخته شده در اراضی گچی مشکلات زیادتری داشته و تخریب در آن ها سریع تر اتفاق می افتد. در این حالت آب از کل سطح خیس شده نفوذ و جاری می شود در نتیجه انحلال گچ خیلی مخرب تر می شود، مخصوصاً اگر بافت خاک شنی یا لومی باشد. حاصل این فرآیند، حرکت و فروریختن دیواره ها در جهت شیب و فرونشستن شدید کف کانال و شکست سازه می باشد. (آرار، ۱۹۹۰)

نفوذپذیری در چنین خاکهایی نیاز به مدیریت صحیح و بررسی کلیه عوامل مهم در منطقه دارد، بدیهی است آشنایی با تاثیر پارامترهای شیمیایی بر عوامل فیزیکی می تواند کمک شایانی به طراحان آبیاری و مهندسين زهکشی در انتخاب الگو و روش مناسب در آبیاری داشته باشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (دشت اریض) در استان خوزستان و جنوب غربی ایران به وسعت ۷۹۵۰ هکتار خالص بین عرض جغرافیایی ۰۱-۰۳ تا ۰۳۲-۰۳ شمالی و طول جغرافیایی ۰۶-۰۴۸ تا ۰۶-۰۴۸ شرقی قرار دارد. پس از انجام مطالعات خاکشناسی در مقیاس تفصیلی در منطقه مورد مطالعه و انجام آزمایشات فیزیکوشیمیایی از جمله شوری و قلیائیت، بافت خاک، آنیونها و کاتیونهای محلول خاک و درصد گچ خاک و... براساس روشهای استاندارد جهانی سری‌های خاک مورد بررسی و از بین چهارده سری تفکیک شده دو سری از خاک مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سری خاک (الف) که دارای رده بندی Fine-loamy, mixed, active, hyperthermic, Calcic Haplosalids می باشد و سری خاک (ب) که از لحاظ رده بندی Coarse-loamy, gypsic, hyperthermic, Gypsic Haplosalids می باشد. نتایج تجزیه شیمیایی دو سری خاک به شرح زیر می باشد.

جدول ۱: نتایج تجزیه شیمیایی نمونه خاک سری (الف)

عمق DEPTH Cm	افق HORIZON	درصد ذرات خاک (قطر بر حسب میلیمتر)				بافت TEXTURE	درصد اشباع SP %	هدایت الکتریکی EC ds / m	اسیدیته کل اشباع pH	کربن آلی OC %
		Clay < 0.002	Silt 0.002 - 0.05	Sand 0.05 - 2	GRAVEL %					
0-17	Az	16	64	20	-	SiL	32,5	38,60	7,9	-
17-44	Bkz1	29	60	12	-	SiL	45,0	94,94	7,9	-
44-90	Bkz2	36	54	10	-	SiCL	39,8	50,00	7,9	-
90-115	Bz	21	22	57	-	SCL	35,5	52,37	7,8	-
115-140	Cz	17	52	32	-	SiL	38,00	52,37	7,9	-
عمق DEPTH Cm	ازت کل Total N %	فسفر قابل جذب Ava . P P,P,m	پتاسیم قابل جذب Ava. K P,P,m	مواد خستگی شونده T,N,V %	گچ CaSO4 2 H2O %	سدیم قابل تبادل Ex. Na maq / 100 gr soil	ظرفیت تبادل کاتیونی C.E.C	سدیم قابل تبادل E.S.P %	نسبت جذب سدیم S.A.R	درصد اشباع بازی B.S %
0-17	-	-	-	32,6	3,3	-	9	-	41,3	-
17-44	-	-	-	39,4	2,6	-	12	-	121,3	-
44-90	-	-	-	33,8	3,7	-	13	-	48,6	-
90-115	-	-	-	34,7	3	-	11,3	-	45,4	-
115-140	-	-	-	34,7	2,2	-	7,0	-	43,1	-
عمق DEPTH Cm	Soluble Cations کاتیونهای محلول maq / Lit					Soluble Anions آنیونهای محلول maq / Lit				
	Ca++	Mg++	Na+	K+	Sum Cat.	CO3--	HCO3-	Cl-	So4--	Sum Ani.
0-17	42,5	12,3	305,6	-	360,4	ND	1,2	280,5	103,2	384,9
17-44	45,4	18,0	966,0	-	1029,4	ND	2,2	880,0	121,0	1003,2
44-90	39,7	19,8	375	-	434,5	ND	1,2	382,0	114,0	497,2
90-115	48,2	39,7	425,8	-	513,7	ND	2,0	409,0	109,0	520,0
115-140	50,1	47,3	425,8	-	523,2	ND	1,8	416,7	105	523,1



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲: نتایج

عمق DEPTH Cm	افقی HORIZON	درصد ذرات خاک (قطر بر حسب میلیمتر)				بافت TEXTURE	درصد اشباع SP %	هدایت الکتریکی EC ds/m	اسیدیته محل اشباع pH	کربن آلی OC %
		Clay < 0,002	Silt 0,002 - 0,05	Sand 0,05 - 2	GRAVEL %					
0-10	Az	8	50	42	-	SiL	47,4	33,30	8,1	-
10-30	Byz1	18	52	30	-	SiL	52,8	42,79	8,2	-
30-70	Byz2	16	12	72	-	SL	38,3	43,09	7,9	-
70-100	By1	14	44	42	-	L	51,1	14,92	8,1	-
100-150	By2	20	30	50	-	L	54,1	13,21	8,1	-
عمق DEPTH Cm	ازت کل Total N %	فسفر قابل جذب Ava. P PPm	پتاسیم قابل جذب Ava. K PPm	مواد خشکی شونده T.N.V %	گچ CaSO4 2 H2O %	سدیم قابل تبادل Ext. Na mg / 100 gr soil	ظرفیت تبادل کاتیونی C.E.C %	سدیم قابل تبادل E.S.P %	نسبت جذب سدیم S.A.R	درصد اشباع بازی B.S %
		-	-	-	-	-	-	-	-	-
0-10	-	-	-	12,5	29,9	-	13,2	-	33,1	-
10-30	-	-	-	37,4	16,4	-	13,4	-	43,3	-
30-70	-	-	-	23,4	10,1	-	9	-	47,2	-
70-100	-	-	-	28,4	40,0	-	10,6	-	16,3	-
100-150	-	-	-	16,4	12,8	-	9,7	-	19,8	-
عمق DEPTH Cm	Soluble Cations محلول کاتیونهای meq / Lit					Soluble Anions محلول آنیونهای meq / Lit				
	Ca++	Mg++	Na+	K+	Sum Cat.	CO3--	HCO3-	Cl-	So4--	Sum Ani.
0-10	44,4	19,8	265,0	-	329,3	ND	2,8	178,8	120,0	301,6
10-30	36,9	32,1	360,0	-	429,0	ND	2,6	269,5	148,0	420,1
30-70	35,0	28,4	375,5	-	438,8	ND	2,2	291,2	136,0	429,4
70-100	30,2	12,3	106,6	-	149,1	ND	1,6	57,2	89,9	148,7
100-150	24,8	2,8	104,1	-	131,7	ND	1,4	56,2	75,8	133,4

تجزیه شیمیایی نمونه خاک سری (ب)

توضیح قابل ذکر این است که سری خاکهای با شرایط فیزیکوشیمیایی تقریباً مشابه مابین این دو سری قرار گرفته اند که دارای مقدار نفوذ حذافصل این دو سری می باشند به همین دلیل به صورت خلاصه به جداول ماکزیمم و مینیمم میزان نفوذ در این مقاله اشاره شده است. برای مشخص شدن تاثیر گچ بر روی نفوذپذیری، اراضی که دارای بافت یکسان ولی خصوصیات شیمیایی متفاوتی بودند، انتخاب شدند. خاکهای سری (الف)، دارای درصد گچ پایین و بافت متوسط و خاکهای سری (ب)، دارای درصد گچ بالا و بافت متوسط SiL، می باشند. نتایج تراوش پذیری خاک سطحی (Infiltration Rate) در دو سری خاک مذکور با استفاده از روش استوانه مضاعف (Double Ring)، در سه تکرار اندازه گیری شده است، مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۳: نتایج اندازه گیری ایستگاههای نفوذپذیری خاک سطحی به روش استوانه مضاعف دو سری خاک

نتایج و بحث

بررسی جدول شماره ۳ نشان می دهد که خاکهای سری (الف) با درصد گچ خیلی کم، دارای نفوذپذیری ۱۶/۱ cm/h و خاکهای اراضی سری (ب) با درصد بالای گچ، دارای نفوذپذیری ۷۸/۱۱ cm/h می باشند، که نشان از تاثیر زیاد گچ بر روی افزایش نفوذپذیری در خاکهای این منطقه دارد. بطور کلی نفوذپذیری آب در خاکهای گچی عامل محدود کننده برای طراحی شبکه های آبیاری و سیستم های زهکشی محسوب می شود و در این شرایط باید آگاهی کاملی از میزان آبگذری افقی و عمق لایه نفوذناپذیر وجود داشته باشد.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شناخت محدودیتهای خاک منطقه بالاخص پارامتر گچ (درصد و عمق لایه محدودکننده) و شوری خاک این امکان را به مهندسی آبیاری در راستای طراحی روش آبیاری، عمق کارگذاری زهکشها، طول لترال و میزان خوردگی و فرونشست کانالها می دهد. یکی از پارامترهای مهم جهت انتخاب روش آبیاری بر پایه میزان Intake Family می باشد (FAO, ۱۹۹۰). که خود متأثر از میزان گچ، شوری و... در محدوده طرح می باشد. تغییر روش آبیاری از ثقلی به تحت فشار به منظور جلوگیری از نفوذ عمقی آب و در نتیجه شستشو و انحلال گچ و کاهش دفعات تسطیح اراضی در راستای حفاظت خاک و آب بسیار مؤثر می باشد و این امر به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک که دارای محدودیت شدید منابع آب به خصوص در سالهای خشکسالی می باشند بسیار اهمیت دارد. امروزه با افزایش مصرف آبهای زیرزمینی و کاهش نزولات جوی لزوم مدیریت صحیح منابع آب و خاک بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل با وجود محدودیت گچ، در صورت لحاظ کردن سیستم آبیاری ثقلی بدلیل افزایش نفوذپذیری خاک در اثر انحلال گچ خصوصاً در خاکهای با محدودیت شوری که در منطقه طرح مشاهده گردید، علاوه بر هدررفت آب، مشکلات ناشی از ایجاد پستی و بلندی در خاک را که نیاز به تسطیح و در نتیجه بالا آوردن گچ عمقی خاک را نیز در پی دارد، لذا مدیریت بهینه ی منابع ارزشمند آب و خاک با تغییر سیستم آبیاری از ثقلی به تحت فشار با توجه به نتایج مطالعات خاکشناسی انجام شده در منطقه طرح پیشنهاد و اجرا گردید. بررسیهای اقتصادی انجام شده در کارگاه مهندسی ارزش این پروژه گویای تاثیر چشمگیر این مدیریت و طراحی در صرفه جویی منابع آب و هزینه های طراحی و اجرایی داشت.

منابع

- تصاویر ماهواره ای Google و تصاویر ماهواره ای ماهواره spot با رزولوشن ۵ متر
راهنمای جدید طبقه بندی جامع خاک (۲۰۱۰ Keys to Soil Taxonomy)
راهنمای طبقه بندی جامع خاک (۱۹۹۹ Soil Taxonomy)
کتاب خاکهای گچی (ویژگی و کاربرد) - نورایر تومانیان ، استادیار پژوهش در خاکشناسی، ۱۳۹۰
نقشه های عوارض طبیعی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور
Arar A. ۱۹۹۰. Drainage and Salinity controls in Gypsiferous Soils. Agriculture Division Arab Consult, Amman, Jordan
FAO, UNESCO, ۱۹۹۰. Management of Gypsiferous Soils. Soil Bull. No. ۶۲, Rome.

Abstract

Due to increasing of ground water usage and decreasing in atmospheric precipitation, valid management of water and soil resources more than before is mentioned. So recognition of soil limitations, particularly gypsum and its effect on permeability in order to selecting of irrigation system for optimum management of water usage is the main goal in this project. By result of detailed soil surveying in Arayez plain and physical and chemical analysis based on universal standard methods, soil series were surveyed. Units that have similar texture and are different in chemical characteristics, were selected and results show that soils with little percentage of gypsum have low infiltration and somehow with high percentage of gypsum have a great infiltration which is by effect of gypsum on infiltration rate due to changing in irrigation system from gravity to under pressure irrigation systems.



هدررفت آب و خاک تحت تأثیر جهت شخم در دیمزار گندم

لیدا پیری مقدم^۱ علی‌رضا واعظی^۲ و احمد گلچین^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳- استاد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

شخم خاک در جهت شیب در هدررفت آب و خاک به خصوص در زمان وقوع بارندگی‌های شدید حائز اهمیت است. به منظور بررسی اثر جهت شخم در هدررفت آب و خاک، این تحقیق در ۲۴ کرت به ابعاد ۸×۱/۷۵ متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در زمینی تحت کشت گندم دیم واقع در زنجان در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. در نیمی از کرت‌ها شخم در جهت موازی شیب و در نیمی دیگر شخم در جهت عمود بر شیب اعمال گردید. پس از هر رخداد بارندگی منجر به روان آب، مقدار روان آب و رسوب جمع‌آوری و اندازه‌گیری شد. براساس نتایج، شخم موازی شیب ۵۶/۱ برابر هدررفت آب و ۵۰/۲ برابر هدررفت خاک را نسبت به شخم در جهت عمود بر شیب افزایش داد. هم‌چنین براساس داده‌های بدست آمده مشخص گردید که انجام شخم در جهت عمود بر شیب میزان هدررفت خاک را بیش از هدررفت آب کنترل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: جهت شخم، هدررفت خاک، هدررفت آب، گندم دیم

مقدمه

خاک حیاتی‌ترین منبع طبیعی در زمین محسوب می‌شود که تهدید آن، تهدید زندگی است (Abegunde et al., ۲۰۰۶). فرسایش خاک عبارت از جدا شدن ذرات خاک از سطح، انتقال و رسوب‌گذاری آن‌ها در نقطه دیگر است که علت اصلی تخریب خاک می‌باشد (Morgan, ۲۰۰۵). روان آب سطحی یکی از عوامل اصلی فرسایش خاک است (Sheridan et al., ۲۰۰۸). بررسی هدررفت خاک و تولید رسوب برای دستیابی به مدیریت صحیح اراضی و حفظ کمیت و کیفیت آب و خاک از ضروریات اساسی محسوب می‌شود (خسروی و همکاران، ۱۳۹۰).

به منظور اجرای برنامه‌های حفاظت خاک، بررسی عوامل مؤثر در فرسایش نظیر عملیات حفاظت خاک ضرورت دارد. شخم از جمله عملیات حفاظتی است که باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و هیدرولوژیکی در خاک سطحی می‌گردد (Morgan, ۲۰۰۵). عملیات شخم در اراضی شیب‌دار موجب انتقال و جابه‌جایی بسیار زیاد ذرات خاک می‌شود. این نوع جابه‌جایی ذرات تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر جهت شخم، ویژگی‌های خاک و میزان رطوبت خاک قرار دارد. معمولاً به علت سهولت انجام عملیات و کوچک بودن عرض قطعات زمین در کشور، شخم در جهت شیب زمین انجام می‌شود (رفاهی و همکاران، ۱۳۷۸).

در مناطق نیمه خشک مانند بخش‌هایی از ایران، گیاهانی که بتوانند بدون آبیاری در زمین‌های شیب‌دار کشت شوند نسبتاً محدود بوده و هیچ کدام از این گیاهان نتوانسته‌اند بر گندم برتری پیدا کنند. این محصول از نظر مقدار تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی در ایران می‌باشد که افزایش تولید آن در گذر زمان مورد توجه قرار گرفته و از نظر اقتصادی و تأمین غذای اصلی از اهمیت بسیاری برخوردار است (Shamsabadi and Raffee, ۲۰۰۷). اگر چه ایران تنها یک درصد از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد ولی ۵/۲ درصد از کل گندم جهان را مصرف می‌کند. بر طبق آمارهای موجود در ایران (سال ۱۳۸۵) ۵/۶ میلیون هکتار از اراضی کشور به کشت گندم اختصاص داشته که از این مقدار، ۴ میلیون هکتار آن زیر کشت گندم دیم بوده است. علی‌رغم سطح زیر کشت زیاد، کمتر از ۴۰ درصد گندم تولیدی کشور از مزارع دیم بدست می‌آید و این امر ضرورت توجه بیش‌تر به گندم دیم را آشکار می‌سازد (Emam, ۲۰۰۷).

برای سال‌های متمادی توجه اصلی پژوهشگران زراعت به انجام عملیات خاک‌ورزی در راستای دستیابی به تولید بیش‌تر بوده است. از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی پژوهش در مورد انواع روش‌های خاک‌ورزی، فاصله ردیف، میزان مصرف بهینه کود، میزان مناسب بذر و باقی‌گذارند بقایا آغاز شده است (Ercoli et al., ۲۰۰۸). نتایج بررسی‌های پیشین نشان می‌دهد که به رغم تلاش‌های انجام شده در زمینه مهار فرسایش ناشی از عملیات خاک‌ورزی، لیکن تحقیق کافی در زمینه تأثیر جهت شخم در اراضی دیم‌زار به ویژه در نواحی نیمه خشک کشور صورت نگرفته است که ضرورت پژوهش در این راستا را تأکید می‌نماید. از این رو تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر جهت شخم بر هدررفت آب و خاک در دیم‌زار گندم انجام گرفت.



مواد و روش‌ها

این پژوهش در دامنه‌ای با شیب حدود ۱۰ درصد با مساحتی بالغ بر ۱۰۰۰ متر مربع واقع در محدوده دانشگاه زنجان در مختصات جغرافیایی ۳۱°۴۷'۱۲" تا ۳۱°۴۹'۵۲" طول شرقی و ۴۵°۲۵'۳۵" تا ۳۷°۱۵'۲۴" عرض شمالی در سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو نوع مدیریت مختلف شامل شخم عمود بر شیب و شخم در جهت شیب در ۲۴ کرت فرسایشی به ابعاد ۸×۷/۵ متر تحت کشت گندم دیم اجرا شد. در نیمی از کرت‌ها شخم در جهت موازی شیب و در نیمی دیگر شخم در جهت عمود بر شیب اعمال گردید. در طول مدت اجرای تحقیق تا خرداد ۱۳۹۴، جمعا ۲۳ نوبت بارندگی مناسب و منجر به تولید روان آب و رسوب ریزش نمود. پس از هر رخداد بارندگی روان آب و رسوب در مخازن پایین دست کرت‌ها جمع‌آوری و مقدار آن‌ها تعیین گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از تحلیل چولگی و کشیدگی داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ بررسی شد و جهت رسم نمودار از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده گردید.

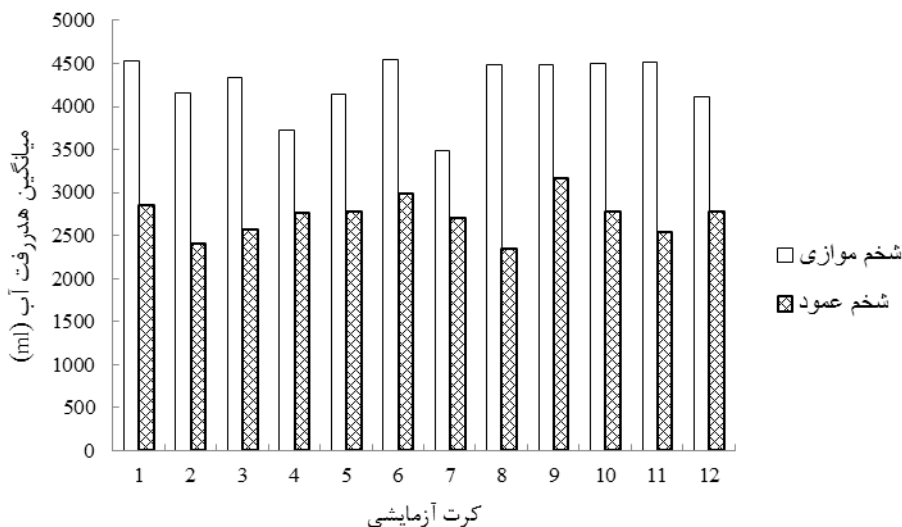
نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دامنه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به درصد شن، سیلت و رس خاک دامنه دارای بافت لومی شنی بود. میانگین آهک خاک دامنه ۶۱/۱۴ درصد بود و خاک در گروه خاک‌های آهکی قرار گرفت. میانگین هدایت الکتریکی به عنوان شاخصی از شوری خاک، ۵۷/۲ dS/m بود. خاک منطقه با میانگین نفوذپذیری متوسط تا زیاد (۰/۲/۱۰) در کلاس ۲ نفوذپذیری مطابق با نمودار فرسایش‌پذیری خاک در مدل USLE قرار گرفت.

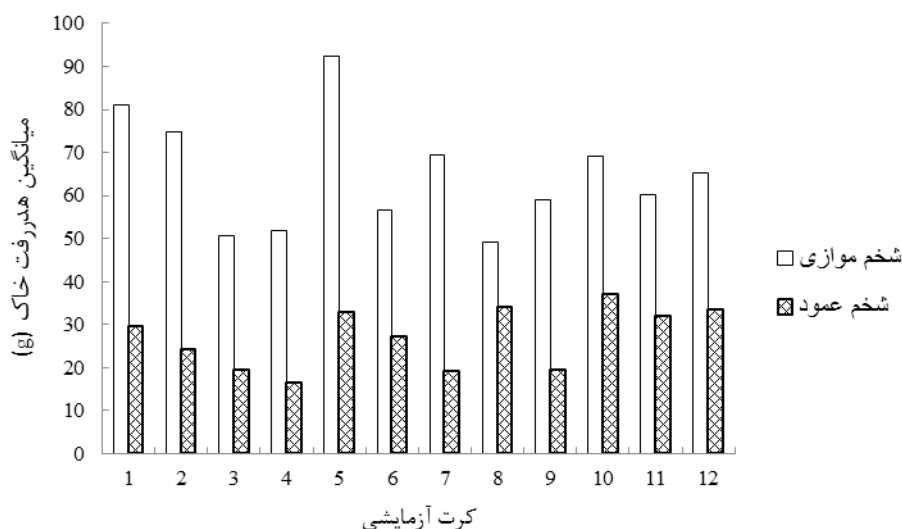
جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دامنه مورد مطالعه

متغیر	میانگین	متغیر	میانگین
ویژگی‌های فیزیکی		ویژگی‌های شیمیایی	
(%) شن	۱۶/۶۰	واکنش	۵۲/۷
(%) سیلت	۵۹/۲۰	هدایت الکتریکی (dS/m)	۵۷/۲
(%) رس	۲۵/۱۹	ظرفیت تبادل کاتیونی (meq/۱۰۰ g)	۷۴/۱۱
(%) سنگریزه	۸۷/۱۸	درصد سدیم تبادل	۵۹/۵
میانگین قطر خاکدانه پایدار در آب (mm)	۰/۹/۱	(%) ماده آلی	۴۳/۱
نفوذپذیری (cm/h)	۰/۲/۱۰	(%) آهک	۶۱/۱۴

تغییرات میزان هدررفت آب و خاک در دو نوع روش مدیریتی شخم موازی و شخم عمود بر جهت شیب در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است. شخم موازی در جهت شیب نقش مهمی در افزایش حساسیت خاک سطحی به فرسایش و تخریب داشته و باعث افزایش میزان روان آب و رسوب می‌گردد. در تمام رخدادهای بارندگی مقدار هدررفت آب و خاک در کرت‌های با شخم موازی بیش از کرت‌های با شخم عمود بر جهت شیب بود. به طور میانگین، هدررفت آب و هدررفت خاک در شخم موازی شیب نسبت به شخم عمود بر شیب به ترتیب ۵۶/۱ و ۵۰/۲ برابر بود. در شخم در جهت عمود بر شیب که در آن ردیف‌های کشت عموماً روی خطوط تراز قرار دارند به دلیل افزایش زبری سطح، جریان سطحی در فاروها متوقف شده و در نتیجه از هدررفت آب و خاک جلوگیری می‌شود. در واقع شخم عمود بر جهت شیب میزان هدررفت خاک را بیش از شخم موازی کنترل می‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که استفاده از شخم موازی در اراضی شیب‌دار پرهیز شود. در گزارشی زرین‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند که استفاده از شخم موازی در اراضی شیب‌دار به ویژه در شیب‌های متوسط (۱۳ تا ۲/۱۷ درصد) موجب افزایش ۴۴ درصدی هدررفت آب و خاک نسبت به خاک‌های شخم خورده در جهت عمود بر شیب می‌گردد. در پژوهشی بیات موحد و همکاران (۱۳۸۸) به این نتیجه رسیدند که اعمال شخم عمود بر جهت شیب تا حد زیادی از فرسایش خاک و هدررفت مواد آلی جلوگیری می‌نماید و این امر در افزایش حاصلخیزی و ظرفیت جذب و نگهداری رطوبت خاک اثر به‌سزایی دارد. Gerontidis و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی اثرات شخم بر فرسایش خاک اراضی شیب‌دار دریافتند که شخم عمیق و در جهت موازی شیب از مهم‌ترین عوامل فرسایش خاک هستند.

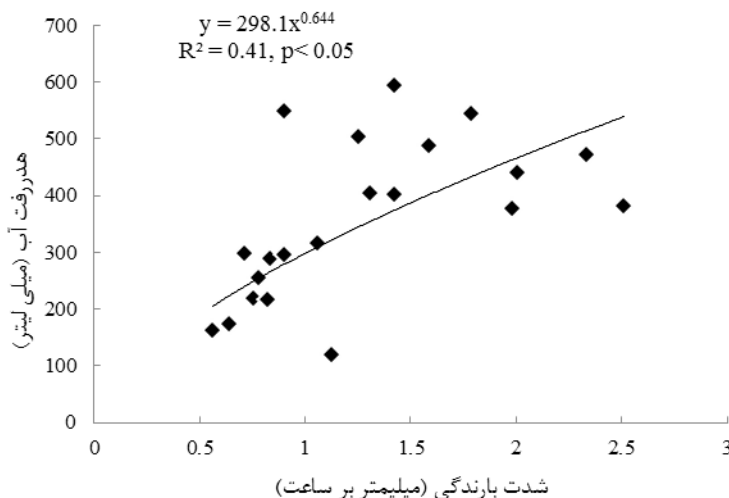


شکل ۱- میانگین هدررفت آب در شخم‌های موازی و عمود بر جهت شیب

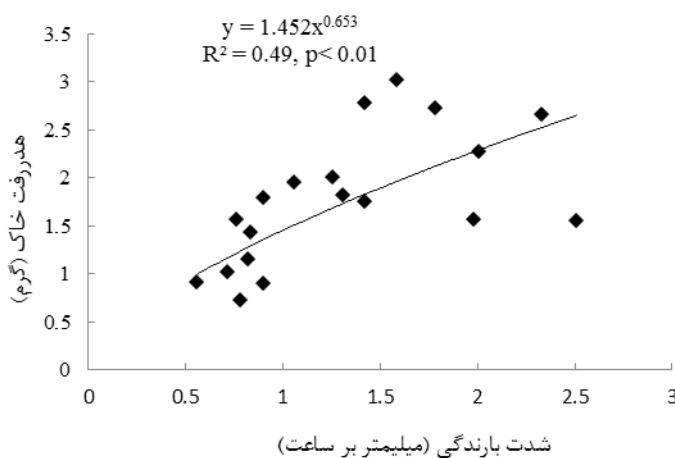


شکل ۲- میانگین هدررفت خاک در کرت‌های موازی و عمود بر جهت شیب

هدررفت آب و خاک تحت تأثیر شدت بارندگی قرار گرفت به طوری که رابطه‌ای معنی‌دار بین شدت باران و هدررفت آب ($R^2=0/41, P<0/05$) و هدررفت خاک ($R^2=0/49, P<0/01$) مشاهده شد. همان‌طور که شکل ۳ و ۴ نشان می‌دهند وابستگی هدررفت خاک به شدت بارندگی بیش از وابستگی هدررفت آب به شدت باران بود. در پژوهشی واعظی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که شدت بارندگی مشخصه مهمی از باران در میزان وقوع فرآیندهای تخریب خاکدانه و پاشمان ذرات خاک می‌باشد و رابطه مثبت و معنی‌داری بین زمان بارندگی و تخریب خاکدانه و نیز پاشمان ذرات خاک وجود دارد. ($R^2=0/98, P<0/05$)



شکل ۳- رابطه بین شدت بارندگی و هدرفت آب



شکل ۴- رابطه بین شدت بارندگی و هدرفت خاک

منابع

- بیات موحد، ف.، نیک‌نامی، د. و شامی، ح. ۱۳۸۸. بررسی راه کارهای کاهنده فرسایش خاک اراضی دیم. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد اول، شماره ۴، صفحه‌های ۲۷۵ تا ۲۷۹.
- خسروی، خ.، صفری، ع.، حبیب‌نژاد روشن، م. و محمودی، ن. ۱۳۹۰. ارزیابی کارایی روش‌های مختلف تجربی برآورد فرسایش رسوب با مقادیر مشاهده‌ای، مطالعه موردی: حوزه آبخیز بابلرود، استان مازندران. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۴، صفحه‌های ۳۲ تا ۵۲.
- رفاهی، ح.، آزادگان، ب.، شاهوئی، ص. و طباطبائی‌فر، ا. ۱۳۷۸. تاثیر عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار در حرکت و جابه‌جایی خاک در اراضی زراعی شیب‌دار (روش قطعات فلزی). مجله علوم کشاورزی ایران، جلد سوم، شماره ۱، صفحه‌های ۷۵۱ تا ۷۵۹.



- زرین آبادی، ا.، واعظی، ع.، دلاور، م. و بابایی، ف. ۱۳۹۳. تأثیر روش شخم بر فرسایش خاک در شیب‌های کوتاه. کنگره ملی خاک و محیط‌زیست، دانشگاه ارومیه، ارومیه.
- واعظی، ع.، رستمی، ع. و محمدی، م. ۱۳۹۰. تغییرات زمانی فرآیندهای تخریب و پاشمان در خاک مارنی تحت باران شبیه‌سازی شده. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد بیست و پنجم، شماره ۴، صفحه‌های ۳۶۱ تا ۳۷۱.
- Abegunde A., Adeyinka S., Olawuni P. and Oluodo O. ۲۰۰۶. An Assessment of the Socio Economic Impacts of Soil Erosion in South-Eastern Negeria, XXIII FIG Congress, Munich, Germany.
- Emam Y. ۲۰۰۷. Cereals Production. (۳rd ed.). Shiraz Univ. Press, ۱۹۰ pp. (In Farsi).
- Ercoli L., Lulli L., Mariotti M., Masoni A. and Arduini I. ۲۰۰۸. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *Agronomy*, ۲۸: ۱۳۸-۱۴۷.
- Gerontidis D.V., Kosmas C., Detsis B., Marathianou M., Zafirious, T. and Tsara, M. ۲۰۰۱. The effect of moldboard plow on tillage erosion along a hill slope. *Soil and Water Conservation*, ۵۶(۲): ۱۴۷-۱۵۲.
- Morgan R.P.C. ۲۰۰۵. Soil erosion and Conservation, Third edition, BlackWell Publishing ISBN: ۱-۴۰۵۱-۱۷۸۱-۸.
- Shams Abadi H.A. and Rafiee S. ۲۰۰۷. Study on the effect of tillage practices and different seed densities on yield of rainfed wheat. *Agricultural Science and Natural Resource*, ۱۳: ۹۵-۱۰۲.
- Sheridan G., Noske P., Lane P. and Sherwin C. ۲۰۰۸. Using rainfall simulation and site measurements to predict annual inter rill erodibility and phosphorus generation rates from unsealed forest roads: Validation against in-situ erosion measurements. *Catena*, ۷۳: ۴۹-۶۲.

Abstract

Soil tillage on the slope direction has a major effect on the soil and water losses particularly when rainfall intensity is very high. This study was conducted to investigate the effect of slope direction in soil and water losses in Zanjan during ۲۰۱۴-۲۰۱۵ growing period. Toward this, twenty four plots with ۱.۷۵m × ۱m in dimensions were installed and were cultivated to winter wheat production under rainfed condition. The half of plots was cultivated up to down slope and the other half were cultivated on the contour lines. Runoff and soil loss were measured after each natural rainfall. Based on the results, in the plots cultivated up to down slope, soil loss and water loss were ۱.۵۶ and ۲.۵۰ times bigger than the contour cultivated plots, respectively. On the other hand, tillage direction has larger effect on the soil loss after than water loss in the rainfed slopes.



برآورد عملکرد برنج با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در استان گیلان

لیلا صدوقی^۱، مهدی همایی^۲ و علی اکبر نوروزی^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات گروه خاکشناسی تهران، ۲- استاد گروه خاکشناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳- استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران

چکیده

پیش‌بینی عملکرد گیاه پیش از برداشت با استفاده از فناوری سنجش از دور در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های کشاورزی مهم است و به عنوان شاخصی برای توصیف واکنش کشاورزی به مدیریت منابع آب و خاک، از اهمیت زیادی برخوردار است. برای انجام این پژوهش، ۲۰ مزرعه برنج در استان گیلان به عنوان نمونه انتخاب و اطلاعات آنها از جمله محاسبه عملکرد محصول براساس مشاهدات و اندازه‌گیری‌های میدانی در مزارع منتخب جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از نقاط نمونه‌برداری شده و با کمک نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۱ و با درون‌یابی به کل مزارع منطقه تعمیم داده شد. آنگاه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، میزان عملکرد دانه برنج برآورد شد. ارزیابی‌ها نشان داد که فناوری سنجش از دور توانایی مناسبی برای برآورد عملکرد برنج در سطح وسیع را دارد.

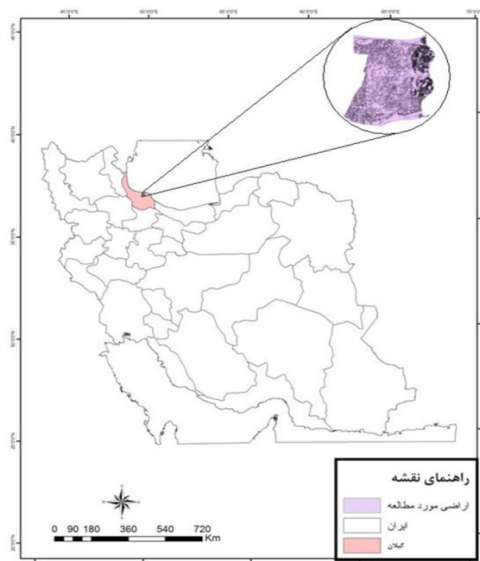
واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، سنجش از دور، عملکرد برنج

مقدمه

پیش‌بینی عملکرد گیاه پیش از برداشت با استفاده از فناوری سنجش از دور در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های کشاورزی مهم است (Noureldin et al., ۲۰۱۲) و به عنوان شاخصی برای توصیف واکنش کشاورزی به مدیریت منابع آب و خاک، از اهمیت زیادی برخوردار است (Bastiaanssen and Ali, ۲۰۰۳). فناوری‌های جدید، استفاده از عملیات آزمایشگاهی و فناوری سنجش از راه دور می‌تواند برای بدست آوردن لایه‌های مختلف فضایی از اطلاعات مربوط به خاک و شرایط محصول مورد استفاده قرار گیرد (Adamchuk et al., ۲۰۰۳). تحقیقات انجام شده توسط محققین بر روی گیاهان مختلف نشان دهنده ارتباط بسیار بالا بین NDVI و شاخص سطح برگ با مقدار عملکرد گیاهان مختلفی از جمله گندم (Ren et al., ۲۰۰۸)، جو، کلزا (Behrens et al., ۲۰۰۶) و برنج (Shi, ۲۰۰۹) (al et Shen, Mo, ۲۰۱۱) and را نشان دادند. بررسی الگوریتم مادیس برای محاسبه شاخص سطح برگ در جنگل‌های فنلاند، با استفاده از فناوری سنجش از دور نشان داد که الگوریتم نیاز به اصلاح دارد (Wang et al., ۲۰۰۴). در برخی از مطالعات با ابزار سنجش از دور به برآورد عملکرد گیاه از طریق محاسبه مقدار ماده خشک روی سطح زمین با ترکیب داده‌های ماهواره‌ای و مدل‌ها پرداخته‌اند (Leon et al., ۲۰۰۳). براساس تحقیقات انجام شده برای تخمین عملکرد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در جنوب اسپانیا به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص پوشش گیاهی NDVI بهتر از LAI و VI بوده است (Padilla et al., ۲۰۱۰) در مطالعه دیگری با تحلیل شاخص سطح برگ با استفاده از ترکیب داده‌های ماهواره‌های ترا و اکوا بیان کردند که تفاوت معنی‌داری بین شاخص سطح برگ بدست آمده از این دو ماهواره در مقیاس بزرگ وجود ندارد با این وجود تفاوت بزرگ می‌تواند در مقیاس کوچک باشد (Yang et al., ۲۰۰۶). استفاده از سنجش از دور و تکنیک‌های برآورد عملکرد محصول برنج در این تحقیق مورد بررسی و نظر است.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شهرستان رشت با مساحت ۳۷۰۰۰ هکتار در بخش مرکزی استان گیلان واقع شده است. این منطقه در شهرستان آستانه و بخش‌های شرقی شهرستان رشت را در بر گرفته است. بلندترین نقطه آن دارای ارتفاع ۴۰۳ متر و پستترین نقطه آن دارای ارتفاع ۲۲- متر است. بخش‌های انتهایی رودخانه سپیدرود و رودهای منشعب شده از آن از منطقه عبور کرده و سیلابدشت آن بخش بزرگی از اراضی جلگه‌ای و زراعی منطقه را تشکیل می‌دهد. عمده‌ترین کاربری اراضی این منطقه، به کشت محصول برنج اختصاص یافته، از جمله شهرها و بخش‌های مهم این منطقه، شهرها و بخش‌های مهمی چون شهرستان آستانه، کیاشهر، کوجصفهان، خمام، لشتنشاء و خشکیجار را در بر می‌گیرد.



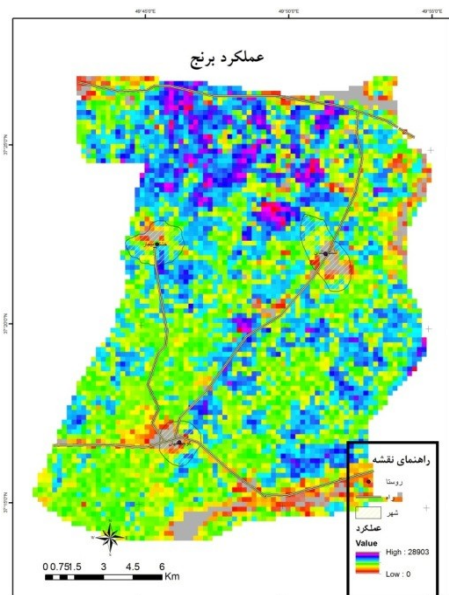
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش کار

برای انجام این پژوهش، داده‌های متنوعی از جمله تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های میدانی و آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفته است. در این پژوهش نخست ۲۰ مزرعه برنج در استان گیلان به عنوان نمونه انتخاب و اطلاعات آنها از جمله محاسبه عملکرد محصول بر اساس مشاهدات و اندازه‌گیری‌های میدانی در مزارع منتخب جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های NDVI که از سنجنده مادیس استخراج شده منطبق بر بازدیدهای میدانی از ۲۰ مزرعه نمونه، اقدام به بسط و توسعه نقشه مراحل مختلف رشد با استفاده از شباهت بین مزارع با مقادیر شاخص‌های یکسان گردید. در نهایت چهار دوره مرحله رشد شامل نشاء، رویشی، زایشی و رسیدگی برای کلیه مزارع محدوده مورد مطالعه تولید شد. با داشتن تاریخ چهار دوره از مرحله رشد شامل نشاء، رویشی، زایشی و رسیدگی و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اقدام به بسط و توسعه نقشه مراحل مختلف رشد با استفاده از شباهت بین مزارع با مقادیر شاخص‌های NDVI یکسان گردید. سپس با استفاده از نقاط نمونه‌برداری شده و با کمک نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۱ میزان عملکرد برنج در کل منطقه مورد مطالعه برآورد شد و با درون‌یابی به کل مزارع منطقه تعمیم داده شد.

نتایج و بحث

میزان عملکرد برنج با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در محیط ArcGIS برآورد شد که نقشه پراکندگی عملکرد در منطقه مورد مطالعه به صورت زیر در آمد همان طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود میزان عملکرد در مناطق شمالی منطقه مورد مطالعه بیشتر از مناطق جنوبی است که می‌تواند به دلیل کاهش نزولات جوی در نواحی جنوبی منطقه باشد و همچنین کنار جاده‌ها و نزدیک شهرها مقدار عملکرد کمتری را به خود اختصاص داده است



شکل ۲- نقشه پراکندگی عملکرد برنج

با توجه به عملکرد مشاهده شده و عملکرد برآورد شده می‌توان نتیجه گرفت که فناوری سنجش از دور توانایی مناسبی برای برآورد عملکرد برنج در مقیاس‌های وسیع را دارد، بدین معنی که با در اختیار داشتن یک تصویر از ماهواره در هریک از مراحل گلدهی و برداشت برنج که شامل یک دوره یک ماهه می‌باشد عملکرد برنج با دقت مناسب برآورد خواهد شد. همچنین نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که شاخص سطح برگ استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای در مراحل مختلف رشد گیاه برنج بخوبی قابل استفاده در برآورد عملکرد برنج است همچنین تصاویر ماهواره‌ای و لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS با دقت و سرعت بالایی قابل پردازش، اندازه‌گیری و مدل‌سازی هستند.

منابع

- Adamchuk, V., Perk, R. and Schepers, J. ۲۰۰۳. Application of remote sensing in site-specific management of agriculture and natural resources. University of Nebraska Cooperative Extension. Precision Agriculture EC ۰۳-۷۰۲.
- Bastiaansen, W., G.M. and S. Ali. ۲۰۰۳. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin Pakistan. Agriculture Ecosystems and Environment. ۹۴: ۳۲۱-۳۴۰.
- Behrens, T., Muller, J. and Diepenbrock, W. ۲۰۰۶. Utilization of canopy reflectance to predict properties of oilseed rape (*Brassica napus* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) during ontogenesis. Europe. Journal of Agronomy. ۲۵: ۳۴۵-۳۵۵.
- Leon, C.T., Shaw, D.R., Cox, M.S., Abshire, M.J., Ward, B. and Wardlaw, M.C. ۲۰۰۳. Utility of remote sensing in predicting crop and soil characteristics. Journal of Precision Agriculture, Kluwer Academic Publishers. ۴: ۳۵۹-۳۸۴.
- Noureldin, N.A., Aboelghar, M.A., Saady H.S. and Ali, A.M. ۲۰۱۳. Rice yield forecasting models using satellite imagery in Egypt. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. ۱۶: ۱۲۵-۱۳۱.
- Ren, J., Chen, Z., Zhou, Q. and Tang, H. ۲۰۰۸. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. ۱۰: ۴۰۳-۴۱۳.
- Shen, S.H., Yang, S.B. and Li, B.B. ۲۰۰۹. A scheme for regional rice yield estimation using ENVISAT ASAR data. Journal of Science in China series D: Earth Sciences. ۵۲: ۱۱۸۳-۱۱۹۴.
- Shi, H. and Mo, X. ۲۰۱۱. Interpreting spatial heterogeneity of crop yield with a process model and remote sensing. Journal of Ecological Modelling. ۲۲: ۲۵۳۰-۲۵۴۱.
- Wang, Y., Chang, K., Chen, R., Lo, J., and Shen Y., ۲۰۱۰. Large-area rice yield forecasting using satellite imagery, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation ۱۲: ۲۷-۳۵.



- Yang , W., Shabanov N.V., Huang D., Wang W., Dickinson R.E., Nemani R.R., Knyazikhin Y., and Myneni R.B., ۲۰۰۶. Analysis of leaf area index products from combination of MODIS Terra and Aqua data, Remote Sensing of Environment. ۱۰: ۲۹۷-۳۱۲.
- Yingbin,H., chida, S.U.,Huajun, T., Youqi, C., and Jia L. ۲۰۱۰. Application of TERRA/MODIS images, TM images and weather data to assess the effect of cold damage on rice yield, International Journal of Agricultural and Biological Engineering. ۳: ۳۱-۳۸.

Abstract

Predicting crop yield before the harvest by means of satellite remote sensing is important for any agricultural decision-making aspect. It is also very important for describing soil and water resources management. A number of ۲۰ rice farms in Guilan province were selected and the required samples and information including the grain yield were collected from these fields. Then, by using the information of sampling points, the data were extended to the entire study area by means of interpolation with ArcGIS ۱۰.۱ software. The grain rice yield was then estimated. The overall results of this study confirmed the reasonable performance of remote sensing technology to predict rice yield in large-scales.



مقایسه برآورد ماده آلی ذره‌ای (POM) خاک در حوزه آبخیز منج با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، رگرسیون و روش مربع فاصله معکوس (IDW)

محسن آقاجانی^۱، احمد جلالیان^۲، عاطفه اژدری^۳

۱- کارشناسی ارشد خاک دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، ۲- استاد خاک شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، ۳- کارشناسی ارشد پیدایش ورده بندی خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

چکیده

در این تحقیق میزان ماده آلی ذره ای خاک به سه طریق شبکه های عصبی مصنوعی، رگرسیون خطی و idw برآورد گردید. به همین منظور تعداد ۱۹۱ نمونه خاک از منطقه منج و بیدله در استان چهارمحال و بختیاری تهیه گردید و در آزمایشگاه مقادیر واقعی ماده آلی ذره ای آن محاسبه شد. با استفاده از ۱۳ پارامتر ورودی سهل الوصول (PH، EC، ...) مقادیر ماده آلی ذره ای توسط شبکه های عصبی مصنوعی در نرم افزار متلب برآورد گردید. همچنین میزان POM به روشهای رگرسیون خطی و idw نیز تخمین زده شد. در این روش ابتدا نقشه رستری از ۸۰ درصد داده ها تهیه شد سپس نقاط میانی برآورد شد و با داده های حقیقی مقایسه گردید و با استفاده از آنالیزهای آماری سه روش مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بیانگر دقت بالای شبکه های عصبی مصنوعی در برآورد POM نسبت به در روش دیگر داشت.

کلمات کلیدی: ماده آلی ذره ای، شبکه عصبی مصنوعی، رگرسیون خطی، Idw

مقدمه

ماده آلی ذره‌ای (POM) شامل مقدار زیادی پلی ساکراید می‌باشد که از بقایای گیاهی تازه و بافت‌های میکروبی ساخته شده است و از این رو یک ذخیره دینامیک قابل استفاده و نسبتاً آزاد و بدون محافظ می‌باشد (کامباردلا و الیوت، ۱۹۹۲). به عقیده گرگوریچ و همکاران (۱۹۹۴) ماده آلی ذره‌ای شامل بقایای گیاهی می‌شود که کمتر دچار تجزیه شده‌اند و در کل، مواد آلی هستند که از لحاظ فرآیندهای تجزیه، ما بین بقایای گیاهی تازه و مواد آلی هوموسی شده قرار می‌گیرند. روش‌های آزمایشگاهی گوناگونی برای اندازه‌گیری ماده آلی ذره‌ای خاک وجود دارد. اما بیشتر این روش‌ها زمان‌بر و دشوار بوده، به ویژه سطوح مطالعاتی وسیع (نظیر حوزه‌های آبخیز) که تعداد نمونه‌های فراوان برای در نظر گرفتن تغییرات مکانی و زمانی نیاز است، بر دشواری آن می‌افزاید. به همین سبب امروزه پژوهشگران تمایل فراوانی به استفاده از روش‌های غیر مستقیم برای برآورد ویژگی‌های خاک (نظیر توابع انتقالی) با استفاده از ویژگی‌های زودبافت دارند. در همین راستا در این پژوهش امکان برآورد ماده آلی ذره‌ای خاک با استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در حوزه آبخیز منج از زیر حوزه‌های حوزه آبخیز کارون شمالی بررسی گردید. هدف از این مقاله مقایسه روش میان یابی IDW و شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های رگرسیونی خطی در برآورد ماده آلی ذره‌ای در حوزه آبخیز منج بود.

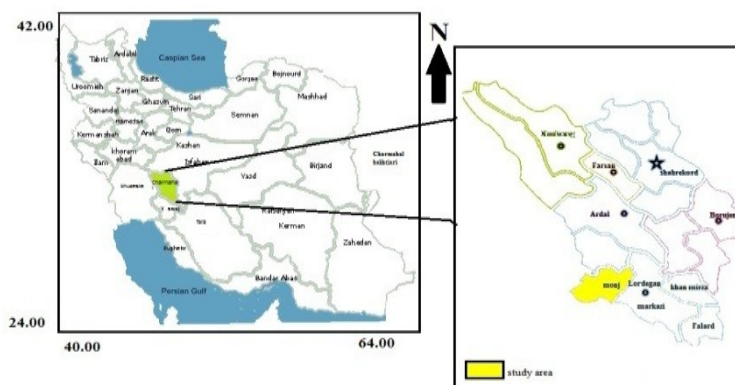
مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز منج واقع در استان چهارمحال و بختیاری (شهرستان لردگان) جزء زیر حوزه‌های آبخیز کارون شمالی می‌باشد. این حوزه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی "۳۸'، ۳۶'، ۵۰" و "۷'، ۳۴'، ۵۰" شرقی و حد فاصل عرض‌های جغرافیایی "۴۰'، ۳۵'، ۳۱" و "۰۰'، ۳۳'، ۳۱" شمالی بوده و در جنوب غرب مرکز این استان قرار دارد (شکل ۱). مساحت کل حوزه برابر ۷۰۲۱ هکتار و پوشش جنگلی و مرتعی کاربری غالب در آن می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از سه گروه پارامتر زودبافت، امکان برآورد ماده آلی ذره‌ای خاک فراهم گردید. برای این منظور تعداد ۱۹۱ نمونه از منطقه منج به صورت تصادفی، برداشت شد. در نهایت پس از تهیه داده‌های ورودی، ماده آلی ذره‌ای خاک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (در محیط نرم افزار Matlab) و رگرسیون خطی چند متغیره (در محیط نرم افزار SPSS) و برآورد میزان ماده آلی ذره ای به روش میان یابی IDW در محیط جی آی اس برآورد شد. در محاسبات عددی، درون‌یابی روشی است برای یافتن مقدار تابع درون یک بازه، زمانی که مقدار تابع در تعدادی از نقاط گسسته معلوم است. یافتن مقدار تابع در خارج از این بازه را برون‌یابی گویند که عموماً از روش‌های مشابهی برای هر دو استفاده می‌شود. روش‌های میان‌یابی: برای ایجاد سطوح رستری از داده‌های نقطه‌ای، چند روش وجود دارد که به شرح زیر است. IDW، natural، neighbours spline و پر کاربردترین آنها که kriging است.

در مدل IDW، معمولاً از توان بالاتر از ۱، مانند ۲ استفاده می‌شود، به همین علت، به آن مربع فاصله معکوس (Inverse Distance Square Weighted) نیز می‌گویند. همسایگی در این مدل به دو روش تعریف می‌شود. در روش شعاع جستجو (Search Radius)، دایره ای در نظر گرفته می‌شود و نقطه نامعلوم، در مرکز آن قرار دارد. مقدار توان، در واقع وزنی است که به فواصل داده می‌شود. زیرا معکوس فاصله‌ها به توان می‌رسد و برای افزایش وزن دهی به فواصل، کافی است که میزان توان افزایش یابد، بنابر این هر چه فواصل نقاط از نقطه مجهول افزایش می‌یابند، وزن کمتری در تخمین نقاط مجهول دارند. تعیین اندازه شعاع جستجو برای مداخله نقاط

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

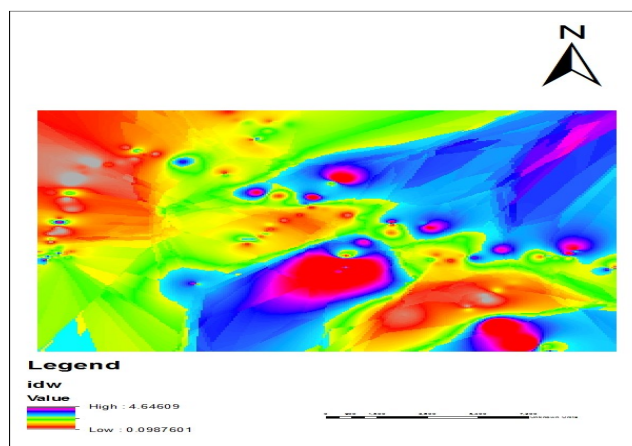
همسایه، بستگی به فاصله نقاط از یکدیگر و نحوه تغییرات پدیده پیوسته دارد. اگر آهنگ تغییرات پدیده نامنظم باشد، به جای روش شعاع جستجو می توان از روش تعداد همسایه استفاده نمود. اجرای این روش مانند روش قبلی است با این تفاوت که حداقل تعداد همسایه ها در درون یابی مشارکت می کنند یا به عبارتی همسایگی با تعداد تعریف می شود. همچنین به منظور بررسی کارایی و دقت مدل های رگرسیونی و شبکه عصبی و IDW طراحی شده برای برآورد ماده آلی ذره ای خاک در این پژوهش از برخی شاخص های آماری نظیر ضریب همبستگی (r)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)^{۱۴۸}، میانگین خطای مطلق (MAE)^{۱۴۹} و فاکتور بازدهی مدل (EF)^{۱۵۰} استفاده گردید.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

نتایج حاصل از برآورد POM خاک با استفاده از مدل های رگرسیونی خطی چند متغیره، شبکه عصبی مصنوعی، و IDW در جدول ۱ آمده است.



شکل ۲. نقشه پهنه بندی ماده آلی ذره ای برای پیش بینی به روش IDW

^{۱۴۸}- Root mean square error

^{۱۴۹}- Mean absolute error

^{۱۵۰}- Efficiency factor



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همانطور که ملاحظه می‌گردد ضریب همبستگی، در مدل شبکه عصبی مصنوعی به کار رفته بالاترین میزان را داشته است (۰/۹۴ = r).

جدول ۱. بررسی نتایج به دست آمده از مدل کردن POM به روشهای مختلف

روش برآورد (POM)	ضریب همبستگی (R)	ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)	میانگین خطای مطلق (MAE)	فاکتور بازدهی مدل (Model Efficiency Factor)
شبکه عصبی مصنوعی	۹۴/۰	۲۶/۰	۲۰/۰	۸۵/۰
IDW	۹۰/۰	۳۰/۰	۲۳/۰	۸۵/۰
رگرسیون	۹۲/۰	۳۰/۰	۲۷/۰	۸۷/۰

نتایج مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی با مدل‌های رگرسیونی و IDW نیز بیانگر آن است که در تخمین POM با تمامی ورودی‌ها، شبکه‌های عصبی مصنوعی آمار بهتری را ارائه داده است. ایلماز و یوکسک (۲۰۰۹) بیان کردند از محدودیت‌های رگرسیون این است که می‌تواند روابط خطی را ایجاد کند در حالی که اصلاً مطمئن نیستیم رابطه خطی است یا نه. آن‌ها همچنین بیان داشتند شبکه‌های عصبی در مدل کردن روابط خطی بسیار بیشتر از روش‌های قدیمی توانایی دارند. احتمالاً روش IDW چون مبتنی بر فاصله بین نقاط است و ارتباطات پیچیده را بررسی نمی‌کند نتایج ضعیفی را ارائه داده است.

منابع

- Gregorich EG, Carter MR, Angers DA, Monreal CM and Ellert BH. ۱۹۹۴. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Science society of America, ۷۴: ۳۶۷-۳۸۵.
- Wakernagel, H. ۲۰۰۲. Multivariate geostatistics. Springer Press, ۳۸۷pp.
- Yilmaz I, Yuksek G. ۲۰۰۹. Prediction of the strength and elasticity modulus of gypsum using multiple regression, ANN, and ANFIS models. International journal of Rock Mechanics and Mining Sciences: ۴۶(۴): ۸۰۳-۸۱۰.

Abstract

In this study, the amount of organic matter to the soil particle three artificial neural networks, linear regression and idw were estimated. For this purpose, ۱۹۱ samples of soil and Bydlh leading region in Chaharmahal va Bakhtiari province was prepared in the laboratory the actual amount of particulate organic matter were calculated. Using the ۱۳ parameters accessible (pH, EC, ...) values for particulate organic matter was determined by artificial neural networks in MATLAB. Also, the linear regression methods and idw POM was also estimated. The first method raster map data of ۸۰% was produced was then midpoints were compared with actual data using three methods of statistical analysis were examined. The results indicate high accuracy of artificial neural networks in POM estimated to be in the other.



تاثیر کمپوست روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

زهرا دیانت مهارلوبی^۱، علی اکبر موسوی^۲ و علی داد کرمی^۳
 ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه علوم و تحقیقات فارس، ۲-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه علوم و تحقیقات فارس، ۳- استادیار هیات علمی و رئیس بخش تحقیقات خاک و آب

چکیده

در مطالعه حاضر تاثیر کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی، شامل دو نوع ماده آلی، کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در چهار سطح (۰، ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی) و سه نوع بافت خاک (شنی لومی، لومی، لوم رسی سیلنی) در سه تکرار انجام گرفت. خصوصیات اندازه گیری شده شامل ظرفیت تبادل کاتیونی، تبخیر تجمعی آب از سطح خاک و رطوبت وزنی خاک می باشد. نتایج نشان داد کاربرد ضایعات میوه انجیر و کمپوست در خاک باعث افزایش معنی دار ظرفیت تبادل کاتیونی، رطوبت وزنی خاک و همچنین کاهش معنی دار تبخیر تجمعی آب از سطح خاک در مقایسه با تیمار شاهد گردید. تاثیر مثبت کاربرد کمپوست در خاک بر روی همه پارامترهای اندازه گیری شده در خاک نسبت به کاربرد ضایعات میوه انجیر بیشتر بود.

واژه های کلیدی: ضایعات میوه رسیده انجیر، کمپوست، خصوصیت شیمیایی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک

مقدمه

در نواحی خشک و نیمه خشک ایران، خاکها معمولاً از نظر ماده آلی فقیر هستند (خرابی و همکاران، ۱۳۸۷). خاکهایی که دارای مقدار ماده آلی بیشتری هستند دارای ساختمان بهتر و مقاومت بیشتر در برابر عوامل فرساینده ای مانند آب و باد هستند (امادودین و همکاران، ۲۰۰۹). با بررسی تاثیر کاربرد کمپوست در سطح خاک مشخص شد که کمپوست تنها بر حاصلخیزی خاک موثر نبوده، بلکه با جلوگیری از تشکیل سله در سطح خاک مانع از هدررفت آب از طریق تبخیر می شود (آغاسی و همکاران، ۲۰۰۴). می توان از کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر جهت جایگزینی کودهای شیمیایی برای بهبود بهتر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده کرد.

مواد و روشها

جهت انجام آزمایش، طبق (جدول ۱)، مقدار کافی خاک از افق سطحی (۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک) استان فارس از سه منطقه، شهرستان شیراز، زرقان و مهارلو جمع آوری گردید. پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی متری برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکوس، ۱۹۶۲)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی (رودز، ۱۹۹۶)، پ هاش در خمیر اشباع به وسیله دستگاه پ هاش متر (توماس، ۱۹۹۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشینی کاتیون ها با استات سدیم (سامر و میلر، ۱۹۹۶)، اندازه گیری میزان تجمعی تبخیر آب از سطح خاک با روش وزن کردن روزانه لوله ها (ستون های خاک)، اندازه گیری رطوبت وزنی خاک به روش وزنی (گاردنر، ۱۹۸۶) اندازه گیری گردید. آزمایش با استفاده از ستون خاک اجرا شد. به منظور تهیه ستون های خاک از استوانه هایی با قطر داخلی ۵/۱۲ سانتی متر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر که ته لوله ها با صفحه مشبک از جنس پی وی سی مسدود گردید، استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵٪ با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	محل نمونه برداری	pH	Ec (ds.m ⁻¹)	CEC (cmol.kg ⁻¹)	Evaporation (mm)	m (gr.gr ⁻¹)
شنی لومی	۵۴/۸۱	۳۶/۸	۱۰/۱۰	شیراز	۵۳/۷	۲۶/۰	۲۰/۷	۸۲/۲۵	۵۷/۲۰
لومی	۲۸/۳۲	۵۶/۴۶	۱۶/۲۱	شیراز (مهارلو)	۶۶/۷	۲۵/۱	۲/۱۳	۲۱/۲۳	۱۷/۲۸



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

لومرسی سبلی	۱۰	۸۴/۶۰	۱۶/۲۹	شیراز (زرقان)	۷۵/۷	۷۶/۰	۵۲/۲۱	۴۶/۲۱	۰۳/۳۷
-------------	----	-------	-------	---------------	------	------	-------	-------	-------

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه
 pH = پ‌هاش، Ec = قابلیت هدایت الکتریکی، CEC = ظرفیت تبادل کاتیونی، Evaporation = تبخیر تجمعی آب از سطح خاک، m = رطوبت وزنی

نتایج و بحث

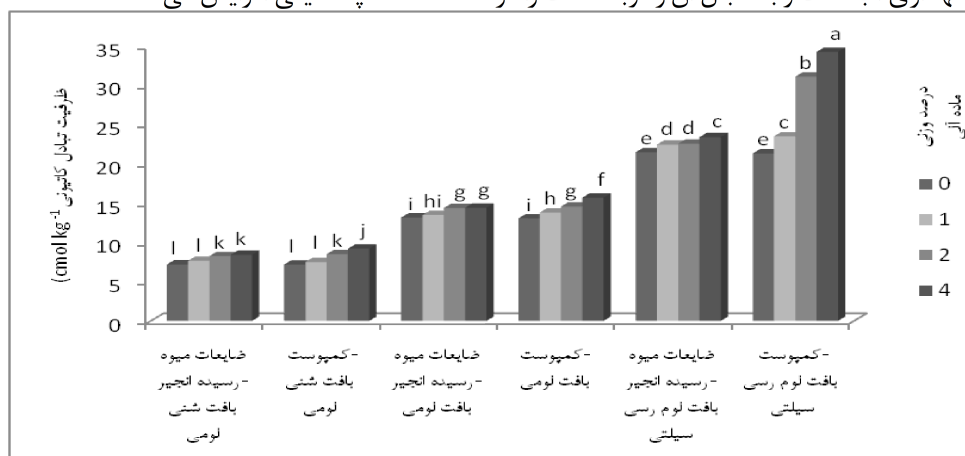
نتایج تجزیه واریانس، بافت‌های مختلف خاک، مواد آلی (کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر) به شرح زیر می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک برای تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	CEC (cmol. kg ⁻¹)	Evaporation (mm)	m (gr.gr ⁻¹)
بافت خاک	۲	۵۳/۱۷۹۴**	۱۲/۱۰۷**	۲۲/۱۵۶۴**
مواد آلی	۷	۵۸/۳۹**	۰۱/۲۷**	۳۱/۴۱**
بافت خاک × مواد آلی	۱۴	۹۲/۱۷**	۳۲/۰**	۷۵/۰**
خطا	۴۸	۰۸/۰	۰۲/۰	۲۶/۰

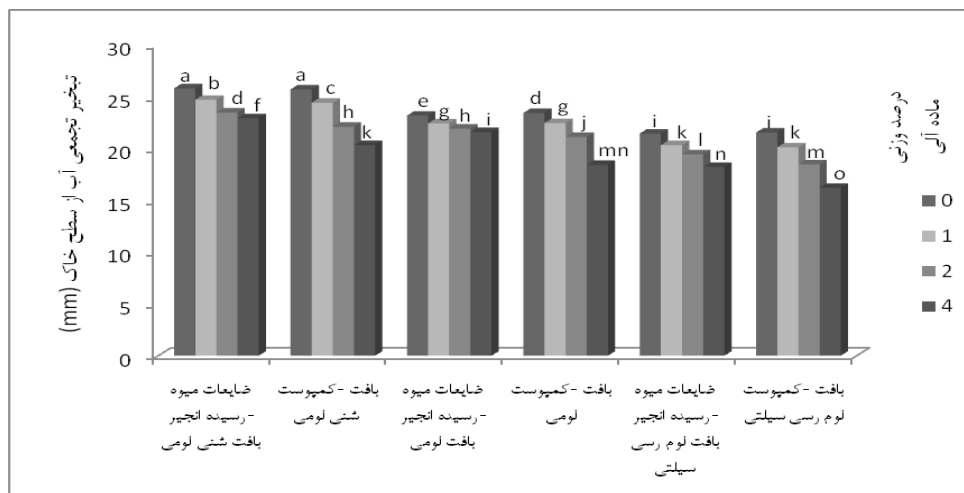
** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ بر طبق آزمون F و ns به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

ظرفیت تبادل کاتیونی: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث افزایش معنی‌دار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلنتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی ظرفیت تبادل کاتیونی مربوط به تیمار کمپوست در هر سه نوع بافت خاک بود (شکل ۱). آگلیدس و لوندرا (۲۰۰۰) گزارش کردند کاربرد توام کودهای آلی و شیمیایی در خاک به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی سطوح ذرات خاک، قابلیت نگهداری آب خاک و به دنبال آن رطوبت خاک را در نقاط مختلف پتانسیلی افزایش می‌دهد.

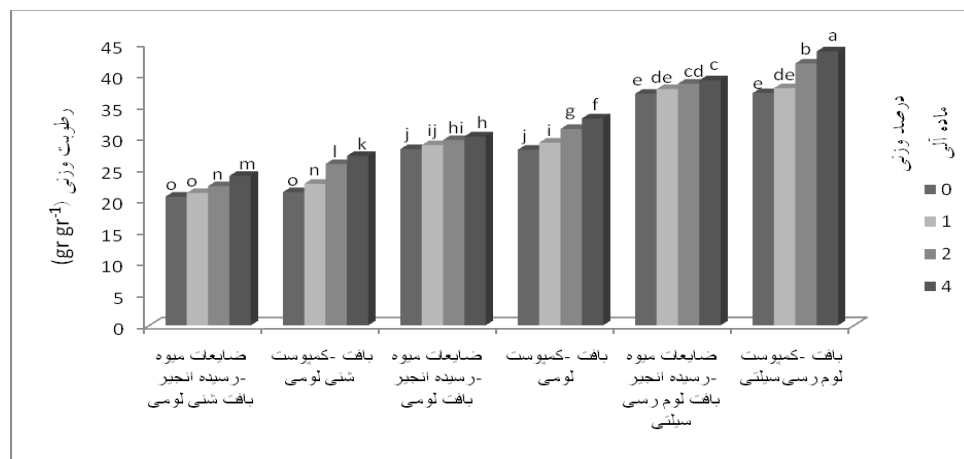


شکل ۱- مقایسه میانگین تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

تبخیر تجمعی آب از سطح خاک: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر باعث کاهش معنی‌دار تبخیر تجمعی آب از سطح خاک در هر سه نوع بافت خاک شنی لومی، لومی و لوم رسی سیلنتی نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی تبخیر تجمعی آب از سطح خاک مربوط به تیمار کمپوست در هر سه نوع بافت خاک بود (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین تغییرات تبخیر تجمعی آب از سطح خاک در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک رطوبت وزنی: افزایش سطوح تیمار کمپوست و ضایعات میوه انجیر باعث افزایش معنی‌دار رطوبت وزنی در هر سه نوع بافت خاک نسبت به شاهد در سطح احتمال ۱ درصد شد. بیشترین تاثیر ماده آلی اعمال شده بر روی رطوبت وزنی خاک مربوط به تیمار کمپوست در هر سه نوع بافت خاک بود (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین تغییرات رطوبت وزنی خاک در سطوح مختلف تیمارهای مواد آلی و بافت‌های مختلف خاک

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست و ضایعات میوه رسیده انجیر در خاک‌های زراعی به عنوان کود آلی، روی خصوصیات خاک تاثیر مثبت داشت و باعث بهبود و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، رطوبت وزنی و همچنین کاهش تبخیر تجمعی آب از سطح خاک گردید. تاثیر کاربرد کمپوست پس از اضافه شدن به خاک بر روی پارامترهای فوق نسبت به ضایعات میوه رسیده انجیر موثرتر بود.

منابع

خزایی، ع.، مصدقی، م.، و محبوبی، ع. ا. ۱۳۸۷. تاثیر شرایط آزمایش، مقدار ماده آلی، رس و کربنات کلسیم خاک و میانگین وزنی قطر و مقاومت کششی خاکدانه‌ها در برخی از خاک‌های استان همدان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دوازدهم، شماره ۴، صفحات ۱۲۳ تا ۱۳۴.

Agassi, M., Levy, G. J., Hadas, A., Benyamini, Y., Zhevelev, H., Fizik, E., Gotessman, M. and Sasson, N. ۲۰۰۴. Mulching with composted municipal solid wastes in Central Negev, Israel: I. Effects on minimizing rainwater losses and on hazards to the environment. Soil and Tillage Research, ۷۸: ۱۰۳-۱۱۳.



- Aggelides, S. M., and Londra, P.A. ۲۰۰۰. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology*. ۷۱: ۲۵۳-۲۵۹.
- Bouyoucos, G. J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil, *Agron. J.* ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.
- Emadodin, I., Reiss, S., and Rudolf Bork, H. ۲۰۰۹. Study of the relationship between land management and soil aggregate stability (case study near Albersdorf, northern-Germany), *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. ۴: ۴۸-۵۳.
- Gardner, W.H. ۱۹۸۶. Water content. In: A. Klute (Ed.), *Methods of soil Analysis part ۱- Physical and Mineralogical Methods* Second edition. ASA & SSSA, USA.
- Rhoades, J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical Conductivity and total dissolved solids. P. ۴۱۷- ۴۳۶. In D.L. Sparks et al., (eds) *Methods of soil analysis. part ۳*. Am. Soc. Agron., Madison. WI.
- Sumner, M.E., and Miller, W.P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchangeable coefficients. p. ۱۲۰۱- ۱۲۳۰. In D.L. Sparks et al., (eds) *Methods of soil analysis. part ۳*. Am. Soc. Agron., Madison. WI.
- Thomas, G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. p. ۴۷۵- ۴۹۰. In D.L. Sparks et al., (eds) *Methods of soil analysis. part ۳*. Am. Soc. Agron., Madison. WI.

Abstract

In this study the effect of compost, ripe fig fruit waste on some soil physical and chemical properties were studied. This study was a factorial experiment in a completely randomized design, consisting of two types of organic matter, compost and ripe fig fruit waste in four levels of (۰, ۱, ۲ and ۴ by weight %) and three soil type (loamy sand, loam, silty clay loam) with three replication. Include properties, cation exchange capacity, evaporation of water from soil surface, volumetric water content was measured. The results showed that the use of ripe figs fruit waste and compost in the soil increased significantly cation exchange capacity, volumetric water content, also decreased significantly evaporation of water from soil surface compared to the control. Effect of compost in soil on all parameter application most of ripe figs fruit waste was.



مدل سازی بار رسوب کل رودخانه‌ها با استفاده از برنامه‌نویسی ژنتیک

مهناز اسکندری^۱، امین فلامکی^۲، میلاد نخعی^۳
۱-دکتری خاکشناسی و محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، ۲-استادیار گروه مهندسی دانشگاه پیام نور تهران، ۳-دانشجوی دکتری مهندسی عمران ژئوتکنیک دانشگاه علم و صنعت تهران

چکیده

مدلسازی انتقال بار رسوب به دلیل ماهیت چندبعدی و وابستگی غیرخطی متغیرها با یکدیگر، مسأله‌ای چالش برانگیز است. برای این منظور از آنالیز رگرسیون در گذشته بسیار استفاده شده، لیکن همواره محدودیتهای بسیاری در توابع بدست آمده وجود داشته است. در این پژوهش از برنامه‌نویسی ژنتیک به منظور مدلسازی بار رسوب کل استفاده شد. داده‌های مورد استفاده شامل ۲۰۰ نمونه آزمایشگاهی بود که ۷۵ درصد آنها به منظور آموزش و ۲۵ درصد برای آزمون مدل استفاده شدند. متغیرهای سرعت جریان، عرض کانال، عمق جریان، شیب خط انرژی و قطر میانه اندازه ذرات به عنوان ورودی مدل و غلظت رسوب کل به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که مدل طراحی شده قادر است با ضریب تبیین ۹/۰ و RMSE برابر با ۷/۴۲، غلظت رسوب کل را با دقت مطلوب برآورد نماید.

واژه‌های کلیدی: انتقال رسوب، برنامه‌نویسی ژنتیک، غلظت رسوب کل، مدل هوشمند، مهندسی رودخانه

مقدمه

برآورد بار رسوب کل رودخانه‌ها از مسائل مهم و کاربردی در مهندسی عمران و برنامه‌ریزی منابع آب است که اطلاع از آن برای بسیاری از کاربری‌ها مانند طراحی سدها و حوضچه‌های ذخیره آب سطحی، انتقال رسوب و آلودگی در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، طراحی کانال‌ها و نگهداری آن‌ها، حیاتی است. غلظت رسوب می‌تواند به روش‌های مستقیم و یا غیرمستقیم محاسبه شود که معمولاً روش‌های مستقیم پرهزینه و زمان‌بر هستند. همچنین بار رسوب کل می‌تواند به کمک روابط مختلف انتقال رسوب محاسبه شود، لیکن به طور معمول کاربرد این روابط نیاز به شرایط معینی داشته و به علاوه در بیشتر موارد نتایج حاصل از آن‌ها با یکدیگر و با مقادیر اندازه‌گیری شده متفاوت است (فلامکی و همکاران، ۱۳۹۲). در بسیاری از موارد نتایج حاصل از این روابط به دلیل پیچیدگی و عدم شناخت کامل و دقیق مکانیزم انتقال رسوب، با مقادیر اندازه‌گیری شده تطابق نداشته و در مواردی نیز نتایج روابط مختلف تفاوت معنی‌دار با یکدیگر دارند (معیری و همکاران، ۱۳۸۹). این مسأله باعث شده است که در دهه‌های اخیر پژوهشگران مختلف به سمت استفاده از روش‌های هوشمند مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)^۱ و برنامه‌نویسی ژنتیک (GP)^۲ روی آورند. به عنوان مثال Aytel (۲۰۰۸) و Kisi و Kisi (۲۰۱۲) برای پیش‌بینی مقدار انتقال بار رسوب معلق از GP و Singh و همکاران (۲۰۰۷)، از ANN-GP استفاده کرده‌اند. بیشتر پژوهش‌های انجام شده، در راستای مدلسازی مقدار بار رسوب معلق انجام گرفته و تنها معدود مواردی مانند Dogan و همکاران (۲۰۰۷)، Yang و همکاران (۲۰۰۹) و فلامکی و همکاران (۱۳۹۲)، به برآورد مقدار رسوب کل رودخانه‌ها پرداخته‌اند.

رسوب کل شامل رسوب معلق و بار بستر است که در بیشتر ایستگاه‌های هیدرولوژی، تنها بار معلق رسوب اندازه‌گیری می‌شود. سپس بار بستر به صورت درصدی از بار معلق تخمین زده می‌شود، لیکن این روش محاسبه قابل اعتماد نیست. اطلاع دقیق از مقدار بار رسوب کل رودخانه‌ها در بسیاری از پژوهش‌های منابع آب به‌ویژه برآورد حجم رسوب‌گذاری در مخازن سدها ضروری است. بنابراین در این پژوهش به منظور مدلسازی برآورد مقدار بار رسوب کل، از برنامه‌نویسی ژنتیک استفاده شد.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، شامل ۲۰۰ نمونه آزمایشگاهی بود که از بانک داده‌های رسوب Molinas و Wu (۲۰۰۳)، تهیه شد. این نمونه‌ها شامل مجموعه‌ای از داده‌های مورد نیاز در انتقال رسوب مانند متوسط سرعت (V) برحسب (ft/s)، عرض کانال (W) برحسب (ft)، عمق جریان (D) برحسب (ft)، S شیب خط انرژی (ft/ft)، قطر میانه اندازه ذرات (d_{50}) برحسب (ft)، و غلظت رسوب (Ct) برحسب (ppm) بود.

متغیرهای سرعت جریان، عرض کانال، عمق جریان، شیب خط انرژی و قطر میانه اندازه ذرات به عنوان ورودی مدل و غلظت رسوب کل به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شدند. پس از مدلسازی به منظور ارزیابی اعتبار آن در برآورد بار رسوب کل، از تحلیل خطاهای باقیمانده و اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده استفاده شد. آماره‌های لازم برای این کار، میانگین ریشه دوم

^۱ Artificial Neural Network

^۲ Genetic Programming



خطا (RMSE)، کارایی مدل‌سازی (EF)، و ضریب باقیمانده (CRM) بودند. تعریف ریاضی این آماره‌ها به صورت زیر است (فلامکی و اسکندری، ۱۳۹۱):

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n} \right]^{0.5} \frac{100}{\bar{O}} \quad (1)$$

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (2)$$

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n O_i} \quad (3)$$

$$CD = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{O})^2} \quad (4)$$

که در آن ها، P_i مقدار پیش‌بینی شده، O_i مقدار اندازه‌گیری شده (مشاهده شده)، n تعداد نمونه‌های به کار رفته و \bar{O} مقدار متوسط مقادیر O است. حداکثر مقدار EF برابر یک است. حداقل مقدار RMSE، ME و CD صفر است.

برنامه نویسی ژنتیک

برنامه نویسی ژنتیک توسط کرامر تعریف شد و سپس توسط کزا گسترش یافت. این روش زیر مجموعه‌ای از الگوریتم ژنتیک بوده و از عملگرهای آن از جمله بازترکیبی و جهش استفاده می‌کند. در این روش، درخت‌های عبارت تولید می‌شوند که این درخت‌ها به عنوان مدل یا یک برنامه کامپیوتری استفاده می‌شوند. هر یک از برنامه‌های کامپیوتری یا مدلها، یک عضو از جمعیت می‌باشند. از قابلیت‌های برنامه‌نویسی ژنتیک این است که می‌تواند معادلات ریاضی را مدل کرده و در این راستا، خطوط و منحنی‌های مختلف را شبیه‌سازی کند. تفاوت GP و الگوریتم ژنتیک در نمایش افراد جمعیت است. در برنامه نویسی ژنتیک یک فرد همزمان با ژنوتیپ و فنوتیپ ارائه می‌شود. افراد جمعیت، درخت‌های کامپیوتری یا گراف‌های ساخت‌یافته سلسله‌مراتبی با اندازه‌ها و شکل‌های متفاوت هستند. برنامه نویسی ژنتیک روشی است که یک جستجوی غیر مرتبط انجام می‌دهد و هیچ اندازه‌شیب و پیچیدگی ساختاری را برای راه حل، پیش‌بینی نمی‌کند. به همان اندازه که کاربر از تابع هدف اطلاعات دارد و گروه داده‌های مرتبطی که وارد می‌شوند، خروجی متناظری دریافت خواهد شد. برنامه نویسی ژنتیک شامل مراحل زیر می‌باشد:

با تولید تصادفی جمعیت، راه‌حلهای با اندازه N شروع می‌شود.

هر راه حل از جمعیت، ارزیابی شده و مقدار برازندگی آن بدست می‌آید.

یک عملگر ژنتیک به صورت احتمالی انتخاب می‌شود.

مرحله ۳ تا رسیدن جمعیت جدید به N عضو ادامه می‌یابد.

GP از شبکه‌های عصبی مصنوعی توانمندتر است و امکان گرفتارشدن در مینیمم محلی برای آن وجود ندارد. لیکن مانند ANN، برای ساخت مدل باید از ابتدا داده‌ها را به دو دسته آموزش و آزمون قسمت کرد. دسته داده آموزش برای ساخت مدل و داده‌های آزمون برای ارزیابی آن استفاده خواهند شد. در این پژوهش ۷۵٪ داده‌ها برای آموزش و ۲۵٪ آنها برای آزمون انتخاب شدند. در GP ساخت مدل به دلیل نیاز به جمعیت زیاد، زمان‌بر است، لیکن مدل تنها یک بار ساخته می‌شود و سپس از آن استفاده خواهد شد، بنابراین زمان‌بر بودن اولیه حین مدل‌سازی، در کل مشکلی ایجاد نخواهد کرد (سدیدپور و همکاران، ۱۳۸۹).

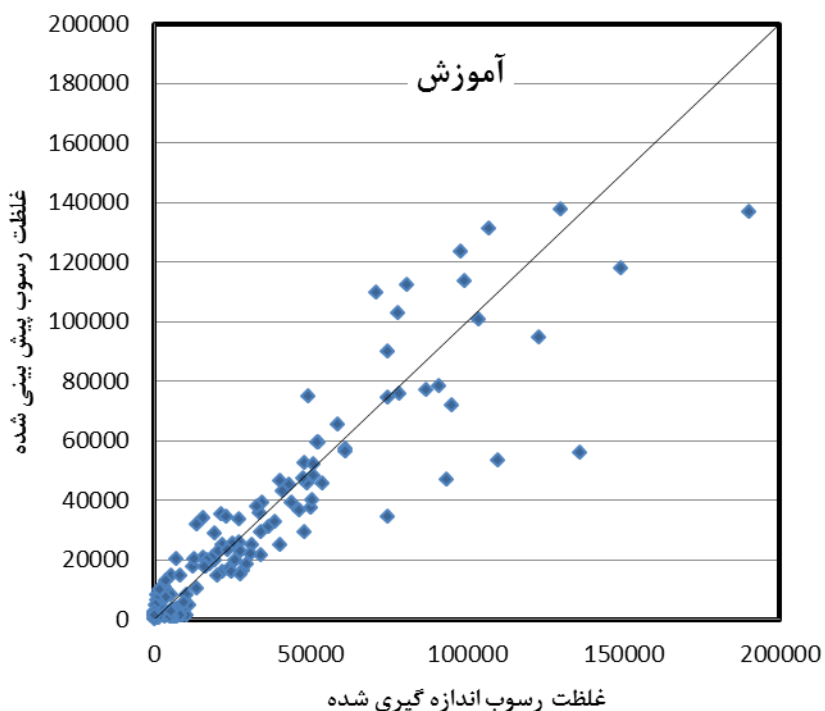
نتایج و بحث

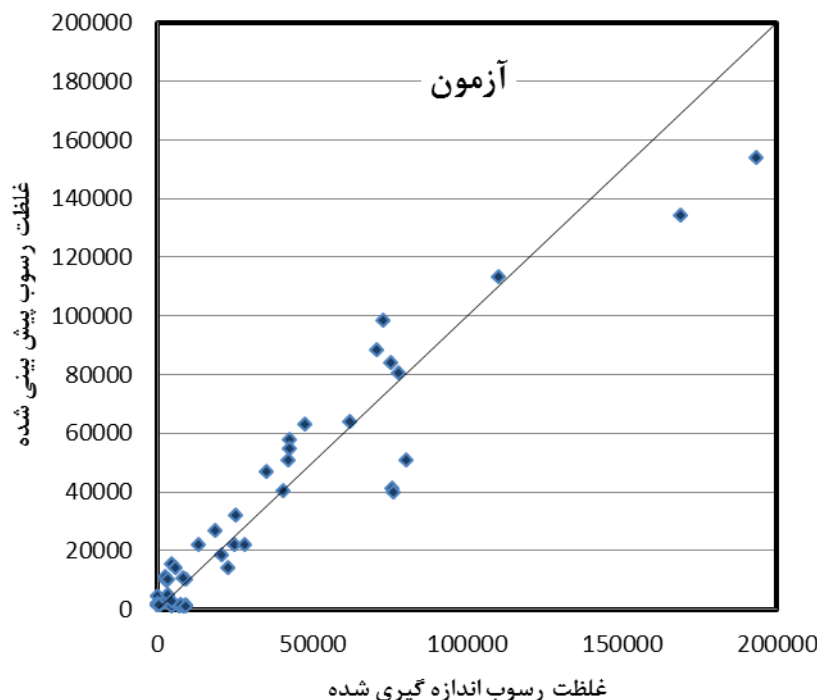
پس از کاربرد داده‌های آموزش، مدل نهایی بدست آمده برای تخمین مقدار غلظت رسوب کل رودخانه، به صورت رابطه ۵ بدست آمد.

$$Ct = \frac{6.45 \times V \times W \times S \times (2-D)}{(d_{50})^{1.5}} \quad (\Delta)$$

در این رابطه، V متوسط سرعت (ft/s)، W عرض کانال (ft)، S شیب خط انرژی (ft/ft)، D عمق جریان (ft)، d_{50} قطر میانه اندازه ذرات (ft) و Ct غلظت رسوب کل بر حسب ppm است.

شکل ۱، مقدار غلظت رسوب پیش‌بینی شده را که به کمک رابطه ۵ برآورد شده، در مقابل مقدار واقعی آن در دو دسته داده‌های آموزش و آزمون، نشان می‌دهد. در این نمودارها برای هر مقدار اندازه‌گیری شده در محور افقی، متناظر مقدار محاسبه شده آن در محور عمودی نشان داده شده است. همچنین خط تناظر یک به یک نیز نمایان است. هر چه پراکندگی داده‌ها در اطراف این خط بیشتر باشد، توانایی مدل کاربردی در برآورد رسوب کل ضعیف‌تر بوده است. آماره‌های سنجش مدل نیز در جدول ۱ ارائه شده‌اند.





شکل ۱ - مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده مقدار بار کل رسوب با مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل GP در داده‌های آموزش و آزمون

جدول ۱ - ضرایب معادله‌ی فروندلیچ برای ایزوترم‌های جذب سطحی نیکل

CRM	EF	RMSE	CD	
۰۵/۰	۸۲/۰	۹۳/۵۰	۸۳/۰	آموزش
۰۳/۰	۹۰/۰	۶۹/۴۲	۹۰/۰	آزمون

جدول ۱ نشان می‌دهد که مقدار ضریب تبیین در داده‌های آموزش برابر با ۸۳/۰ و در داده‌های آزمون برابر با ۹/۰ بدست آمده است. آماره کارایی مدلسازی در مدل پیشنهادی، برابر با ۹۰/۰ است. هر چقدر این آماره به یک نزدیک‌تر باشد، نشان می‌دهد که مدل طراحی شده، کارایی بهتری دارد. آماره CRM نشانگر بیش‌برآوردی یا کم‌برآوردی مدل در مقایسه با اندازه‌گیری‌هاست و اگر مقدار آن منفی باشد نشان می‌دهد که مدل بیش‌برآورد است. با توجه به مقدار اندک CRM یعنی ۰۳/۰، مشخص است که مقادیر پیش‌بینی شده به مقادیر اندازه‌گیری شده بسیار نزدیک است. بنابراین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدل GP می‌تواند به عنوان ابزاری سودمند در برآورد مقدار بار رسوب کل رودخانه‌ها به کار رود.

رابطه شماره ۵، که رابطه بین خروجی با ورودی‌ها را نشان می‌دهد، افزون‌بر اینکه برای داده‌های آموزش و آزمون دارای ضریب تبیین بالایی است؛ از منظر نسبت خروجی با تک تک ورودی‌ها نیز به بهترین شکل ممکن عمل کرده است. همه ورودی‌های مورد نظر به جز d_3 با خروجی نسبت مستقیم دارند که این مسأله بخوبی در فرمول نهایی بدست آمده است. همچنین، رابطه بدست آمده در مقایسه با بسیاری از روابط ارائه شده پیشین، کوتاه‌تر بوده و بنابراین کاربرد آن نیز بسیار آسان^{۱۵۲} است.

منابع

سدیدیپور، س.س. همایونپور، م.م. و فسقوری، م. ۱۳۸۹. بهبود سرعت و دقت در استفاده از برنامه‌نویسی ژنتیک برای تصدیق هویت گوینده. نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر، سال هشتم، شماره چهارم، صفحه‌های ۲۲۳ تا ۲۳۵.

^{۱۵۲} User-Friendly



- فلامکی، ا.، اسکندری، م. ۱۳۹۱. تخمین ضریب توزیع خاک-آب فلزات سنگین با کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی. حفاظت منابع آب و خاک، سال دوم، شماره ۱، صفحه‌های ۲۵ تا ۳۶.
- فلامکی، ا.، اسکندری، م.، بغلانی، ع.ا. و احمدی، س.ا. ۱۳۹۲. مدل‌سازی بار رسوب کل رودخانه‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. حفاظت منابع آب و خاک، سال دوم، شماره ۳، صفحه‌های ۱۳ تا ۲۵.
- معیری، م.م.، نیک‌پور، م.ر.، حسین‌زاده دلیر، ع. و فرسادی‌زاده، د. ۱۳۸۹. مقایسه روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، فازی-عصبی تطبیقی و منحنی سنج رسوب در برآورد رسوبات معلق رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه آجی‌چای). مجله دانش آب و خاک، ویژه‌نامه ۱/۲۰. صفحه‌های ۷۱ تا ۸۲.
- Aytek A. and Kisi, O. ۲۰۰۸. A genetic programming approach to suspended sediment modelling. J. Hydrol, ۳۵۱ (۳-۴): ۲۸۸-۲۹۸.
- Dogan, E., Yuksel, I. and Kisi, O. ۲۰۰۷. Estimation of total sediment load concentration obtained by experimental study using artificial neural networks. Environmental Fluid Mechanics, ۷: ۲۷۱-۲۸۸.
- Kisi O. and Shiri J. ۲۰۱۲. River suspended sediment estimation by climatic variables implication: Comparative study among soft computing techniques. Comp. Geosci, ۴۳: ۷۳-۸۲.
- Molinas, A. and Wu, B. ۲۰۰۳. SedBase (sediment transport database). Hydrau-Tech, Colorado, USA.
- Singh K., Deo, M.C. and Sanil Kumar, V. ۲۰۰۷. Neural network-genetic programming for sediment transport. P. I. Civil Eng. - Wat. M, ۱۶۰ (۳): ۱۱۳-۱۱۹.
- Yang CT, Marsooli R and Aalami MT. ۲۰۰۹. Evaluation of total load sediment transport formulas using ANN. International Journal of Sediment Research, ۲۴: ۲۷۴-۲۸۶.

Abstract

Modeling sediment transport are usually complex problems due to their multi-dimensionality as well as their nonlinear behavior. Although some investigators have been used regression analyses for this purpose, but still many limitations are exist for the fitted functions. In this research, a genetic programming was used to predict the total sediment load. The data used in this study were consisted of ۲۰۰ samples which were divided into training (۷۵%) and testing (۲۵%) data. The input variables were consisted of average flow velocity, water surface slope, average flow depth, mean particle diameter and channel width. The total bed material load was designated as the output of model. Results showed that the proposed model can accurately estimate the total sediment yield with $r^2=0.9$ and $RMSE=42.7$.



واکنش صفات مرتبط با وضعیت آب برگ ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی در شرایط مصرف و عدم مصرف روی

داود افیونی^۱ و لیلی صفایی^۱
۱-مری پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده

در آزمایشی دو ساله در اصفهان در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با توزیع اسپلیت پلات، اثر سه تیمار بدون تنش، تنش خشکی انتهای فصل و تنش خشکی همراه با محلول پاشی روی، بر ۱۱ ژنوتیپ گندم بررسی گردید. محتوای نسبی آب برگ پرچم (RWC)، سرعت اتلاف آب از برگ پرچم جدا شده از گیاه (RWL)، آب حفظ شده برگهای پرچم جدا شده (ELWR) و میزان آب اولیه برگ پرچم (IWC) هر یک در سه مرحله گرده افشانی و یک و دو هفته پس از گرده افشانی اندازه گیری شد. در اثر تنش خشکی، صفات RWC، RWL و IWC در مراحل یک و دو هفته پس از گرده افشانی کاهش و ELWR افزایش یافت. محلول پاشی روی تا حدی باعث تعدیل اثرات تنش خشکی گردید بطوری که در تیمار تنش خشکی + روی، مقادیر RWC در مراحل یک و دو هفته پس از گرده افشانی و IWC در دو هفته پس از گرده افشانی، بیش از مقادیر مربوطه در تیمار تنش خشکی بدون روی بود.

کلمات کلیدی: گندم، برگ پرچم، محتوای آب برگ

مقدمه

تنش آبی مهم‌ترین علت کاهش عملکرد گندم در مناطق نیمه خشک است (Farshadfar et al., ۲۰۱۱). محمدی و فرشادفر (۱۳۸۲) معتقدند برای افزایش عملکرد علاوه بر کارهای اصلاحی، توجه به جنبه‌های دیگر تحمل به خشکی از قبیل شاخص‌های فیزیولوژیکی مانند RWC و RWL اهمیت ویژه دارد. در شرایط تنش خشکی تفاوت‌های معنی‌داری از نظر پتانسیل آب برگ بین ژنوتیپ‌های گندم مشاهده شده است (Singh et al., ۱۹۹۰). در تحقیقی با ۳۰ ژنوتیپ مختلف گندم محتوای نسبی آب برگ به عنوان یک خصوصیت مهم در تحمل به خشکی معرفی شد (Dhanda and Sethi, ۲۰۰۸). از جمله سایر صفاتی که به عنوان شاخصی برای غربال ژنوتیپ‌های گندم سازگار به تنش خشکی پیشنهاد شده است، سرعت اتلاف آب از برگ جدا شده از گیاه (RWL) است (Clarke et al., ۱۳۸۹)، که می‌تواند تخمینی از سرعت تعرق کوتیکولی باشد (Lugoian and Ciulca, ۲۰۱۱). Clarke و همکاران (۱۹۸۲)، تفاوت‌هایی بین ارقام گندم از نظر توانایی حفظ آب در برگ‌های جدا شده از گیاه (ELWR) گزارش نمودند، که این تفاوتها در محیط‌های واجد تنش بارزتر از محیط‌های بدون تنش بوده است. در پژوهشی با ژنوتیپ‌های تریتیکاله، گندم نان و دوروم، نتیجه‌گیری گردید که ELWR اثر مهمی بر عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش داشت (Lonbani and Arzani, ۲۰۱۱). تغذیه مناسب گیاهی در بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش‌ها نقش بسزایی دارد و می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل به تنش‌های مختلف کمک کند (طباطبایان و همکاران، ۱۳۹۲). روی از عناصر کم مصرف است که برای رشد طبیعی و تولیدمثل گیاهان زراعی ضروری است (Alloway, ۲۰۰۴). این عنصر نقش بسیار مهمی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه و واکنشهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش‌ها دارد (Marschner, ۱۹۹۵).

با توجه به خسارات وارده به تولید گندم در مناطق مختلف کشور در اثر وقوع تنش خشکی ضروری است که مطالعات کافی روی صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به این تنش صورت گیرد. در این راستا، هدف از این پژوهش بررسی واکنش برخی صفات فیزیولوژیکی ۱۱ رقم و لاین گندم به تنش خشکی پس از گرده افشانی، در شرایط مصرف و عدم مصرف روی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سالهای زراعی ۹۲-۱۳۹۰ در ایستگاه کبوترآباد اصفهان به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ابعاد هر کرت ۲/۱ × ۴ متر بود. کرت‌های اصلی شامل سه تیمار (آبیاری بدون تنش آبی، اعمال تنش خشکی انتهای فصل از طریق قطع آب از مرحله سنبله‌دهی به بعد و آبیاری مشابه تیمار ۲ به همراه مصرف روی بصورت محلول پاشی در دو مرحله ساقه دهی و غلافی شدن) بود. محلول پاشی روی در هر مرحله با غلظت پنج در هزار با سولفات روی و به میزان پنج کیلوگرم در هکتار انجام و هم زمان سایر کرت‌ها آب پاشی شد. در کرت‌های فرعی ۱۱ رقم و لاین گندم ۸۲-۹، سیروان، WS-۸۶-۱۴، پیشتاز، پارسی، بک کراس روشن، ارگ، روشن، پیشگام، الوند و مهدوی منظور شده بود.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

برای بررسی خصوصیات مرتبط با میزان آب برگ پرچم، در سه مرحله گرده افشانی، و یک و دو هفته پس از گرده افشانی، از برگ پرچم نمونه گیری شد. در هر مرحله، از هر پلات ۲۰ برگ پرچم به صورت تصادفی انتخاب و در دو گروه ۱۰ تایی در کیسه های پلاستیکی قرار داده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و وزن اولیه هر گروه ۱۰ تایی برگ ها (FW۱ و FW۲)، جداگانه تعیین گردید. یک گروه ۱۰ تایی برای تعیین وزن تورژسانس، حدود ۸ ساعت در نور کم و در دمای اتاق (احمدی لاهیجانی و امام، ۱۳۹۲) در آب مقطر غوطه ور و پس از آن برگ ها به دقت با استفاده از حوله کاغذی خشک و مجدداً توزین شد (TW۱). این برگ ها سپس به منظور تعیین وزن خشک (DW۱)، ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت. در گروه ۱۰ تایی دوم نیز ابتدا وزن اولیه برگ ها (FW۲) تعیین و پس از آن برگ ها به مدت چهار ساعت در دمای آزمایشگاه (حدود ۲۸-۲۵ درجه سانتی گراد) قرار گرفت و مجدداً جهت تعیین وزن پژمردگی (WW۲) توزین شد. در نهایت، این برگ ها نیز برای تعیین وزن خشک (DW۲) به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت. بر اساس اندازه گیری های فوق، صفات محتوای نسبی آب برگ (RWC)، سرعت اتلاف آب از برگ جدا شده از گیاه (RWL)، آب حفظ شده برگ های جدا شده (ELWR) و میزان آب اولیه برگ (IWC) برای هر یک از مراحل گرده افشانی، یک و دو هفته پس از گرده افشانی، محاسبه شد:

$$RWC = (FW1 - DW1) / (TW1 - DW1) \times 100\% \text{ (Ritchie, 1990)}$$

TW۱، FW۱ و DW۱ به ترتیب وزن تر، وزن خشک و وزن تورژسانس گروه اول برگ های پرچم است.

$$RWL = (FW2 - WW2) / DW2 \times t \text{ (Clarke et al., 1989)}$$

FW۲ و WW۲ به ترتیب وزن اولیه برگ ها و وزن پژمردگی و t زمان بین اندازه گیری وزن اولیه و وزن پژمردگی (ساعت).

$$ELWR = (1 - (FW2 - WW2) / FW2) \times 100 \text{ (Geravandi et al., 2011)}$$

(۳)

FW۲ و WW۲ به ترتیب وزن اولیه برگ ها و وزن پژمردگی بعد از ۴ ساعت میباشند.

$$IWC = (FW1 - DW1) / DW1 \text{ (donbani and Arzani, 2011)}$$

FW۱ و DW۱ به ترتیب وزن اولیه برگ ها و وزن خشک برگ پس از قرار گرفتن به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد.

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

محتوای نسبی آب برگ (RWC) در سه مرحله گرده افشانی و یک و دو هفته پس از گرده افشانی اندازه گیری شد. در هر سه مرحله، میزان این صفت در سال دوم بیش از سال اول بود (جدول ۱)، که می توان آن را به تفاوت شرایط آب و هوایی دو سال نسبت داد. در مرحله گرده افشانی تفاوت معنی داری بین تیمارهای تنش وجود نداشت که با توجه به زمان اعمال تنش که قطع آبیاری پس از سنبله دهی بود قابل توجیه است. یک هفته پس از گرده افشانی، میانگین محتوای نسبی آب برگ در تیمار تنش بطور معنی داری کمتر از تیمار بدون تنش بود و با پیشرفت زمان و افزایش شدت تنش، تفاوت میزان آن در تیمار تنش و بدون تنش بیشتر شد بطوری که در دو هفته پس از گرده افشانی، مقدار آن در دو تیمار بدون تنش و تنش به ترتیب ۶۲/۸۱ و ۵۵/۴۱ درصد بود. در مرحله یک و دو هفته پس از گرده افشانی، محتوای نسبی آب برگ در تیماری که محلول پاشی روی صورت گرفته بود بیش از تیمار بدون محلول پاشی بود (جدول ۲). گزارشات نیز حاکی از کاهش محتوای نسبی آب برگ در اثر خشکی است (گل آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). از نظر RWC، در هر سه مرحله تفاوت معنی دار بین ژنوتیپ ها وجود داشت. در مرحله گرده افشانی بیشترین میزان این صفت مربوط به رقم سیروان بود. در یک هفته پس از گرده افشانی، روند مذکور قدری تغییر نمود و بیشترین مقدار RWC را رقم پیشگام داشت و رقم پیشتاز تفاوت معنی دار با آن نداشت. در دو هفته پس از گرده افشانی نیز بیشترین میزان این صفت به رقم پیشگام تعلق داشت. Ghobadi و همکاران (۲۰۱۱) نیز تفاوت های معنی داری بین ژنوتیپ های گندم نان از نظر برخی خصوصیات آب برگ از جمله RWC مشاهده نمودند.

سرعت اتلاف آب از برگ جدا شده از گیاه (RWL) نیز در سال دوم بیش از سال اول بود (جدول ۱). در مرحله گرده افشانی تفاوت بین دو تیمار تنش و بدون تنش معنی دار نبود اما مقدار این صفت در تیمار تنش همراه با محلول پاشی روی کمتر از دو تیمار دیگر بود. علت آن را شاید بتوان به افزایش غلظت داخل سلول نسبت داد که این غلظت باعث شده که اتلاف آب از برگ کاهش یابد. در مراحل بعدی اندازه گیری یعنی یک و دو هفته پس از گرده افشانی، مقدار این صفت در تیمار بدون تنش بطور معنی داری بیش از دو تیمار دیگر بود. به نظر می رسد مقدار اتلاف آب از برگ می تواند با محتوای آب برگ مربوط باشد. از آنجا که RWC در یک و دو هفته پس از گرده افشانی در تیمارهای تنش کمتر از تیمار بدون تنش بود، بنابر این کمتر بودن مقدار RWL در تیمارهای تنش در یک و دو هفته پس از گرده افشانی را می توان به کم بودن محتوای آب برگ در این تیمارها در مقایسه با تیمار بدون تنش نسبت داد. Lonbani و Arzani (۲۰۱۱) نیز کاهش RWL را در اثر تنش خشکی گزارش دادند. در هر سه مرحله، کمترین مقدار این صفت مربوط به لاین WS-۸۶-۱۴ بود (جدول ۲). Clarke و همکاران (۱۹۸۹)، از مطالعات خود با ۱۰ ژنوتیپ گندم دوروم نتیجه گرفتند که در شرایط محدودیت آب، پایین بودن RWL ممکن است با عملکرد بالا در ارتباط باشد.

در سال دوم آب حفظ شده برگ های پرچم جدا شده (ELWR) بیش از سال اول بود (جدول ۲) و مربوط به تیمار تنش خشکی بود. در مرحله گرده افشانی، مقدار این صفت در تیمار بدون تنش و تنش + روی تفاوت معنی دار با هم نداشت اما در دو مرحله دیگر، کمترین



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مقدار ELWR در تیمار بدون تنش وجود داشت و تیمار تنش + روی از نظر این صفت بین دو تیمار تنش و بدون تنش قرار گرفت (جدول ۲). گل‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در بررسی خود روی هفت ژنوتیپ گندم بیشترین مقدار ELWR را در شرایط تنش رطوبتی گزارش دادند. بیشتر بودن مقادیر ELWR در شرایط تنش خشکی را می‌توان به ماهیت رابطه مورد استفاده در محاسبه آن نسبت داد. با توجه به اینکه در شرایط تنش رطوبتی، میزان آب اولیه برگ در مقایسه با شرایط بدون تنش کمتر است، لذا وزن اولیه برگ نیز در شرایط تنش کمتر و به همین دلیل تفاضل وزن اولیه برگ با وزن پژمردگی نیز کمتر خواهد بود که در نتیجه منجر به بزرگ‌تر بودن عدد بدست آمده از رابطه مورد اشاره می‌گردد. در هر سه مرحله، بیشترین مقدار آب حفظ شده برگ پرچم در لاین ۱۴-۸۶-WS مشاهده شد (جدول ۳). تفاوت بین ارقام گندم از نظر ELWR، در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (گل‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳ و لبنانی و ارزانی، ۲۰۱۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم

منابع تغییرات	درجه آزادی	RWC گرده افشانی	RWC یک هفته پس از گرده افشانی	RWC دو هفته پس از گرده افشانی	RWL گرده افشانی	RWL یک هفته پس از گرده افشانی	RWL دو هفته پس از گرده افشانی
سال	۱	۷۱/۱۸۰**	۵/۶۴۰۷**	۰/۱۰۲۴**	۰۰۹/۰**	۰/۱۰**	۰/۱۱/۰**
تکرار (سال)	۴	۴۱/۱۹**	۹۸/۱۱	۶۷/۲	۰۰۴/۰	۰۰۲/۰	۰۰۱/۰
تنش	۲	۲۱/۱۳	۲۶/۴۸۴۸**	۸۷/۳۳۴۳۹**	۰۰۶/۰**	۴۱/۰**	۱۶/۱**
سال*تنش	۲	۶۲/۴	۰۸/۳	۲۹/۶۵**	۰۰۳/۰	۰۰۳/۰	۰۰۱/۰
خطا	۸	۲۸/۷	۰۶/۲۸	۶۰/۹	۰۰۴۹/۰	۰۰۶/۰	۰۰۳/۰
واریته	۱۰	۶۷/۵۸**	۱۹/۳۵۱**	۷۲/۱۴۶**	۰۵۷/۰**	۰۴۷/۰**	۰۱۹/۰**
تنش*واریته	۲۰	۲۹/۱۶**	۵۹/۷۶**	۰۵/۵۴**	۰۰۱/۰**	۰۰۵/۰**	۰۰۶/۰**
سال*واریته	۱۰	۵۹/۵	۸۷/۳	۸۹/۰	۰۰۰۳/۰	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۸/۰
سال*تنش*واریته	۲۰	۸۱/۱۴**	۷۹/۲	۳۴/۱	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۱/۰	۰۰۰۶/۰
خطا	۱۲۰	۱۱/۵	۷۴/۶	۷۵/۴	۰۰۰۴۲/۰	۰۰۰۹/۰	۰۰۰۶/۰

ادامه جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ پرچم

منابع تغییرات	درجه آزادی	ELWR گرده افشانی	ELWR یک هفته پس از گرده افشانی	ELWR دو هفته پس از گرده افشانی	IWC گرده افشانی	IWC یک هفته پس از گرده افشانی	IWC دو هفته پس از گرده افشانی
سال	۱	۴/۱۵۹۰**	۱۷/۳۹۷**	۴۳/۹۸۱**	۱۶/۰**	۵۷/۰**	۱۵/۱**
تکرار (سال)	۴	۱۶/۵۹۵**	۰۵/۲	۷۹/۱۶۰	۰۸۴/۰	۲۳/۰**	۰۰۹/۰
تنش	۲	۵۲/۱۹۵۲**	۱۸/۱۳۸۷**	۳۲/۲۴۷۲**	۰۲/۰	۳۳/۱**	۲۳/۱**
سال*تنش	۲	۶۸/۲	۶۸/۱۱	۰۹/۳	۰۴/۰	۰۱/۰	۰۴/۰**
خطا	۸	۰۴/۲۱۳	۱۸/۳۵	۸۰/۹۰	۲۳۸/۰	۲۱۵/۰	۰۰۶/۰
واریته	۱۰	۳۸/۱۴۰**	۴۳/۴۲۳**	۹۱/۲۵۳**	۴۵/۰**	۵۳/۰**	۲۴/۰**
تنش*واریته	۲۰	۳۷/۸۷**	۸۴/۶۷**	۵۰/۶۹**	۰۲/۰	۰۳/۰	۱۴/۰**
سال*واریته	۱۰	۵۵/۶	۱۷/۴	۰۷/۴	۰۰۸/۰	۰۲/۰	۰۲/۰
سال*تنش*واریته	۲۰	۶۲/۵	۵/۴	۶۰/۲**	۰۰۵/۰	۰۲/۰	۰۱/۰
خطا	۱۲۰	۴۷/۲۰	۳۳/۱۹	۴۱/۱۴	۰۲۵/۰	۰۳۷/۰	۰۰۸/۰

میزان آب اولیه برگ پرچم (IWC) نیز در سال اول کمتر از سال دوم بود (جدول ۱ و ۲). در مرحله گرده افشانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای تنش از نظر این صفت وجود نداشت اما در مراحل یک و دو هفته پیش از گرده افشانی، بیشترین مقدار این صفت در تیمار بدون تنش مشاهده شد. در دو هفته پس از گرده افشانی، مقدار آب اولیه برگ در تیمار تنش + روی بیش از تیمار تنش بود (جدول ۲). گل‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳)، نیز گزارش دادند که محتوای آب برگ در شرایط بدون تنش بیش از شرایط تنش رطوبتی بود. رقم مهدوی بیشترین میانگین میزان آب اولیه برگ را داشت و رقم روشن نیز از جمله ارقامی بود که در هر سه مرحله دارای IWC بالا بود (جدول ۲). در مجموع تحقیق حاضر نشان داد که تنش خشکی پس از گرده افشانی اثر معنی‌دار بر کلیه صفات مورد مطالعه داشته است. از بین چهار صفت مورد مطالعه، صفات RWC، RWL و IWC در اثر تنش خشکی پس از گرده افشانی کاهش و صفت ELWR افزایش یافت. با توجه به اینکه نقش‌های فیزیولوژیکی زیادی برای عنصر روی ذکر شده است، در این تحقیق نیز محلول‌پاشی روی باعث شد که اثرات منفی تنش خشکی تا حدی تعدیل گردد. از جمله اثرات مثبت روی، افزایش محتوای نسبی آب برگ پرچم بود. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق اختلاف کاملاً معنی‌دار از نظر همه صفات مورد مطالعه نشان دادند که بیانگر وجود تنوع کافی در بین آنها است.

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در سالهای آزمایش، تیمارهای تنش و ژنوتیپ‌های گندم

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	RWC (%)	RWC یک هفته پس از گرده افشانی (%)	RWC دو هفته پس از گرده افشانی (%)	RWL (%)	RWL یک هفته پس از گرده افشانی (%)	RWL دو هفته پس از گرده افشانی (%)	ELWR	ELWR یک هفته پس از گرده افشانی (%)	ELWR دو هفته پس از گرده افشانی (%)	IWC	IWC یک هفته پس از گرده افشانی (%)	IWC دو هفته پس از گرده افشانی (%)
پروتیه ن محلول													



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

												سال	زراعی		
a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b ^{39/53}	b ^{52/72}	5552b	-91
83/10	a ^{8/6}	64/1	95/1	17/2	b ^{4/74}	b ^{2/72}	0/70	260/	266/	430/	430/	a ^{94/57}	a ^{13/76}	6238a	-92
b ⁸⁴	b ^{1/55}	a ^{80/1}	a ^{05/2}	a ^{23/2}	a ^{9/78}	a ^{0/75}	6/75	276/	284/	444/	444/	a ^{94/88}	a ^{13/76}	6238a	1390
a	c	a	a	a	c	c	b	a	a	a	a	a ^{62/81}	a ^{86/83}	a ⁸⁶⁹⁶	تنش بدون تنش
92/11	63/28	17/2	16/2	21/2	c ^{3/71}	c ^{93/68}	45/6	422/	466/	441/	441/	a ^{62/81}	a ^{86/83}	a ⁸⁶⁹⁶	تنش بدون تنش
c	b	c	b	a	a ^{3/83}	a ^{10/78}	a	b	b	a	c	c ^{55/41}	c ^{25/67}	a ⁴³³⁷	تنش
20/9	15/63	1	90/1	20/2	a ^{3/83}	a ^{10/78}	08/7	192/	230/	444/	444/	c ^{55/41}	c ^{25/67}	a ⁴³³⁷	تنش
b	a	b	b	a	b ^{4/75}	b ^{68/73}	b	b	b	b	b	b ^{82/43}	b ^{88/71}	a ⁴⁶⁵²	تنش + روی
89/9	43/83	52/1	94/1	18/2	b ^{4/75}	b ^{68/73}	88/6	190/	227/	426/	426/	b ^{82/43}	b ^{88/71}	a ⁴⁶⁵²	تنش + روی
a07	bv/	f55/	e77/	e05	def5/74	de31/7	de91	de25	e360	g406	b84/56	d42/73	bc47	5713c	WS-82-9
14/11	63/28	1	1	2	def5/74	de31/7	70/	610	10	10	84/56	42/73	86/	5713c	WS-82-9
a03	ef2/	d72/	cd91	cd1	b8/79	b31/79	bcd9	cde2	ef34	ef42	b89/56	b79/77	a66/88	6560a	سبب روان
14/11	53/28	1	1	5/2	b8/79	b31/79	7/72	690	70	50	89/56	77/77	88	6560a	سبب روان
c37	c7/5	f49/	e71/	f89	a5/85	a41/84	a89/	g207	g257	h223	e20/51	f236/69	f17/83	6073b	WS-86-14
10/11	7/28	1	1	1	a5/85	a41/84	89/	207	257	223	20/51	236/69	17/83	6073b	WS-86-14
b69	a1/6	e64/	b10/	ab3	cb2/78	bc46/7	cd96	e254	ef35	d441	b46/57	a59/80	ef28	6111b	پیشناز
11/11	7/28	1	2	4/2	cb2/78	bc46/7	96/	254	35	441	46/57	59/80	28	6111b	پیشناز
e85	f4/5	d71/	bc4	ab3	cb5/78	cd93/7	ab96	c272	f327	fg41	cd87/52	g83/67	de94	5642c	پارسی
7/11	2/28	1	2	2/2	cb5/78	cd93/7	96/	272	327	41	87/52	83/67	94	5642c	پارسی
de2	cde9	ab81	ab11	ab3	ed4/75	de15/7	cd84	a17	bc40	def4	b52/57	de75/7	a21/88	5592c	بک کراس
9/8	55/28	1	2	2/2	ed4/75	de15/7	84/	17	40	4	52/57	75/7	21/88	5592c	بک کراس
d73	def4	cd74	d90/	de1	f4/72	f97/66	de31	cd27	ab42	de43	b56/57	d27/73	ab68	5690c	روشن
8/11	54/28	1	2	2/2	f4/72	f97/66	31/	27	42	43	56/57	27/73	68	5690c	روشن
d80	cd2/	ab81	a23/	a25	def5/74	de06/7	de29	bc27	ab42	c481	b38/57	ef85/70	a02/88	4980d	روشن
8/11	57/28	1	2	2	def5/74	de06/7	29/	27	42	81	38/57	85/70	2/88	4980d	روشن
b15	a6/	bc79	cd94	e0	def6/7	de93/7	de59	b28	a43	a52	a60/59	a61/81	cde7	6687	پیشگام
11/11	68/28	1	1	3/2	def6/7	de93/7	59/	28	43	52	60/59	61/81	7	6687	پیشگام
d69	c1/	ab80	bc03	bc2	cd7/76	de96/7	bc59	f226	d28	g40	de46/5	c70/75	a08/88	6140	الوند
8/11	58/28	1	2	4/2	cd7/76	de96/7	59/	226	28	40	46/5	70/75	8/88	6140	الوند
c99	ef2/	a85/	a24/	a3	ef0/73	ef80/6	e53/	a31	cd40	b50	c54/53	c47/75	cd12	5659	مهدوی
9/11	54/28	1	2	6/2	ef0/73	ef80/6	53/	31	40	50	54/53	47/75	12/88	5659	مهدوی

* بر حسب گرم آب از دست رفته به ازای گرم وزن خشک برگ در ساعت
 ** بر حسب میکرومول در گرم وزن تر برگ پرچم
 *** بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ پرچم

منابع

طباطبائیان، ج.، بخشنده، ع. م.، قرینه، م. ح.، عالمی سعید، خ. و خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۲. برهمکنش تنش رطوبتی و محلول پاشی سولفات روی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد دانه و کارائی مصرف آب در گندم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۰: ۱۸-۸.

گل آبادی، م.، عباسی، ز. و گل پرور، ا. ۱۳۹۳. تغییرات شاخص های فیزیولوژیکی برگ پرچم گندم نان در واکنش به تنش خشکی. تنش های محیطی در علوم زراعی، ۷(۱): ۱۱-۱.

محمدی، ر. و فرشادفر، ع. ا. ۱۳۸۲. تعیین کروموزومهای کنترل کننده صفات فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی در چاودار. مجله علوم زراعی ایران، ۵(۲): ۱۳۳-۱۱۷.

Alloway, B.J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Int. Zinc Assoc. (IZA), Belgium, 128p.

Clarke, J. M., Romagosa, I., Jana, S., Srivastava, J. P. and McCaig, T. N. 1989. Relationship of excised leaf water loss rate and yield of durum wheat in diverse environments. Canadian Journal of Plant Science, 69: 1075-1081.

Dhanda, S.S. and Sethi, G.S. 2008. Drought tolerance among 30 cultivars of wheat (Triticum aestivum L.) for water relation parameters. Agricultural Science Digest, 28 (3) : 182 - 185.



- Farshadfar, E., Rasoli, V., da Silva, J. A. T., and Farshadfar, M. ۲۰۱۱. Inheritance of drought tolerance indicators in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using a diallel technique. *Australian Journal of Crop Science*, ۵(۷): ۸۷۰-۸۷۸.
- Geravandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D. ۲۰۱۱. Evaluation of Some Physiological Traits as Indicators of Drought Tolerance in Bread Wheat Genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, ۵۸(۱): ۶۹-۷۵.
- Ghobadi, M., Khosravi, S., Kahrizi, D. and Shirvani, F. ۲۰۱۱. Study of Water Relations, Chlorophyll and their Correlations with Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, ۷۸: ۵۸۲-۵۸۵.
- Lugoian, C. and Ciulca S. ۲۰۱۱. Analysis of excised leaves water loss in winter wheat. *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, ۱۵(۲), ۱۷۸- ۱۸۲.
- Lonbani, M., and Arzani, A. ۲۰۱۱. Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research*, ۹ (۱-۲): ۳۱۵-۳۲۹.
- Marschner, H. ۱۹۹۵. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. ۲nd Academic Press. Ltd. London.
- Ritchie, S. W., Nguyen, H.T. & Holaday, A.S. ۱۹۹۰. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sci.* ۳۰: ۱۰۵-۱۱۱.
- Singh, M., Srivastava, J. P. and Kumar, A. ۱۹۹۰. Effect of water on water potential components in wheat genotypes. *Indian Journal of Plant Physiology*. ۳۳: ۳۱۲-۳۱۷.

Abstract

In a two years experiment using a RCBD design with split-plot arrangement, effects of three treatments (non-stress, terminal drought stress and drought stress+zn) were evaluated on ۱۱ wheat genotypes. Traits RWC, RWL, ELWR and IWC were measured at ۳ stages including anthesis and one and two weeks after anthesis. Comparing normal condition, in drought treatment, RWC, RWL and IWC were decreased and ELWR were increased at both ۱ and two week after anthesis. Zinc foliar application mitigated negative impacts of drought stress, so RWC (at one and two weeks after anthesis), and IWC (at two week after anthesis) were higher in drought + zinc than drought-zinc.



مقایسه روش‌های مختلف برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک

حمید کلبشادی، محمدرضا مصدقی و محمدعلی حاج‌عباسی
۱- دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

به دلیل اهمیت ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری یا برآورد آنها ارائه شده است. هدف از این پژوهش اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به صورت درجا و آزمایشگاهی در منطقه کوه‌رنگ بود. ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در مزرعه توسط نفوذسنج مکشی و در آزمایشگاه هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) به روش بار ثابت و منحنی مشخصه رطوبتی روی نمونه‌های دست‌نخورده اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد رطوبت اشباع (s) برآورد شده از روی داده‌های نفوذسنج مکشی کم‌تر از s اندازه‌گیری شده و بهینه‌شده با نرم‌افزار RETC و محاسبه از روی داده‌های تخلخل است. K_s اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه بزرگ‌تر از K_s برآورد شده با داده‌های نفوذسنج مکشی به روش‌های تحلیلی و عددی بود. تخمین پارامترهای n معادله ون گنوختن از روی داده‌های نفوذسنج مکشی بزرگ‌تر از تخمین آنها از روی داده‌های منحنی مشخصه رطوبتی بود. می‌توان گفت پارامترهای هیدرولیکی خاک به دست آمده از روی منحنی مشخصه رطوبتی و داده‌های نفوذسنج مکشی قابل استفاده به جای یکدیگر در منطقه مورد بررسی نیستند.

واژه‌های کلیدی: نفوذسنج مکشی، منحنی مشخصه رطوبتی خاک، هدایت هیدرولیکی خاک، مدل ون گنوختن.

مقدمه

از جمله ویژگی‌های مهم هیدرولیکی خاک منحنی مشخصه رطوبتی و منحنی هدایت هیدرولیکی می‌باشند. منحنی مشخصه رطوبتی خاک در واقع رابطه بین مقدار رطوبت و مکش ماتریک خاک می‌باشد. منحنی هدایت هیدرولیکی خاک بیان‌کننده تابع تغییرات هدایت هیدرولیکی خاک در مکش‌های ماتریک مختلف است.

به دلیل اهمیت هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، روش‌های زیادی برای اندازه‌گیری و برآورد این پارامتر در مزرعه و آزمایشگاه وجود دارد. متأسفانه این روش‌ها اغلب جواب مشابهی ارائه نمی‌دهند چون این پارامتر به اندازه نمونه، هندسه جریان، روش نمونه‌برداری و ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک بسیار حساس است. علاوه بر این اکثر (شاید همه) روش‌های اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع برای همه کاربری‌ها و تیپ‌های مختلف خاک یا شرایط مختلف خاک مناسب نباشند. بنابراین روش اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع پیش از کاربرد باید ارزیابی شود تا اطمینان از نتایج قابل قبول حاصل شود (Reynolds et al., 2000). از نمونه دست‌نخورده به عنوان یک روش آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک استفاده شده است. در این روش ساده، ارزان و آسان مستقیماً از قانون داریسی برای محاسبه هدایت هیدرولیکی اشباع استفاده می‌شود. محدودیت‌های این روش شامل کوچک بودن اندازه نمونه، بهم خوردن خاک هنگام نمونه‌برداری، احتمال وجود جریان در طول دیواره سیلندر حاوی خاک می‌باشند. با وجود محدودیت‌ها، این روش یک روش رایج برای اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک است و اغلب به عنوان معیار برای ارزیابی سایر روش‌ها به کار می‌رود (Reynolds et al., 2000).

در دو دهه اخیر، استفاده از نفوذسنج مکشی به عنوان یک وسیله عام‌پسند برای اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی اشباع و نزدیک اشباع خاک به صورت درجا (در مزرعه) توسعه یافته است. دلیل اصلی استفاده از آن ساده و سریع بودن این روش و هم‌چنین تخریب کم واحدهای بزرگ ساختمان خاک و کنترل مکش در جریان نزدیک اشباع و اشباع است. از دیگر مزیت‌های این روش اندازه‌گیری (برآورد) پارامترهای هیدرولیکی خاک شامل هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع، ضریب جذب (جذب‌پذیری) و توزیع جریان در منافذ درشت و هم‌چنین پارامترهای انتقال مواد مانند ضریب انتشار-پخشیدگی به صورت درجا (در مزرعه) است (Reynolds et al., 2000).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی ۲۸° ۵۰' ۵۰" شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۱۳° ۲۲' ۳۵" شمالی واقع در استان چهارمحال بختیاری در بخشی‌هایی از شهرستان‌های کوه‌رنگ و فارس در زاگرس مرکزی ایران قرار دارد. رس غالب خاک‌های این منطقه از نوع اسمکتیت است و خاک‌های مورد بررسی بر روی سازندهای آهکی دوران سوم زمین‌شناسی قرار دارند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی خاک

اندازه‌گیری‌های صحرایی نفوذ غیراشباع آب به خاک توسط دستگاه نفوذسنج مکشی (شرکت Soil Measurement Systems, Tucson, AZ USA ۸۵۷۰۴) در مکش‌های مرز ورودی ۲، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر آب در ۱۰۰ نقطه انجام شد. در پایان اندازه‌گیری، پس از کنار زدن شن تماس از زیر صفحه نفوذسنج یک نمونه خاک برای تعیین مقدار رطوبت نظیر آخرین مکش (۲ سانتی‌متر) و همچنین یک نمونه دست‌نخورده برای اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی هدایت هیدرولیکی به روش بار ثابت و منحنی مشخصه رطوبتی خاک تهیه شد. پس از پایان اندازه‌گیری‌های منحنی مشخصه رطوبتی (در دامنه ۰ تا ۵۰۰۰ سانتی‌متر آب)، نمونه خاک دوباره از آب اشباع گردید و به روش بار ثابت هدایت هیدرولیکی اشباع خاک اندازه‌گیری شد. شدت جریان ماندگار عبوری از نمونه خاک اندازه‌گیری شد و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک توسط قانون دارسی محاسبه گردید.

داده‌های نفوذ جمع‌آوری شده توسط دستگاه نفوذسنج مکشی با روش تحلیلی وودینگ و همچنین به روش حل عددی و مدل‌سازی معکوس توسط نرم‌افزار DISC که مشتق شده از نرم‌افزار HYDRUS-2D است، تجزیه و تحلیل شد و از این روش‌ها پارامترهای هیدرولیکی خاک تخمین زده شد.

جریان آب از نفوذسنج مکشی یک جریان سه‌بعدی متقارن است و نتایج آن تابع نیروی ثقل در حرکت رو به پایین، نیروی موئینگی در همه جهات و مشخصه‌های هندسی منبع تغذیه آب (دیسک) است. وودینگ معادله زیر را به روش تحلیلی برای بیان شدت جریان ماندگار زیر صفحه نفوذسنج مکشی ارائه نمود (Wooding, ۱۹۶۸):

$$q = K_{wet} \left[1 + \frac{4\lambda_c}{\pi r_0} \right] \quad (1)$$

که در این معادله q شدت جریان ماندگار در واحد سطح (LT-۱)، r_0 شعاع صفحه نفوذسنج (L)، K_{wet} هدایت هیدرولیکی (LT-۱) نظیر مکش اعمال شده (hwet) و c طول موئینگی درشت (L) می‌باشند. وودینگ فرض کرد خاک یکنواخت، همگن و تورم‌ناپذیر است و هدایت هیدرولیکی آن از معادله گاردنر (۱۹۵۸) به شکل زیر پیروی می‌کند:

$$K(h) = K_s \left(\frac{-h}{\lambda_c} \right) \quad (2)$$

که در این معادله K هدایت هیدرولیکی غیراشباع (LT-۱) در مکش ماتریک (L) h و K_s هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (LT-۱) و c طول موئینگی درشت (L) می‌باشد. در معادله ۱ عبارت اول معادله سهم نیروی ثقل و عبارت دوم سهم نیروهای موئینه و مشخصه‌های هندسی منبع تغذیه آب در جریان آب به درون خاک را نشان می‌دهد (Hussen and Warrick, ۱۹۹۵).

روش حل عددی معکوس در نرم‌افزار DISC که در این پژوهش از آن استفاده شد، حل عددی معادله ریچاردز در ترکیب با روش بهینه‌سازی غیرخطی مارکواردت-لونبرگ می‌باشد. راه‌کار مورد نیاز جهت تخمین پارامترهای هیدرولیکی خاک در مدل‌سازی معکوس، انتخاب مدل‌های پارامتریک برای منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی خاک است. در نرم‌افزار DISC از توابع هیدرولیکی ون‌گونوختن (۱۹۸۰) و معلم (۱۹۷۶) استفاده شده است:

$$S_e = \frac{\theta(h) - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \frac{1}{(1 + |\alpha h|^n)^m} \quad (3)$$

$$K(h) = K_s S_e^l \left[1 - \left(1 - S_e^{\frac{1}{m}} \right)^m \right]^2 \quad (4)$$

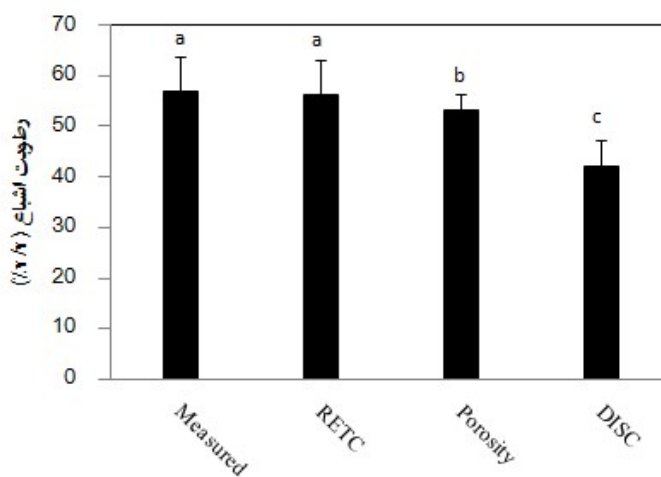
که در این معادلات، K_s هدایت هیدرولیکی اشباع (LT-۱)، s رطوبت حجمی اشباع (L^۳L-۳)، r رطوبت حجمی باقی‌مانده (L^۳L-۳)، L پارامتر پیوستگی منافذ، n (L-۱) و $m=1-1/n$ پارامترهای مقیاس و شکل منحنی مشخصه رطوبتی، رطوبت حجمی (L^۳L-۳)، S_e اشباع موثر و $K(h)$ هدایت هیدرولیکی غیراشباع (LT-۱) به عنوان تابعی از مکش (پتانسیل) ماتریک (h) می‌باشند. برای برازش مدل ون‌گونوختن (۱۹۸۰) با محدودیت معلم ($m=1-1/n$) بر داده‌های اندازه‌گیری شده منحنی مشخصه رطوبتی خاک و بهینه‌سازی پارامترهای آن، از نرم‌افزار RETC استفاده شد.

نتایج و بحث

جزء سیلت در اکثر خاک‌های مورد بررسی بخش عمده ذرات معدنی خاک را تشکیل می‌دهد. به طوری که در نام‌گذاری بافت تمامی خاک‌ها صفت سیلنتی وجود دارد. در خاک‌های مورد بررسی دامنه درصد شن ۱ تا ۳۲، درصد سیلت ۳۴ تا ۸۲، و درصد رس ۱۶ تا ۵۸ بود. دامنه درصد ماده آلی بین ۱/۰ تا ۸/۳ بود که نشان‌دهنده میزان ماده آلی کم تا متوسط خاک‌های مورد بررسی است. دامنه تغییرات کربنات کلسیم معادل خاک ۱ تا ۴۵ درصد می‌باشد. مقایسه روش‌های مختلف اندازه‌گیری و برآورد رطوبت اشباع خاک

در این پژوهش میزان رطوبت اشباع خاک توسط روش مستقیم (با اشباع نمودن نمونه دست نخورده) اندازه گیری شد. هم چنین میزان رطوبت اشباع خاک توسط سه روش (محاسبه از روی تخلخل، تخمین توسط نرم افزار DISC و تخمین توسط نرم افزار RETC) برآورد شد. برای قابل مقایسه بودن رطوبت ها، رطوبت وزنی اندازه گیری شده در مکش ۲ سانتی متر زیر صفحه نفوذسنج با توجه به چگالی ظاهری خشک به رطوبت حجمی تبدیل شد و به عنوان ورودی به نرم افزار DISC داده شد. هم چنین رطوبت های اندازه گیری شده برای ورود به نرم افزار RETC ابتدا به صورت وزنی به نرم افزار معرفی شدند و پس از برازش منحنی، میزان رطوبت اشباع برآورد شده با توجه به چگالی ظاهری خشک به رطوبت حجمی تبدیل شد. دلیل دیگر وارد کردن رطوبت ها به طور وزنی به نرم افزار تغییر حجم نمونه در مسیر خشک شدن خاک بود.

در شکل ۱ چهار روش اندازه گیری و برآورد رطوبت اشباع خاک با یکدیگر مقایسه میانگین شده اند. علت اینکه رطوبت اشباع اندازه گیری شده بیش تر از تخلخل است می تواند به دلیل انبساط پذیری خاک ها و وجود رس اسمکتیت در خاک های مورد بررسی و محاسبه تخلخل با استفاده از داده های چگالی ظاهری خشک باشد.



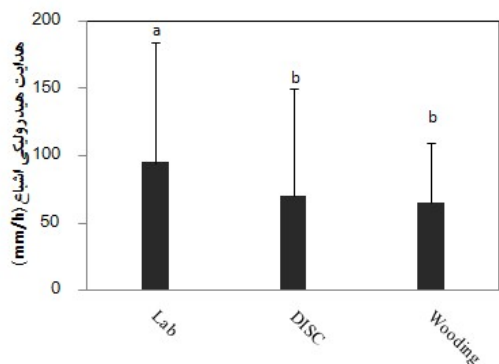
شکل ۱ - مقایسه روش های مختلف اندازه گیری و برآورد رطوبت اشباع خاک

رطوبت اشباع توسط نرم افزار DISC به میزان قابل توجهی کمتر از دیگر روش ها برآورد شده است (شکل ۱). علت اصلی آن این است که نرم افزار DISC میزان رطوبت اشباع خاک را به صورت حل معکوس داده های تجمعی نفوذ و برون یابی با توجه به میزان رطوبت اندازه گیری شده در مکش آخر (۲ سانتی متر) تخمین می زند. در این پژوهش معمولاً پس از گذشت ۱۶-۱۲ دقیقه، نفوذ به شدت جریان ماندگار می رسد و مدت زمان لازم برای حصول ماندگاری شدت جریان در مکش ۲ سانتی متر حدود ۵ دقیقه بود. بنابراین به نظر می رسد این زمان برای برقراری تعادل آبی برای جذب آب بین لایه های رسی خاک کافی نبوده و رطوبت در مکش ۲ سانتی متر و در نتیجه رطوبت اشباع کمتر از مقدار واقعی برآورد شده است. این نتایج با یافته های عسگرزاده و همکاران (۲۰۱۴) در برخی از خاک های استان همدان هم خوانی دارد. مصدقی (۱۳۸۶) با اندازه گیری رطوبت اشباع در ۱۲۶ نمونه از افق های بالا و زیرین خاک های همدان را گزارش کرده که در اکثر موارد رطوبت اشباع اندازه گیری شده بیش تر از تخلخل محاسبه شده است و دلیل آن را آماس نمونه های دست نخورده به ویژه در خاک های رسی در حین اشباع شدن با آب دانسته است.

مقایسه روش های مختلف اندازه گیری و برآورد هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

میانگین هدایت هیدرولیکی اشباع اندازه گیری شده از نمونه خاک دست نخورده به طور معنی داری بزرگ تر از هدایت هیدرولیکی اشباع برآورد شده توسط دو روش دیگر است. ولی بین برآوردهای هدایت هیدرولیکی اشباع روش تحلیلی وودینگ و روش عددی تفاوت معنی داری وجود ندارد (شکل ۲)؛ اگرچه روش حل عددی هدایت هیدرولیکی اشباع را مقداری بیش تر از روش وودینگ تخمین می زند. علت بیش تر بودن هدایت هیدرولیکی اندازه گیری شده توسط روش بار ثابت این است که در این روش نمونه کاملاً اشباع از آب می شود ولی در شرایط مزرعه در زیر صفحه نفوذسنج هیچ گاه خاک به شرایط اشباع کامل نمی رسد و هر دو روش، هدایت هیدرولیکی اشباع را از برون یابی نقاط نزدیک اشباع برآورد می کنند. چون آخرین مکش اعمال شده ۲ سانتی متر بود، ممکن است روش های برآورد هدایت هیدرولیکی اشباع از روی داده های نفوذسنج، نقش منافذ درشت موثر در هدایت آب بین مکش ۲ سانتی متر تا اشباع را کاملاً در نظر نگیرد. ولی به نظر می رسد که روش عددی نرم افزار DISC نقش منافذ درشت موثر در دامنه مکش ۰ تا ۲ سانتی متر را تا حدودی لحاظ می کند. هم چنین در روش تحلیلی تنها از داده های نفوذ ماندگار استفاده می شود ولی در حل عددی از تمامی داده های نفوذ استفاده می شود که احتمالاً اطلاعات جامع تر و بیش تری در رابطه با ویژگی های هیدرولیکی خاک ارائه می کند. البته مدل های هیدرولیکی مورد استفاده در روش تحلیلی (مدل گاردنر) و روش عددی (ون گنوختن-معلم) نیز متفاوت

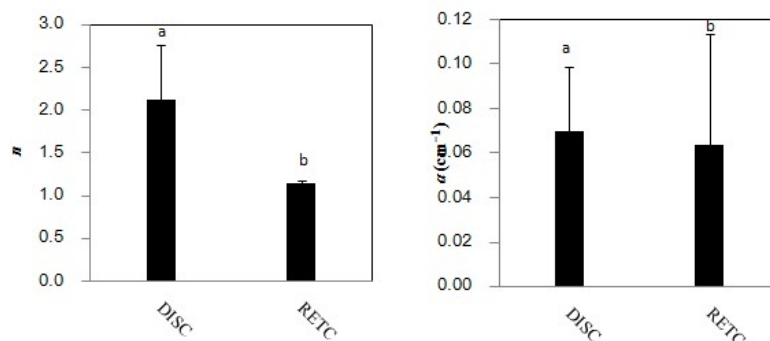
بود. علت دیگر بالا بودن هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده توسط روش بار ثابت، می‌تواند ماهیت و اندازه نمونه‌ها و فرضیات رابطه مورد استفاده (قانون داری) برای محاسبه هدایت هیدرولیکی اشباع باشد. چون در خاک‌های مورد بررسی درز و شکاف‌های ریز و درشت زیادی در خاک دیده می‌شد، وجود جریان‌های لبه‌ای در طول دیواره سیلندر نمونه‌برداری خاک در روش بار ثابت می‌تواند عامل دیگری برای بیش‌تر بودن هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده در این روش باشد.



شکل ۲- مقایسه روش‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای اندازه‌گیری و برآورد هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

مقایسه روش‌های مختلف اندازه‌گیری (برآورد) پارامترهای مدل ون گنوختن (۱۹۸۰)

پارامترهای شکل (n) و مقیاس () مدل منحنی مشخصه رطوبتی ون گنوختن (۱۹۸۰) با استفاده از کل داده‌های نفوذ تجمعی توسط نرم‌افزار DISC برآورد شد. هم‌چنین این پارامترها با استفاده از داده‌های منحنی مشخصه رطوبتی خاک اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه توسط نرم‌افزار RETC بهینه‌سازی شد. همان‌گونه که در شکل ۳ دیده می‌شود، نرم‌افزار DISC پارامترهای شکل (n) و مقیاس () مدل ون گنوختن (۱۹۸۰) را به طور معنی‌داری بیش‌تر از نرم‌افزار RETC تخمین می‌زند. تمامی مقادیر برآوردشده در نرم‌افزار DISC برای پارامتر شکل (n) بزرگ‌تر از مقادیر برآوردشده توسط نرم‌افزار RETC بود. در اکثر موارد هم نرم‌افزار DISC پارامتر مقیاس () را بزرگ‌تر از RETC برآورد کرده است. علت آن می‌تواند بزرگ‌تر بودن اندازه نمونه و کم‌ترین تخریب نمونه خاک در زیر صفحه نفوذسنج نسبت به نمونه آزمایشگاهی باشد. چون اندازه نمونه خاک زیر صفحه نفوذسنج بزرگ‌تر است بنابراین احتمال وجود تعداد منافذ درشت بیش‌تری در آن وجود دارد که باعث افزایش شیب منحنی مشخصه رطوبتی در ناحیه دوم (یعنی n) می‌شود. از طرفی تخریب نشدن نمونه خاک در زیر صفحه نفوذسنج باعث افزایش می‌شود چون این پارامتر به ساختمان خاک بسیار حساس است. این نتایج با یافته‌های عسگرزاده و همکاران (۲۰۱۴) هم‌خوانی دارد.



شکل ۳- مقایسه روش‌های مختلف برآورد پارامترهای شکل (n) و مقیاس () مدل ون گنوختن (۱۹۸۰)



منابع

- مصدقی، م. ر.، ۱۳۸۶. برازش مدل‌های رایج منحنی مشخصه رطوبتی و هدایت هیدرولیکی و استخراج توابع انتقالی خاک برای خاک‌های استان همدان، گزارش طرح پژوهشی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.
- Asgarzadeh, H., Mosaddeghi, M.R., Dexter, A.R., Mahboubi, A.A., Neyshabouri, M.R. ۲۰۱۴. Determination of soil available water for plants: Consistency between laboratory and field measurements. *Geoderma* ۲۲۶-۲۲۷, ۸-۲۰.
- Gardner, W.D. ۱۹۵۸. Some steady-state solution of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science*. ۸۵: ۲۲۸-۲۳۲.
- Hussen A.A., and Warrick A.W. ۱۹۹۵. Tension infiltrometers for the measurement of vadose zone hydraulic properties. PP. ۱۸۹-۲۰۱. In: Wilson, L.G., L.G. Evertt, and S.J. Cullen (Eds.), *Handbook of Vadose Zone Characterization & Monitoring*, Lewis Publication, Boca Raton.
- Reynolds W.D., Bowman B.T., Brunk P.R., Drury C.F., and Tan C.S.. ۲۰۰۰. Comparison of tension infiltrometers, pressure infiltrometers, and soil core estimates of saturated hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America of Journal*, ۶۴: ۴۷۸-۴۸۴.
- Sillers W.S., Fredlund, D.G., and Zakerzadeh N.. ۲۰۰۱. Mathematical attributes of some soil-water characteristic curve models. *Geotechnology Geology Engineering*, ۱۹: ۲۴۳-۲۸۳.
- van Genuchten, M Th. ۱۹۸۰. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, ۴۴: ۸۹۲-۸۹۸.
- Wooding, R.A. ۱۹۶۸. Steady infiltration from a shallow circular pond. *Water Resource Research*, ۴: ۱۲۵۹-۱۲۷۳.

Abstract

Due to its variety of uses, there are different methods for measurement or prediction of soil hydraulic properties. This study was conducted to measure or predict soil hydraulic properties in situ and in the laboratory. Soil samples were brought from ۱۰۰ different locations in Koohrang region of central Zagros. Tension infiltrometer was used for in situ prediction of soil hydraulic properties. Saturated hydraulic conductivity (K_s) (by the constant-head method) and soil water retention curve were directly measured on the intact samples in the laboratory. The results showed that predicted saturated water content (s) from the tension infiltrometer data was lower than those measured directly, optimized by RETC and calculated from the porosity values. Laboratory measured K_s (by the constant-head method) were greater than the K_s values predicted from the tension infiltrometer data using analytical and numerical methods. The parameters α and n of van Genuchten equation predicted from the tension infiltrometer data were greater than those optimized by RETC from the measured soil water retention data, respectively. Overall, soil hydraulic parameters derived from the measured water retention data and those inferred from the tension infiltrometer data cannot be used interchangeably in the study area.



نفوذپذیری خاک تحت تأثیر کاربری زمین در حوزه آبخیز تهم چای در منطقه نیمه خشک

علی‌رضا واعظی^۱، محمد عباسی^۲، جلال حیدری^۳
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک
دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تفاوت ویژگی‌های خاک به ویژه از نظر نفوذپذیری در کاربری‌های مختلف (مرتع، کشاورزی آبی و کشاورزی دیم) در حوزه آبخیز تهم چای واقع در شمال غرب ایران انجام گرفت. برای این منظور تعداد ۲۰ موقعیت جهت نمونه برداری خاک و تعیین نفوذپذیری به روش استوانه مضاعف در سطح حوزه آبخیز انتخاب گردید. نتایج نشان داد که توزیع اندازه ذرات خاک بین کاربری‌های مشابه است با این وجود بین کاربری‌ها از نظر میزان نفوذپذیری تفاوتی معنی دار وجود دارد ($p < 0.05$). نفوذپذیری خاک در مرتع نسبت به کشاورزی دیم و کشاورزی آبی به ترتیب ۱۴ درصد و ۴۶ درصد کم‌تر بود. نفوذپذیری خاک در کاربری‌ها تحت تأثیر جرم مخصوص ظاهری خاک قرار گرفت ($r=0.59$). کاهش نفوذپذیری در مرتع را می‌توان از یک سو ناشی از کاهش ماده آلی خاک و پایداری خاکدانه و از سوی دیگر افزایش تراکم خاک ناشی از چرای بی‌رویه دانست. واژه‌های کلیدی: کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، مرتع، ویژگی‌های فیزیکی خاک

مقدمه

به طور کلی کاربری زمین عبارت از نوع و چگونگی بهره‌برداری از زمین در وضعیت موجود آن است که به صورت مختلف شامل جنگل، مرتع، چمنزار، زراعت، باغ، مسکونی، صنعت و معدن مشاهده می‌شود. تغییر کاربری زمین بعنوان یکی از اقدامات انسان، می‌تواند بر کیفیت خاک و آب و در نهایت بر اکوسیستم موثر باشد. مدیریت و استفاده مختلف از زمین مانند مرتع، کشاورزی و جنگل می‌تواند اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های خاک داشته باشد (رئیس، ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات در مناطق مختلف دنیا نشان می‌دهد که تغییر کاربری اکوسیستم‌های طبیعی به اکوسیستم‌های مدیریت شده، اثرات زیانباری بر خصوصیات خاک دارد. تغییر کاربری مرتع به زراعت رایج‌ترین شکل تغییر کاربری زمین در دنیا و ایران است. تغییر کاربری مرتع به کشاورزی است که مورد توجه اغلب محققین دنیا قرار گرفته است. بسته به نوع مرتع، تغییر کاربری زمین از مرتع به کشاورزی می‌تواند باعث بهبود یا تخریب کیفیت خاک شود. در صورتیکه مرتع مورد مطالعه از نظر پوشش گیاهی فقیر باشد، تغییر کاربری زمین می‌تواند سبب بهبود کیفیت خاک و اگر مرتع مورد مطالعه از نظر پوشش گیاهی غنی باشد، تغییر کاربری زمین می‌تواند سبب تخریب کیفیت خاک شود (رئیس، ۲۰۰۷). در پژوهشی کامرون و همکاران (۱۹۸۱) نشان داد که تغییر کاربری زمین از پوشش طبیعی یا نیمه طبیعی به شخم دائمی و چراگاه بر جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، نفوذ، ذخیره آب، ویژگی‌های انتقال آب و رواناب تأثیرگذار است. قربانی دشتکی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر پارامترهای نفوذ آب به خاک به این نتیجه رسید که میانگین نفوذ جمعی آب به خاک و هدایت آبی اشباع در کاربری مرتع بیشتر از مقدار آن در کاربری مرتع تخریب شده بود، که دلیل آن عملیات شخم و شیار در کاربری مرتع تخریب شده بود. مطالعات سلیک (۲۰۰۵) روی اثرات تغییر کاربری در اراضی کوهستانی مدیترانه نشان داد که تبدیل اراضی طبیعی به اراضی زراعی، منجر به کاهش معنی دار پایداری خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی و مواد آلی خاک گردید.

به طور کلی تغییر کاربری زمین در کنار از بین رفتن منابع گیاهی یکی از عوامل مهم در تغییر خصوصیات خاک به ویژه از نظر هیدرولیکی، نفوذ آب به خاک، تولید رواناب و رسوب می‌باشد. بررسی این موضوع در نواحی نیمه خشک که تراکم پوشش گیاهی اغلب پایین می‌باشد حائز اهمیت می‌باشد آگاهی از میزان تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک به ویژه از نظر نفوذپذیری می‌تواند از شدت تغییرات کاربری در آینده جلوگیری نماید. از این رو این پژوهش به منظور بررسی تغییرات نفوذپذیری خاک تحت تأثیر نوع کاربری در یکی از حوزه‌های آبخیز واقع در منطقه نیمه خشک کشور انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

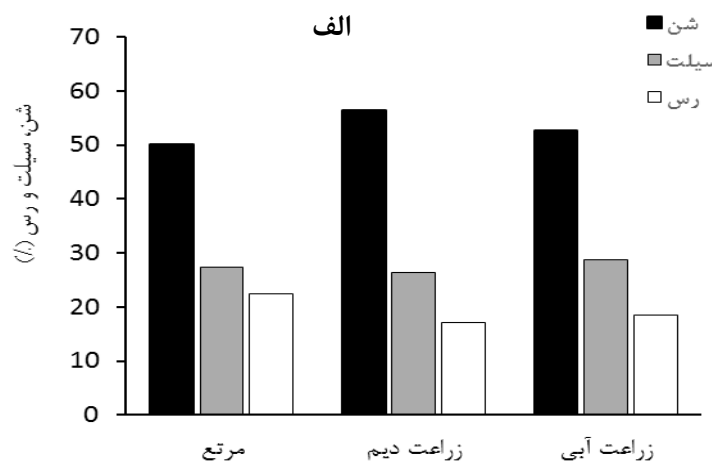
منطقه مورد مطالعه عبارت است از حوزه آبخیز تهم چای با مساحت حدود ۲۲۸۱۶ هکتار در شمال غرب زنجان بود که در عرض جغرافیایی ۳۶ تا ۳۶°۵۳ شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ تا ۴۸°۳۷ شرقی واقع شده است. پوشش گیاهی غالب منطقه بصورت مرتعی ضعیف (۱۵-۱۰ درصد) بوده که تأثیر زیادی در حفاظت خاک در ارتفاعات حوضه دارد. کاربری مرتع حدود ۱۴۱۴۲ هکتار، معادل ۹/۶۱ درصد از سطح کل حوزه می‌باشد و غالباً تحت چرای شدید دام قرار دارد. کشتزارهای دیم ۷/۳۲ درصد از کل سطح حوضه و کشتزارهای آبی حدود ۴/۵ درصد از سطح را در بر می‌گیرند. برای انجام آزمایش، تعداد ۲۰ نقطه در سطح حوضه با استفاده از نقشه کاربری زمین و با در نظر گرفتن سطح تحت پوشش هر کاربری (مرتع، زراعت دیم و زراعت آبی) انتخاب گردید. به



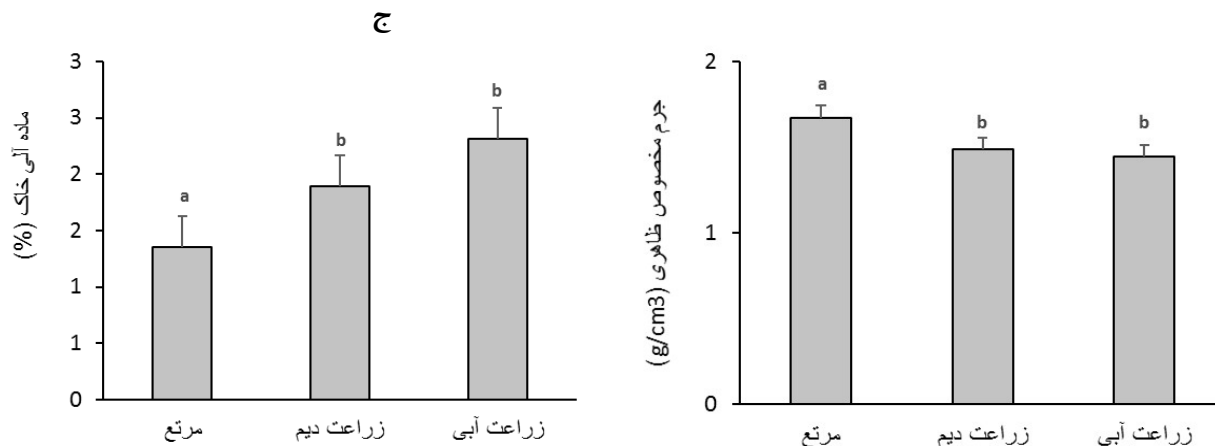
طوری که تعداد ۱۰ نقطه در کاربری مرتع، سه نقطه در کاربری کشت آبی و هفت نقطه در کاربری کشت دیم انتخاب شد. برای تعیین اثر کاربری‌های مختلف بر میزان نفوذپذیری خاک، آزمایش نفوذ آب به خاک با استفاده از استوانه مضاعف به روش بار افتان، با دو تکرار در نقاط مورد مطالعه در کاربری‌های مختلف طی تابستان ۱۳۸۹ انجام گرفت (کلوت و دیرکسن، ۱۹۸۶). برای تعیین جرم مخصوص ظاهری، نمونه دست نخورده خاک از پیرامون نقاط تحت اندازه‌گیری نفوذ برداشت شد. همچنین نمونه‌های خاک دست‌خورده و عبور یافته از الک ۲ میلی‌متر، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه و جهت تجزیه‌های فیزیکی-شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه، توزیع اندازه ذرات خاک به روش هیدرومتری تعیین شد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) نیز به روش الک تر با استفاده از الک‌های به قطر ۵/۶، ۷۵/۴، ۲، ۱، ۵/۰ و ۲۵/۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (کمپر و رزونا، ۱۹۸۶). کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر تعیین شد (نلسون و سامر، ۱۹۹۶). مقایسه میانگین بین کاربری‌های مختلف با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت. برای انجام امور آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

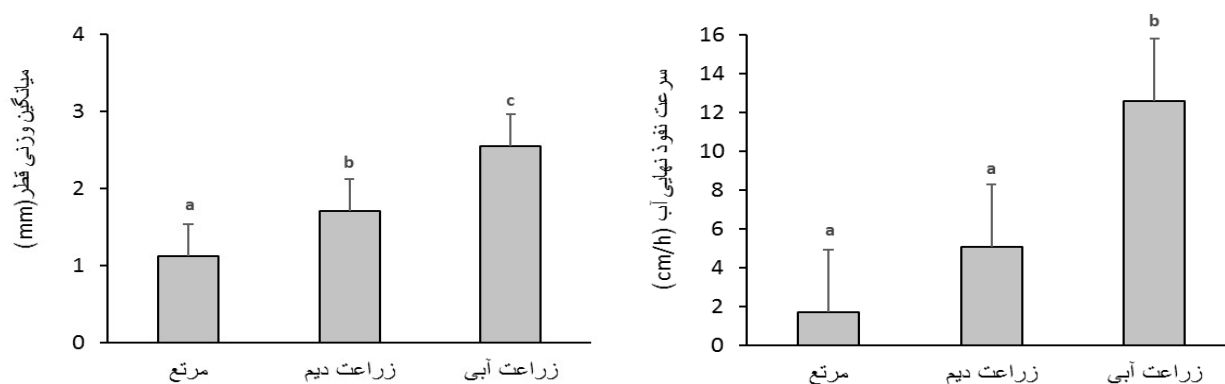
بررسی توزیع اندازه ذرات خاک، ماده آلی، جرم مخصوص ظاهری خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و سرعت نفوذ نهایی آب به خاک بین کاربری‌های مختلف نشان داد که تفاوتی قابل ملاحظه‌ای از نظر توزیع اندازه ذرات خاک بین کاربری‌ها وجود ندارد با این حال سایر متغیرهای مورد بررسی تفاوتی معنی‌دار بین کاربری‌ها دارند (شکل ۱). مقدار ماده آلی خاک در کاربری مرتع بصورت معنی‌داری کمتر از کاربری‌های زراعت دیم و آبی است به طوری که ماده آلی خاک در کاربری مرتع به ترتیب ۲۸ و ۴۱ درصد از کاربری‌های زراعت دیم و آبی کمتر بود. چرای بی‌رویه در مراتع که دارای پوشش ضعیف هستند، علت اصلی کاهش ماده آلی خاک‌های مرتعی بود. رئیسی (۲۰۰۷) افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک را بر اثر تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی گزارش کرد. جرم مخصوص ظاهری خاک در کاربری مرتع به ترتیب ۱۱ و ۱۳ درصد از کاربری‌های زراعت دیم و آبی بیش‌تر بود. دلیل بیشتر بودن جرم مخصوص ظاهری در مرتع را می‌توان به مقادیر کم ماده آلی در این کاربری و رفت و آمد زیاد دام‌ها در سطح مرتع نسبت داد. صالحی و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف نشان دادند که اراضی تحت کشت آبی دارای کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری هستند در حالی که مراتع تخریب شده دارای بالاترین مقدار جرم مخصوص ظاهری و فاکتور فرسایش‌پذیری هستند که این امر می‌تواند باعث کمبود ماده آلی در مراتع تخریب شده باشد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری زراعت آبی بیشتر از زراعت دیم و مرتع (به ترتیب ۳۳ و ۵۶ درصد) و همچنین در زراعت دیم بیشتر از مرتع (۳۴ درصد) بود. دلیل بیشتر بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری‌های زراعت آبی نسبت به زراعت دیم و مرتع می‌توان ناشی از مقادیر بالای ماده آلی در این کاربری دانست. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در زراعت آبی بیشترین مقدار (۵۵/۲ میلی‌متر) و در کاربری مرتع کمترین مقدار (۱۲/۱ میلی‌متر) بود. دوپیر و همکاران (۲۰۰۹) نیز به نتایج مشابهی دست یافت و مشاهده کرد که میزان خاکدانه‌های پایدار در آب در اراضی کشاورزی بیشتر از مرتع و جنگل بود. ماده آلی عامل اصلی بهبود دهنده پایداری خاکدانه در خاک‌های منطقه می‌تواند باشد. میانگین سرعت نفوذ نهایی آب در خاک در زراعت آبی به صورت معنی‌داری بیشتر از زراعت دیم و مرتع است و به ترتیب ۵۹ و ۸۶ درصد بیشتر از زراعت دیم و مرتع بود (شکل ۲). میانگین، کمترین و بیشترین میزان سرعت نفوذ آب در خاک در کاربری زراعت آبی به ترتیب برابر ۶/۱۲، ۲۸/۴ و ۴۴/۲۷ سانتی‌متر در ساعت، در کاربری زراعت دیم به ترتیب برابر ۱/۵، ۵۳/۱ و ۶۷/۸ سانتی‌متر در ساعت و در کاربری مرتع به ترتیب برابر ۷۲/۱، ۵۹/۰ و ۷۵/۲ سانتی‌متر در ساعت بود. بالا بودن نفوذپذیری خاک در کاربری کشت آبی نسبت به مرتع به دلیل مناسب بودن ساختمان خاک در این گونه اراضی بود.



ب

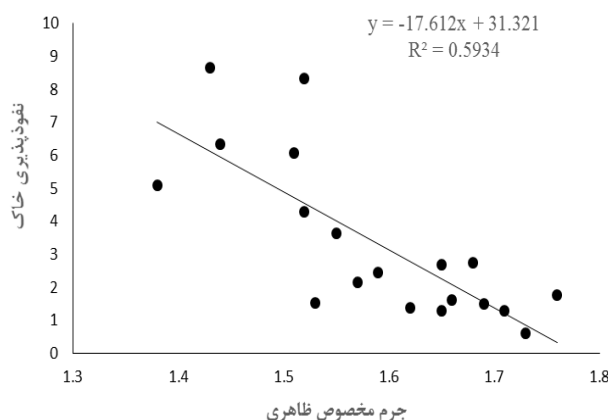


د



شکل ۱ - مقایسه کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز تهم‌چای از نظر توزیع اندازه ذرات خاک (الف)، ماده آلی (ب)، جرم مخصوص ظاهری خاک (ج)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (د) و سرعت نفوذ نهایی آب (ر)

رابطه بین نفوذپذیری خاک با جرم مخصوص ظاهری بررسی شد (شکل ۲). نتایج نشان داد که سرعت نفوذ نهایی آب با جرم مخصوص ظاهری دارای رابطه‌ای منفی ($p < 0.05/0$ و $r^2 = 0.59/0$) بود. چرای بی‌رویه در مراتع در کنار کاهش ماده آلی خاک در متراکم شدن خاک نقشی اساسی دارد (خسرو شاهی و قوامی، ۱۳۷۳). یافته‌های ون و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که طی دو دوره متوالی چرا، خصوصیات فیزیکی خاک تغییر قابل توجهی نشان داد به طوری که میزان تراکم خاک ۵۰ درصد کاهش یافته و میزان نفوذپذیری خاک نیز کاهش یافت و در نتیجه پتانسیل تولید رواناب افزایش پیدا کرد. اگر چه رابطه مثبتی بین نفوذپذیری نهایی و ماده آلی خاک مشاهده نشد، ماده آلی به صورت غیر مستقیم و با بهبود ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها بر سرعت نفوذ آب به خاک به ویژه در اوایل نفوذ می‌تواند مؤثر باشد (رئیس‌ی، ۲۰۰۷). به طور کلی این نتایج بیانگر تأثیر مستقیم تغییر کاربری زمین بر متغیرهای مهم خاک مانند ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها و نفوذپذیری خاک است. تغییر این پارامترها می‌تواند سبب تغییر کیفیت خاک به ویژه از نظر هیدرولیکی می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که برای افزایش نفوذپذیری خاک و در نتیجه کاهش پتانسیل تولید رواناب در حوزه‌های آبخیز باید مدیریت مناسب در مراتع انجام شود. جلوگیری از چرای زود هنگام در مراتع، چرای مرحله‌ای و کاهش تراکم دام می‌تواند در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و ویژگی‌های هیدرولیکی مراتع سودمند واقع شود.



شکل ۲- رابطه بین نفوذپذیری خاک و جرم مخصوص ظاهری خاک

منابع

- قربانی دشتکی، ش. همایی، م. و مهدیان، م. ۱۳۸۹. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر تغییرات مکانی پارامترهای نفوذ آب به خاک. آبیاری و زهکشی ایران. جلد چهارم، شماره ۲. صفحه‌های ۲۰۶ تا ۲۲۱.
- خسروشاهی، م. و قوامی، ش. ۱۳۷۳. هشدار. انتشارات معاونت آموزش و ترویج سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. صفحه‌های ۴۵ تا ۵۱.
- Cameron D.R., Shaykewich C., deJong E., Chanasyk D., Green M., and Read D.W.L. ۱۹۸۱. Physical aspects of soil degradatoin In: agricultural land-our disappearing heritage-a symposium. Proceedings of the ۱۸th annual Alberta Soil Science workshop, Edmonton, Canada. Pp: ۱۸۶-۲۲۵.
- Celik ۲۰۰۵. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey, Soil and Tillage Research. ۸۳:۲۷۰-۲۷۷.
- Dorner J., Dec D., Peng X., and Horn R. ۲۰۱۰. Effect of land use change on the dynamic behavior of structural properties of an Andisol in southern Chile under saturated and unsaturated hydraulic conditions. Geoderma. ۱۵۹:۱۸۹-۱۹۷.
- Kamper D.W., and Rosenau R.C. ۱۹۸۶. Aggregate stability and aggregate and aggregate size distribution. In: Klute A. (Ed.). Methods of soil analysis. Part ۱. Physical properties. The American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. Pp. ۴۲۵-۴۴۲.
- Nelson D.W., and Sommers L.P. ۱۹۸۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp: ۵۳۹-۵۷۹. In: Buxton, D.R., (Ed.), Method of Soil Analysis, Part ۲. Chemical Methods, Agronomy Handbook No ۹. ASA and SSSA, Madison, Wisconsin.
- Raiesi F. ۲۰۰۷. The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment. ۱۲۱:۳۰۹-۳۱۸.
- Salehi M.H., Hosseinifard J., and Rafieiolhossaini M. ۲۰۰۵. The effect of different land uses on some soil quality indicators in Zagros region, Iran, Proceedings of International Conference of Human Impacts on Soil Quality Attributes. ۱۲-۱۶ Sep, Isfahan, Iran.
- Van G., Toit L., Snyman H.A., and Malan, P.J. ۲۰۰۹. Physical impact of grazing by sheep on soil parameters in the Nama Karoo subshrub grass rangeland of South Africa. Journal of Arid Environments. ۷۳:۸۰۴-۸۱۰.

Abstract

This study was conducted to investigate difference of soil properties particularly soil infiltration rate in different land uses (pasture, irrigated agriculture, and rainfed agriculture) in the TahamChai catchment in North West Iran. Toward this, twenty locations were considered to collect soil samples and determine soil infiltration rate using double rings method. Results indicated that in spite of particle size distribution is the same in the land uses, significant difference exists among the land uses in soil infiltration rate ($p < 0.05$). Soil infiltration rate in the pasture was about ۱۴% and ۴۶% lower than the rainfed agriculture and the irrigated agriculture, respectively. It



was significantly affected by soil bulk density ($R^2 = 0.59$). In the pasture, decreasing in soil organic matter content and aggregate stability on one hand, and soil compaction resulted by overgrazing on the other hand can be the major factors for the decreases in infiltration rate.



استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک عرصه جهان آباد تربت جام

مسعود درخشی^۱، مهرنوش اسکندری تربقان^۱ و علیرضا نژاد محمد نامقی^۲
۱- مدرس مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی (شهید هاشمی نژاد مشهد) ۲- عضو هیات علمی مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی (شهید هاشمی نژاد مشهد)

چکیده

به منظور بررسی تاثیر عملیات پخش سیلاب در منطقه جهان آباد شهرستان تربت جام بر خصوصیات خاک، نمونه برداری از خاک در دو منطقه پخش سیلاب و شاهد انجام شد. افزایش هدایت الکتریکی، کلسیم و منیزیم، سدیم، نسبت جذبی سدیم و درصد آهک و سیلت و نیز کاهش معنی دار درصد شن از مهمترین نتایج مطالعات خاکشناسی این منطقه بود. کاهش میزان شن و افزایش سیلت باعث تغییر بافت خاک از سبک به سنگین گردید که باعث افزایش رطوبت خاک در عرصه شد. در مقابل، افزایش میزان سدیم و نسبت جذبی سدیم و هدایت الکتریکی سبب افزایش شوری خاک گردید. همچنین در برخی مناطق عرصه، خاک مستعد فرسایش های بادی شد. بر اساس برآورد انجام شده قبل از پخش سیلاب وضعیت عرصه، مرتع خیلی فقیر و گرایش آن منفی بود و به این دلیل بهره برداری از مرتع قابل توصیه نبود. لیکن، این بررسی نشان داد با انجام برخی تدابیر مدیریتی و حفاظت خاک، عرصه نه تنها قابلیت چرای سبک بلکه حتی کشت اقتصادی برخی از گونه های دارویی همانند آویشن و نیز پسته کاری را خواهد داشت.

واژه های کلیدی: پخش سیلاب، خصوصیات خاک، اقدامات اصلاحی، جهان آباد تربت جام

مقدمه

سیستم پخش سیلاب برای مناطقی بکار می رود که اولاً خاک، قابلیت نفوذ پذیری و ظرفیت نگهداری مناسب آب برای محصولات زراعی و علوفه قابل کشت را داشته، ثانیاً توپوگرافی و خاک، برای انحراف، جمع آوری و پخش رواناب مناسب باشد و ثالثاً بارندگیهای احتمالی نشان دهد که رواناب یا جریانات نهری در طی بیشتر سالها در زمان و حجم مناسب وجود دارند (Natural Resources Conservation Service, 2004). پخش سیلاب در اراضی دارای خاک کم عمق، شور، قلیایی و یا گچی و همچنین در اراضی هزار دره به دلیل بالا بودن حجم رسوبات توصیه نشده است (مقدم، ۱۳۷۷).

مثبت یا منفی بودن اثر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی به خصوصیات رسوبات وارده به پهنه های پخش سیلاب دارد (ملایی و شفائی، ۱۳۸۴). ورود حجم زیادی از سیلاب محتوی املاح و بار معلق فراوان با منشاهای متفاوت، از یک سو با بر جای گذاردن رسوبات فراوان و از سوی دیگر با نفوذ مواد محلول و ریز دانه همراه با سیلاب نفوذی در آبرفتها به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات خاک می شود. لذا به نظر می رسد در طول زمان راندمان طرحهای پخش سیلاب کاهش یافته و بعد از مدت زمانی، این پروژه ها عملاً کارایی خود را از دست بدهند. از طرف دیگر در خاکهایی با حاصلخیزی اندک با بافت درشت، رس موجود در سیلاب در نقاط مختلف متفاوت بوده و ضرورت دارد میزان متوسط این تغییرات و روند آن در طول زمان بررسی و با استفاده از نتایج بررسی های به عمل آمده روش مناسبی در جهت افزایش بهره وری این طرحها ارائه گردد (سکوتی اسکویی، ۱۳۸۱).

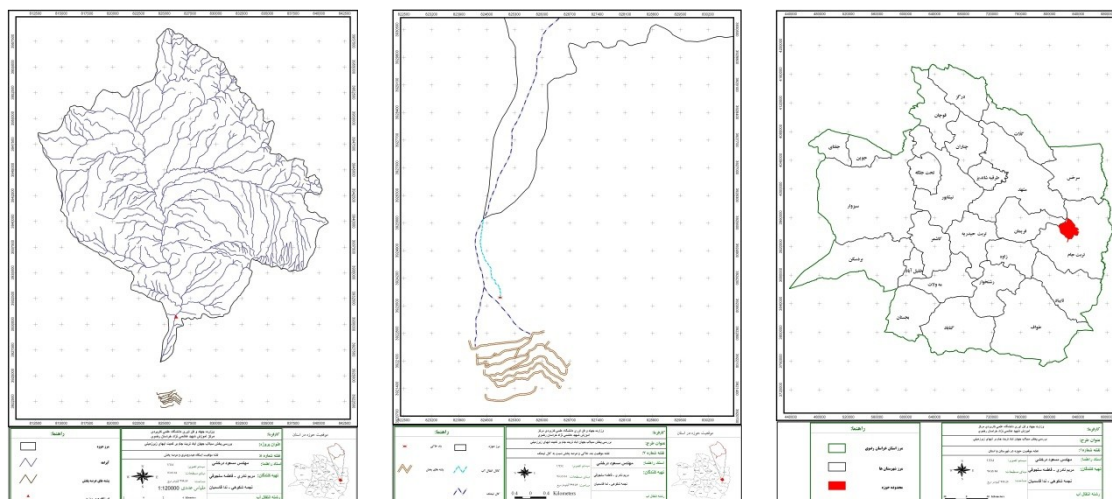
نادری (۱۳۶۷) عنوان نمود که پخش سیلاب در اصلاح و احیا مراتع بیشتر در مناطقی با خاکهای دارای بافت سبک و در شیبهای کم قابل اجرا و دارای بازده قابل قبول می باشد. بر اساس نتایج تحقیقات غفاری (۱۳۷۴) در عرصه پخش سیلاب کال ایور جاجرم در استان خراسان شمالی، درصد رس از ۱۲ به ۳۲ درصد، سیلت از ۵۳ به ۶۶ درصد و ماسه از ۲۴ به ۲۰ درصد پس از پخش سیلاب تغییر یافت. میزان نفوذپذیری خاک از ۵ سانتیمتر در ساعت در قبل از عملیات پخش سیلاب به حدود یک سانتی متر در ساعت کاهش داشت. وی بیان نمود مهار سیلاب و نفوذ آن در مخروط افکنه علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک و بالا آمدن سطح آب زیر زمینی از پیشروی کویر نیز جلوگیری نموده است (غفاری، ۱۳۷۴). محمدی و اسماعیل نسب (۱۳۷۹) در بررسی خصوصیات فیزیکی خاک پخش سیلابی در حوزه میهم شهرستان قره در استان کردستان افزایش درصد اشباع و اسیدیته و کاهش هدایت الکتریکی و درصد مواد خنثی شونده در خاک را گزارش کردند. در مطالعه آنها کربن آلی خاک تغییر چندانی نکرد. از طرفی در سطح خاک درصد نسبی رس افزایش، سیلت ثابت و شن کاهش داشت. لیکن در عمقهای پایین رس و شن کاهش و درصد نسبی سیلت افزایش داشت. محمدی و اسماعیل نسب (۱۳۷۹) کنترل سیلاب های جاری شده را سبب کاهش خسارات ناشی از آن دانسته و اجرای پخش سیلاب را سبب تغذیه سفره آب زیر زمینی و اصلاح خاک زراعی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک معرفی نمودند. نتایج پایش ادامه دار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در خاک عرصه پخش سیلاب جاجرم در استان خراسان شمالی حاکی از بهتر شدن وضعیت خاک شامل افزایش میزان حاصلخیزی خاک، بهتر شدن بافت خاک در اثر رسوب گذاری و بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت بود (اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۱).



بررسی حاضر تلاشی در جهت پایش وضعیت خاک عرصه جهان آباد تربت جام ناشی از پخش سیلاب و نیز ارزیابی اثرات اقدامات اجرایی انجام شده و پیشنهادهاتی در راستای بهبود وضعیت خاک در منطقه می باشد.

مواد و روش‌ها

بدلیل کوچک بودن منطقه وعدم کارایی عکس‌های هوایی، صرفاً از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور و با پیمایش صحرایی از منطقه بازدید به عمل آمد. پخش سیلاب جهان آباد در جنوب روستای جهان آباد و خروجی حوزه آبخیز موسی آباد و زیرحوزه تیمنک قرار دارد (شکل ۱). مساحت منطقه عملیات پخش سیلاب ۳۰۰ هکتار و ارتفاع حداقل و حداکثر آن از سطح دریا به ترتیب ۱۰۱۰، ۱۰۴۰ متر بود (شکل ۲). شیب متوسط منطقه پخش سیلاب ۲ درصد بود. حوزه آبخیز بالا دست پخش سیلاب جهان آباد با مساحتی در حدود ۵۶/۴۹۹ کیلومتر مربع در حوزه آبخیز کویر مرکزی و از نظر سیاسی در محدوده شهرستان تربت جام استان خراسان رضوی واقع شده است. حوزه آبخیز جهان آباد بصورت یک حوزه هیدرولوژیکی با جهت شمال-جنوب قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی محدوده مطالعه بر اساس طول و عرض جغرافیایی در سیستم UTM بترتیب ۳۱۲۱۲۱ تا ۰۳/۸۱۵۳۳ و ۶۴/۸۴ تا ۲۳/۳۹۲۵۷۰۴ تا ۲۳/۳۹۵۵۳۷ می باشد. در بررسی‌های انجام شده مشخص گردید تاکنون هیچگونه مطالعات خاکشناسی در این منطقه صورت نگرفته است. به منظور بررسی تاثیر عملیات پخش سیلاب بر خصوصیات خاک نمونه برداری از خاک در دو منطقه پخش سیلاب و منطقه شاهد انجام شد. در این بررسی با توجه به هدف ارزیابی و با توجه به عواملی نظیر آبراهه‌ها، خاک سطح الارض، پوشش گیاهی، فرسایش آبی و بادی و... در منطقه پخش سیلاب، سه فاز به صورت فرضی و با توجه به فاصله پشته‌ها از ورودی آب به منطقه پخش سیلاب در نظر گرفته شد. فاز یک، پشته‌های نزدیک به ورودی پخش سیلاب، فاز دو، پشته‌های با فاصله متوسط و فاز سه، خاکریزهای با فاصله دورتری از منطقه ورود آب به عرصه پخش را در بر گرفت. یک منطقه نیز که در نزدیکی منطقه پخش سیلاب واقع شده بود و هیچگونه پخش سیلاب در آن صورت نگرفت به عنوان منطقه کنترل یا شاهد در نظر گرفته شد. این منطقه دارای خصوصیات مشابه با منطقه پخش سیلاب از نظر توپوگرافی و خاک بود. مرز حایل بین این دو منطقه جاده آسفالته ای بود که وسط این مناطق قرار داشت. پروفیل‌ها از جهت بافت و ساختمان خاک، مقدار سنگریزه در خاک، استحکام خاک در حالت خشک، تجمع آهک و گچ، ضخامت لایه‌های قابل تشخیص، فضاهای خالی درون خاک، فعالیت موجودات زنده ی درون خاک و مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. در هرکدام از این سه فاز انتخاب شده سه نمونه خاک در فاصله نزدیکتری به پشته‌ها و سه نمونه با فاصله دورتری از پشته‌ها و در دو عمق ۲۰-۰ و ۶۰-۲۰ سانتیمتری برداشت شد. در منطقه شاهد نیز شش نمونه بصورت تصادفی - سیستماتیک در دو عمق ذکر شده برداشت گردید. ۴۸ نمونه خاک بعد از خشک شدن در هوای آزاد به آزمایشگاه منتقل گردید و بعد از گذراندن از الک ۲ میلیمتری نمونه‌های نهایی به روش زیرانتخاب شدند. سه نمونه خاک در نزدیک پشته‌ها در هر فاز در هر عمق کاملاً با هم مخلوط شد و دو نمونه از داخل آن برداشت شد. به همین ترتیب برای فازهای مختلف و عمقهای مختلف و با توجه به فاصله از پشته‌ها نمونه‌های منطقه پخش سیلاب با هم مخلوط شد و نمونه‌های نهایی به دست آمد. برای منطقه شاهد نیز نمونه‌های هر دو نقطه برداشت نزدیک به هم و با توجه به عمق کاملاً با هم مخلوط شده و یک نمونه از داخل آن برداشت گردید. به طور کلی در هر فاز ۸ نمونه خاک از دو عمق و در کل منطقه پخش سیلاب ۲۴ نمونه خاک و در منطقه شاهد ۶ نمونه خاک بدست آمد. در نمونه‌های خاک مقادیر EC، pH، آهک، گچ، بافت خاک، مقدار کاتیونها، برخی آنیونها و نیز درصد کربن آلی اندازه گیری گردید. عوامل مورد نظر در تشریح پروفیل خاک شامل: عمق خاک، بافت و ساختمان خاک، سنگریزه در سطح و در عمق خاک، قابلیت نفوذ خاک، شوری و قلیائیت خاک، آبگذاری عمقی، عوارض طبیعی و فرسایش، درصداهک و گچ بودند.



شکل ۱- موقعیت حوزه در شهرستان و استان شکل ۲- موقعیت ایستگاه هیدرومتری تیمنک نسبت به حوزه و عرصه پخش شکل ۳- موقعیت بند خاکی و عرصه پخش نسبت به کال تیمنک

نتایج و بحث

۱- تشریح نیمرخ خاک

۱) عمق خاک: یکی از محدودیت‌های عمده خاکی در عرصه، محدودیت عمق خاک بود. وجود یک لایه سنگریزه در عمق کم خاک که به صورت گراول ریزو درشت (۲ میلی متر تا ۵/۷ سانتیمتر) نمایان شده بود. این طبقه محدودکننده بوده و در نقاط مختلف بطور متوسط در عمق (۲۰-۳۰) سانتی متری عمق خاک مشاهده گردید.

۲) سنگریزه: در تمامی سطح عرصه سنگریزه بصورت پراکنده مشاهده گردید. از گراول ریز گرفته تا قلوه سنگ (۲ میلی متر تا بزرگتر از ۲۵ سانتیمتر) با درصد متفاوت، در بعضی مناطق تا ۵ درصد و در مناطق دیگر تا ۵۰ درصد سطح عرصه را پوشانده بود. سنگریزه در عمق خاک نیز مشاهده گردید. یک لایه محدودکننده در عمق، تا ۳۰ سانتی متری سطح خاک که دارای بیش از ۷۵ درصد سنگریزه و سنگ بود مشاهده گردید.

۳) بافت خاک و ساختمان خاک: بافت خاک در عرصه از لوم و لوم شنی تا شن لومی تغییر نمود. ولی بطور عمده بافت خاک سبک تا خیلی سبک بود. با توجه به ذرات شن ریز با قطر ۲ میلی متر تا ۵/۲ سانتیمتر که در کمیت تا ۴۰ درصد در خاک سطحی وجود داشت نفوذپذیری خاک بیش از ۲۰ میلیمتر در ساعت قابل انتظار بود و از این نظر هیچ گونه محدودیتی وجود نداشت. ساختمان خاک در سطح دانه ای و در عمق به دلیل وجود مقداری آهک، فاقد ساختمان و گاهی به صورت توده ای و فشرده نیز ظاهر گردید.

۴) شوری و قلیابیت خاک: با توجه به نتایج آزمایشگاهی که از نمونه های خاک بدست آمد تغییرات EC بسیار فاحش و چشمگیر بود به نحوی که دامنه تغییرات از حداقل ۷۸/۰ میلی موس بر سانتی متر تا حداکثر ۲۷ میلی موس بر سانتی متر مشاهده گردید. اما مقدار pH همواره کمتر از ۳/۸ و بیشتر از ۶/۷ بود.

۵) آبگذاری عمقی: وجود لایه شنی در عمق کم خاک و نیز بافت نسبتاً سبک خاک سطحی از جمله عواملی بود که باعث شد تا آبگذری عمقی این خاک بسیار بالا بوده و از جهت نفوذ عمقی آب در خاک، هیچگونه محدودیتی برای عرصه وجود نداشته باشد.

۶) عوارض طبیعی و فرسایش: با توجه به نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه، شیب عرصه کمتر از دو درصد بود. از خصوصیات مهم عرصه وجود فرسایش بادی زیاد بود، به نحوی که مجسمه های فرسایشی در اکثر نقاط عرصه مشاهده گردید و در مناطقی که بوته ای وجود نداشت، صرفاً سنگفرش بیابانی قابل رویت بود.

۷) درصد گچ و آهک: در بعضی پروفیل‌های حفار شده یک لایه آهکی ضعیف مشاهده گردید که باعث تجمع و گرد همایی ذرات خاک شده که در برخی قسمت‌ها این بخش بصورت لایه ای مقاوم نسبتاً نفوذ ناپذیر ظاهر گردید، حداقل و حداکثر مقدار آهک به ترتیب معادل ۵/۱۳ و ۵/۱۹ درصد بود. حداکثر مقدار گچ ۹/۳ میلی کی والان بر لیتر بود.

۲- طبقه بندی خاک

عرصه پخش سیلاب جهان آباد شهرستان تربت جام به مساحت ۵۵۰ هکتار در واحد فیزیوگرافی واریزه بادبزی شکل سنگریزه دار واقع شده است. عمق خاک در عرصه (۲۰-۳۰) سانتی متر بود که بر روی یک لایه محدودکننده از سنگ و سنگریزه واقع شده که



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

گاهی ضخامت این لایه به بیش از یک متر می‌رسید. بر روی سطح خاک از گراول ریز گرفته تا قلوه سنگ (با قطر بزرگتر از ۲۵ سانتی متر) با درصدهای متفاوتی از حداقل ۵ درصد تا حداکثر ۵۰ درصد مشاهده گردید. میزان فرسایش بادی بر عرصه شدید بود که از این جهت محدودیت به شمار آمد. در برخی مناطق زیر خاک سطحی، خاکی با ساختمان فشرده و درصد بالایی از کربنات کلسیم مشاهده گردید که کربنات کلسیم باعث تجمع ذرات و خاکدانه‌ها شده و در نتیجه باعث سفت و محکم شدن این لایه شد که می‌تواند مانعی برای نفوذ آب به شمار آید.

در بافت شن لومی، میزان حفرات خاک خیلی زیاد و با قطر ریز تا متوسط بود. مقدار سنگریزه با قطر کمتر از ۵/۲ سانتی متر کمتر از ۵ درصد بود، ریشه گیاهی یا مشاهده نگردید و یا بسیار ناچیز بود. متوسط درصد کربن آلی خاک ۱۳/۰ درصد بود و خاک در حالت خشک از استحکام بسیار کمی برخوردار بود و با فشار کمی خرد گردید. pH خاک ۸ و EC معادل ۷۸/۰ میلی موس بر سانتی متر بود. مرز بالایی بعدی در ۲۵-۵۰ سانتی متری واضح و صاف بود. درصد سنگریزه با قطر حداکثر ۵/۲ سانتی متر به ۳۰ درصد بالغ گردید. بافت خاک لوم شنی بود. pH خاک ۰/۸ و EC خاک ۱۹/۱ میلی موس بر سانتی متر بود. خاک در حالت خشک دارای استحکام و پایداری خوبی بود. فعالیت گیاهی در این بخش بسیار کم و ناچیز بود. متوسط درصد کربن آلی ۱۶/۰ درصد بود. مرز آن با لایه بعدی در عمق ۵۰-۸۰ سانتی واضح و صاف بود.

شبهات این افق با لایه سطحی بسیار چشم گیر بود. pH این لایه ۰/۸، هدایت الکتریکی آن ۳۲/۱ میلی موس بر سانتی متر و بافت خاک لومی شنی بود. متوسط مقدار کربن آلی ۱۴/۰ درصد بوده و هیچ ریشه گیاه تقریباً در آن به چشم نخورد، این لایه بر روی لایه سنگریزه واقع شده که مقدار سنگریزه آن با قطر ۲۵ سانتی متر فراتر از ۷۵ درصد بود که تا عمق پروفیل (۱۴۰ سانتی متری) کشیده شده بود. از اراضی عرصه مورد مطالعه در حال حاضر صرفاً به عنوان مرتع (کم بازده و فقیر) استفاده می‌شود و هیچ گونه استفاده زراعی چه به صورت دیم و چه به صورت آبی انجام نمی‌شود.

طبقه بندی خاک عرصه با توجه به خصوصیات همچون: بافت، ساختمان، pH، رژیم حرارتی و رطوبتی، افقهای مشخصه در خاک، میزان مواد آلی، مطالعه آنیونها و کاتیونها و دیگر خصوصیات به روش طبقه بندی خاک انجام شد. مطابق این روش خاک عرصه در دره اریدی سول ها طبقه بندی گردید. مطالعه طبقه بندی خاک عرصه جهان آباد تربت جام نشان داد در حدود ۵۰ درصد عرصه را خاکهای کلسی سولی و مابقی خاک عرصه در گروه لپتوسول ها قرار داشت. کلسی سول ها خاک هایی با تجمع قابل توجهی از آهک ثانویه بوده و در شرایط خشک و نیمه خشک گسترش می‌یابند. پوشش گیاهی طبیعی در این خاک ها پراکنده و عمدتاً از نوع گیاهان زروفتیتی و علف هایی با طول عمر کوتاه می‌باشد. لپتوسول ها نیز خاک هایی بسیار کم عمق بر روی بستر سخت و یا مواد آهکی و یا خاک هایی با عمق بیشتر لیکن شدیداً سنگی و سنگریزه ای می‌باشند.

۳- طبقه بندی اراضی

طبقه بندی اراضی به منظور بررسی میزان تناسب پهنه (زمین) جهت استفاده در زراعت آبی انجام شد. به منظور انجام آن، اراضی از چهار جهت (۱) به جهت مسائل خاکی (S)، (۲) از جهت مسائل شوری و قلیائیت (A)، (۳) پستی و بلندی فرسایش (T) و (۴) مسائل مربوط به وضعیت زهکشی (W) مورد مطالعه دقیق قرار گرفتند. در انتها بر اساس همین اطلاعات، اراضی به ترتیب میزان محدودیت در هشت کلاس قرار گرفتند که بیشترین مقدار اراضی در کلاس (III) مشاهده گردید. خاک هایی با عمق متوسط و شیب ۲ تا ۵ درصد که از نظر شوری، فرسایش و زه کشی دارای مشکلات بوده اما با تدابیر مدیریتی قابل کشت و زرع می‌باشند.

۴- بررسی عملیات احیا و اصلاح

مقایسه خصوصیات خاک در منطقه پخش سیلاب و منطقه شاهد نشان داد که تنها برخی از خصوصیات خاک در اثر عملیات احیایی دچار تغییر شده اند. افزایش هدایت الکتریکی، کلسیم و منیزیم، سدیم، نسبت سدیم جذبی و درصد آهک و سیلت و کاهش معنی دار درصد شن از مهمترین نتایج این بررسی بود. با توجه به تغییرات بافت خاک یعنی کاهش شن و افزایش سیلت می‌توان نتیجه گرفت که بافت تغییر یافته و بطور متوسط بافت خاک بهبود یافته است که با نتایج اسکندری تربقان و همکاران (۱۳۹۱) در پخش سیلاب جازم همخوانی داشت. همچنین با افزایش سدیم و درصد سدیم جذبی و هدایت الکتریکی به طور همزمان می‌توان نتیجه گرفت که خاک در عرصه پخش سیلاب شور شده است. شاید بتوان علت همه این تغییرات در خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک را ورود املاح از طریق سیلاب به منطقه پخش سیلاب و تاثیر این املاح و رسوبات روی خاک منطقه دانست. از طرفی سدیم یکی از عوامل مشخص کننده خاکهای شور و قلیایی می‌باشد و افزایش بیشتر میزان سدیم نسبت به کاتیونهای کلسیم و منیزیم موجب افزایش در مقدار سدیم جذبی شده است. در برخی مناطق عرصه خاک مستعد فرسایش های بادی شده بود که شاید بتوان آن را از اثرات افزایش سدیم دانست. سدیم زیادی، جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم را مختل می‌کند و بجز تخریب ساختمان خاک و اختلال در تهویه گیاهان، H_p خاک را بالا می‌برد (اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین گیاهانی بیشتر در منطقه حضور پیدا خواهند نمود که نسبت به مقادیر بالای سدیم و شوری خاک مقاوم باشند. اگر روند افزایش میزان سدیم در خاک به همین ترتیب باشد ممکن است این روند باعث اختلال در رشد و استقرار گیاهان گردد. به مرور زمان افزایش سدیم باعث قلیایی شدن خاک منطقه پخش سیلاب نیز گردیده است. همچنین مقدار پتاسیم در این نمونه‌ها ناچیز و تقریباً معادل صفر بود. با توجه به حضور گونه‌های گیاهی مشاهده شده در منطقه می‌توان این چنین نتیجه گیری نمود که خاک منطقه و خصوصیات آن از مهمترین فاکتورهای محیطی بوده که بر روی رشد گیاه اثر می‌گذارد.



نتیجه گیری

در مناطق پخش سیلاب، ورود حجم زیادی از سیلاب محتوی املاح به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گردید. در این مطالعه برخی از تغییرات در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک که در پوشش گیاهی نیز منعکس گردیده بود به نظر می رسد در صورت عدم اتخاذ تمهیدات لازم در کاهش ورود رسوبات و املاح به منطقه پخش سیلاب می تواند در آینده تغییر بیشتر در بافت و شوری خاک را در پی داشته باشد. این مساله ممکن است باعث شور شدن بیشتر خاک و همچنین باعث تاثیر بر روی کیفیت آب منطقه، کاهش نفوذ آب در خاک و همچنین بالا رفتن فشار اسمزی محلول خاک و در نتیجه آن عدم جذب آب بوسیله گیاهان و اختلال در رشد گیاهان شود.

حضور بیشتر گونه های تیره گندمیان، جوموشی، پنجه مرغی، خار شتر، آویشن باغی، گاوچاق کن، خارگونی، گونه کرک، گونه ورک، جنس تاماریکس از تیره گز، آرتمیزیا از تیره کاسنی، آویشن باغی از تیره اسفند، جنس های تلخ بیان و خار شتر از تیره بقولات و جنس کنوپدیوم، اروشیا و علف شور در منطقه پخش سیلاب دلیل واضحی بر افزایش شوری خاک عرصه بود. بطور کلی افزایش ذخیره رطوبتی خاک بدلیل تغییر بافت خاک از سبک به سنگین و تغییر خصوصیات خاک ناشی از پخش سیلاب مانند افزایش هدایت الکتریکی، افزایش میزان سدیم و نسبت سدیم جذبی نیز باعث شور شدن خاک عرصه پخش سیلاب شد. بنابراین گیاهانی در این عرصه استقرار یافته اند که نسبت به شوری مقاوم یا نسبتاً مقاوم باشند. جهت بهبود خصوصیات خاکی عرصه می توان از کاشت گیاهان مقاوم به خشکی و شوری و نیز افزودن خاک به خاک سطحی عرصه (جهت افزایش عمق خاک) و جلوگیری از چرای بی رویه دام و کنترل فرسایش کناره ای در ابراهه ها بهره برد. به دلیل فقر پوشش گیاهی و گرایش منفی آن بهره برداری از مرتع بدون اخذ تدابیر مدیریتی قابل توصیه نیست.

پیشنهادات

- ۱- خاک های کلسی سول که بیش از ۵۰ درصد عرصه را در بر گرفته است به دلیل خشکی، وجود سنگریزه و حضور افق پتروکلسیک کم عمق برای کشاورزی مناسب نیستند. لیکن چنانچه این خاک ها آبیاری و جهت جلوگیری از شور شدن زه کشی گردند با توجه به حاصلخیزی زیاد خاک (وجود عناصر غذایی فراوان در خاک) توانایی تولید طیف وسیعی از محصولات کشاورزی را دارند. همچنین خاک های کلسی سولی با اجرای برخی تدابیر مدیریتی قابلیت چرای سبک گاو، گوسفند و بز را نیز دارند.
- ۲- اگر چه لپتوسول ها (که پخش عمده ای از خاک منطقه در اراضی تپه ای را شامل می شوند) خاک های خوبی برای زراعت دیم به دلیل عدم توانایی نگهداری آب نیستند. لیکن در برخی موارد توانایی خوبی برای تولید درختان و درختچه ها را دارند و بهتر است در آنها پسته کاری و بادام کاری با توجه به خصوصیات خاک صورت گیرد.
- ۳- از اراضی عرصه مورد مطالعه در حال حاضر صرفاً به عنوان مرتع (کم بازده و فقیر) استفاده می شود و هیچ گونه استفاده زراعی چه به صورت دیم و چه به صورت آبی انجام نمی شود. لیکن در صورت اجرای حداقل تدابیر مدیریتی و کنترل حجم و نوع رسوبات ورودی به عرصه می توان از این اراضی بهره جست. با توجه به خصوصیات خاک از جمله شوری آن می توان به کشت گیاهان مختلف اقدام نمود. به عنوان مثال در شوری های ۴ تا ۸ دسی سیمنز بر متر گیاهان دارویی همانند آویشن و نیز غلات، گوجه فرنگی و چغندر قند، در شوری های ۸ تا ۲۵ دسی سیمنز بر متر پسته کاری و ایجاد تاکستان و در شوری های بالای ۲۵ دسی سیمنز بر متر می توان اقدام به کشت گیاهان هالوفیتی همچون اتریپلکس، تاغ و علف شور نمود.

منابع

- اسکندری تربقان، م.، ایزانلو، ا. و م. اسکندری تربقان. ۱۳۹۱. استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک در آبرفت های دوران چهارم (مطالعه موردی- جاجرم). اولین همایش ملی سامانه های سطوح آبیگر باران. ص ۱-۱۲.
- سکوتی اسکویی، ر. ۱۳۸۱. تاثیر پخش سیلاب پلدشت بر روند تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک، مجموعه مقالات کارگاه آموزشی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در ایستگاههای پخش سیلاب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- غفاری، ح. ر. ۱۳۷۴. بررسی پخش سیلاب بر روی رسوبات آبرفتی و تاثیر آن در تغذیه مصنوعی در حوزه آبخیز کال ایور جاجرم، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، واحد علوم تحقیقات.
- محمدی، ا. و ا. اسماعیل نسب. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک، دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب، تهران م صفحات ۶۷-۵۵.
- مقدم، م. ر. ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری. جلد ۱. انتشارات دانشگاه تهران. ص. ۴۷۰.
- ملایی، ع. م. شفیعی. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر پخش سیلاب، مطالعه موردی ایستگاه پخش سیلاب امامزاده جعفر. مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری. ص ۶.
- نادری، ع. ۱۳۶۷. اثر پخش سیلاب بر روی پارهای از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شنی گربایگان فسا. پایاننامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ص. ۱۱۲.



Abstract

In order to study the effect of flood spreading on soil properties in Jahan Abad basin of Torbat e Jam, soil sampling were carried out at both flood spreading and control area. Increased in electrical conductivity, calcium, magnesium, sodium, SAR, lime percentage and silt and significant decreased in sand percentage were the important results of soil science studies in this basin. Sand percentage reduction and silt increasing changed the soil texture from light to heavy, which led to soil moisture increasing in the basin. Against, sodium amount, SAR and electrical conductivity increasing caused soil salinity increase. Also, soil became prone to wind erosion in some part of basin. According to estimates made before flood spreading range condition was very poor and trend was negative and therefore the utilization of pasture was not advisable. But, this study showed that by doing some management activities, basin not only has low grazing ability, but also has the economic culture ability of some medicinal species such as thyme and pistachios cultivation.



بررسی وضعیت پایداری خاک کاربری‌های مختلف اراضی در بخشی از جنوب شرق قزوین

جلیل کاکه^۱، منوچهر گرجی^۲، علیرضا علی‌محمدی^۳ و ابراهیم محمودآبادی^۴
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۳- دانش
آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۴- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه
فردوسی مشهد

چکیده

نوع کاربری زمین یکی از مهمترین عوامل موثر بر وضعیت پایداری خاک است. این تحقیق در اراضی جنوب شرق قزوین در پنج کاربری باغ، مرتع، زراعت آبی، زراعت دیم و اراضی رها شده انجام شد. در مجموع ۴۵ نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر تهیه شد و خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز برای سنجش شاخص پایداری (SI) و رتبه تجمعی (CR) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که شاخص پایداری و شاخص رتبه تجمعی هر دو در کاربری‌های زراعت آبی، زراعت دیم و اراضی رها شده نسبت به کاربری باغ و مرتع کمتر است. خاک این سه کاربری به وسیله شاخص پایداری به عنوان ناپایدار در حالی که کاربری باغ و مرتع به عنوان پایدار معرفی شدند. همچنین خاک این سه کاربری و به وسیله شاخص رتبه تجمعی به عنوان پایدار معرفی می‌شوند در حالی که دو کاربری باغ و مرتع به عنوان پایداری زیاد معرفی شدند. واژه‌های کلیدی: شاخص پایداری، شاخص رتبه تجمعی، کاربری اراضی.

مقدمه

نوع کاربری زمین از جمله عوامل تأثیرگذار بر کیفیت خاک می‌باشد. همچنین ویژگی‌های مختلفی از خاک برای برآورد شاخص کیفیت خاک مطرح شده‌اند که نوع کاربری زمین می‌تواند بر این ویژگی‌ها مؤثر باشد. برخی از شاخص‌ها به منظور تعیین کیفیت خاک ارائه شده‌اند، که این شاخص‌ها با در نظر گرفتن تأثیر مجموعه‌ای از این ویژگی‌های خاک مقداری کمی برای کیفیت خاک ارائه می‌کنند. شاخص پایداری خاک (گومز و همکاران، ۱۹۹۶) و روش رتبه‌بندی تجمعی (شوکلای و همکاران، ۲۰۰۴) دو شاخص هستند که برای بیان کیفیت خاک بر اساس پایداری فیزیکی آن در برابر فرسایش استفاده می‌شوند (سینگ و خرا، ۲۰۰۹). گومز و همکاران (۱۹۹۶)، به منظور تعیین پایداری خاک در سیستم‌های مختلف کشاورزی، روشی براساس اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی خاک پیشنهاد کردند. این روش شاخص پایداری^{۱۵۴} است که در آن پنج ویژگی خاک شامل عمق خاک، درصد کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه به عنوان شاخص‌های کیفیت فیزیکی مؤثر بر پایداری سیستم خاک در نظر گرفته می‌شوند و میانگین عددی آنها به عنوان شاخص پایداری اطلاق می‌گردد (سینگ و خرا، ۲۰۰۹). برای تعیین شاخص پایداری خاک به این صورت عمل می‌شود که مقدار هر کدام از پنج ویژگی خاک شامل عمق خاک، میزان کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه به مقدار آستانه این ویژگی‌ها از نظر پایداری خاک تقسیم می‌شود. سپس با محاسبه میانگین حسابی اعداد به دست آمده، شاخص پایداری خاک (SI) تعیین می‌گردد. مقادیر آستانه در نظر گرفته شده برای عمق خاک ۵۰ سانتی‌متر یا میانگین معمول در منطقه، هرکدام بیشتر باشد، کربن آلی یک درصد یا میانگین معمول در منطقه، هر کدام بیشتر باشد، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب بر حسب میانگین معمول در منطقه، جرم ویژه ظاهری بر حسب میانگین معمول در منطقه و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه بر حسب میانگین معمول در منطقه می‌باشد (سینگ و خرا، ۲۰۰۹). ارزش هر پارامتر اگر برابر یا بیشتر از یک باشد، نشان دهنده تأثیر مثبت آن پارامتر بر پایداری سامانه مورد استفاده است، در حالی که مقادیر کمتر از یک نشان می‌دهد که آن پارامتر نقش کاهشی در پایداری سامانه با استفاده خاص دارد. اگر در سیستمی میانگین شاخص‌های پایداری^{۱۵۵} ارزشی کمتر از یک داشته باشند، راجع به فرسایش پذیری خاک، به عنوان ناپایدار^{۱۵۶} نامیده می‌شود.

روش دیگر برای تعیین پایداری خاک بر اساس شاخص‌های کیفیت فیزیکی، توسط شوکلای و همکاران (۲۰۰۴) ارائه شده که به روش رتبه تجمعی^{۱۵۷} معروف است. برای این منظور ۱۱ ویژگی مذکور در جدول ۱ در نظر گرفته شد. سپس مقادیر هر ویژگی بر اساس حدود بحرانی ارائه شده توسط لال، (۱۹۹۴) (جدول ۱)، به پنج گروه بدون محدودیت، محدودیت کم، متوسط، شدید و خیلی شدید تقسیم و به هر گروه به ترتیب نمره ۱ تا ۵ اختصاص یافت (عامل وزن دهی نسبی^{۱۵۸})، به طوری که نمره ۱ به گروه دارای

^{۱۵۴} - Sustainability index (SI)

^{۱۵۵} - mean sustainability indices

^{۱۵۶} - non sustainable (NS)

^{۱۵۷} - Cumulative rating (CR)

^{۱۵۸} - Relative Weighting Factor (RWF)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

بیشترین کیفیت (بدون محدودیت) و ۵ به گروه دارای کمترین کیفیت (محدودیت خیلی شدید) تعلق می‌گیرد. در نهایت مجموع نمرات اختصاص یافته به ۱۱ ویژگی به عنوان شاخص رتبه تجمعی در نظر گرفته شد با افزایش مقدار شاخص رتبه تجمعی، پایداری خاک کاهش می‌یابد. به طوری که اگر مقدار شاخص رتبه تجمعی کمتر از ۲۰، ۲۵-۲۰، ۳۰-۲۵، ۴۰-۳۰ و بیش از ۴۰ باشد، خاک به ترتیب وضعیت پایداری زیاد، پایدار، پایداری متوسط، پایداری کم و ناپایدار دارد.

جدول ۱ - محاسبه شاخص رتبه تجمعی و نحوه امتیازبندی ویژگی‌ها براساس حدود بحرانی (ل، ۱۹۹۴)

شاخص	محدویت	بدون محدودیت	محدودیت کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
	عامل وزن دهی نسبی	۱	۲	۳	۴	۵
تخلخل (سانتیمتر مکعب در سانتیمتر مکعب)		> ۲/۰	۲/۰-۱۸/۰	۱۸/۰-۱۵/۰	۱۵/۰-۱/۰	< ۱/۰
ظرفیت نگهداری آب (سانتیمتر)		> ۳۰	۳۰-۲۰	۲۰-۸	۸-۲	< ۲
نفوذپذیری (سانتی متر بر ساعت)		> ۵	۵-۲	۲-۱	۱-۵/۰	< ۵/۰
هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی متر بر ساعت)		> ۲	۲-۲/۰	۲/۰-۰۲/۰	۰۲/۰-۰۰۲/۰	< ۰۰۲/۰
جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)		< ۳/۱	۴/۱-۳/۱	۵/۱-۴/۱	۶/۱-۵/۱	> ۶/۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی متر)		> ۵/۲	۵/۲-۲	۲-۱	۱-۵/۰	< ۵/۰
خاکدانه‌های پایدار در آب (گرم بر کیلوگرم)		> ۷۵۰	۷۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۵۰	< ۵۰
کربن آلی (تن بر متر مکعب)		۱۳۰-۷۰	۷۰-۴۵	۴۵-۱۴	۱۴-۵/۷	< ۵/۷
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)		< ۳	۵-۳	۷-۵	۱۰-۷	> ۱۰
اسیدیته		۷-۶	۶-۸/۵	۸/۵-۴/۵	۴/۵-۵	> ۲/۸
بافت		لوم	لوم سیلتی، سیلت، لوم رسی سیلتی	لوم رسی، لوم سیلتی	رس سیلتی، شن لومی	رسی، شنی

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اراضی جنوب شرق قزوین (۷۱°۷'۸" تا ۱۱°۳'۱۷" طول جغرافیایی و ۱۴°۱'۲۴" تا ۲۰°۴'۵۱" عرض جغرافیایی)، در پنج کاربری باغ، مرتع، زراعت آبی، زراعت دیم و اراضی رها شده و در سه کلاس شیب کمتر از ۲ درصد، ۵-۷ درصد و ۹-۱۱ درصد انجام شد. نمونه‌های خاک در هر کاربری و شیب در سه تکرار (در مجموع ۴۵ نمونه)، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر تهیه شد.

برای تعیین شاخص پایداری در این تحقیق چون اطلاعاتی در مورد عمق خاک در اختیار نبود، از چهار ویژگی استفاده شد و همچنین به جای درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، از میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها استفاده شد. همچنین برای تعیین پایداری خاک بر اساس شاخص رتبه تجمعی از ۱۱ ویژگی مذکور در جدول ۱، به علت فقدان داده‌های درصد خاکدانه‌های پایدار در آب و نفوذپذیری، از ۹ ویژگی استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۲ مقدار متوسط خصوصیات فیزیکی در هر کاربری و شیب‌های متناظر با آنها، جهت محاسبه شاخص پایداری را نشان می‌دهد.

جدول ۲ - مقادیر شاخص‌های فیزیکی مورد استفاده در شاخص پایداری (SI) در کاربری‌های مختلف اراضی

کاربری	کلاس شیب (درصد)	کربن آلی (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)	خصوصیات خاک		فرسایش پذیری خاک (تن ساعت بر مگاژول میلی متر)
				اب قابل دسترس گیاه (درصد)	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی متر)	
باغ	< ۲	۱۱/۲	۱۵/۱	۴۵/۸	۰۷/۲	۲۵/۰
	۷-۵	۵۷/۱	۱/۱	۱۶/۷	۸۵/۱	۳/۰
	۱۱-۹	۳۳/۱	۲/۱	۸/۶	۶۵/۱	۳۱/۰
	< ۲	۴۵/۱	۲۷/۱	۱۵/۶	۳۸/۱	۳۱/۰
مرتع	۷-۵	۲۲/۱	۲۷/۱	۲۱/۵	۳۵/۱	۳۲/۰
	۱۱-۹	۱۴/۱	۲۷/۱	۷۹/۴	۱۶/۱	۳۲/۰
	< ۲	۶۶/۰	۳۸/۱	۳۴/۴	۳۸/۰	۳۳/۰
	۷-۵	۷۰/۰	۳۶/۱	۶/۴	۳۸/۰	۳۶/۰
زراعت آبی	۱۱-۹	۶۱/۰	۴/۱	۵۳/۳	۵۳/۰	۳۵/۰
	< ۲	۶۶/۰	۴۲/۱	۲/۴	۲۹/۰	۳۸/۰
	۷-۵	۶۲/۰	۴۸/۱	۹/۳	۳۶/۰	۳۹/۰
	۷-۵	۶۲/۰	۴۸/۱	۹/۳	۳۶/۰	۳۹/۰



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۴۱/۰	۳۹/۰	۳۲/۳	۴۳/۱	۵۵/۰	۱۱-۹	اراضی رها شده میانگین
۴۱/۰	۲۴/۰	۶/۳	۴۱/۱	۷۱/۰	<۲	
۴۱/۰	۳۵/۰	۳۶/۳	۴۶/۱	۷۴/۰	۷-۵	
۴۴/۰	۳۶/۰	۶۶/۲	۳۶/۱	۶۰/۰	۱۱-۹	
-	۸۵/۰	۸۰/۴	۳۳/۱	۹۸/۰	-	

همچنین با استفاده از سایر ویژگی‌های خاک، میزان فرسایش پذیری خاک محاسبه و در ادامه برای مقایسات شاخص پایداری از آن استفاده گردید. در ادامه مقدار عددی چهار ویژگی خاک شامل کربن آلی، خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه به مقدار استانه این ویژگی‌ها از نظر پایداری خاک تقسیم و نمره هر خصوصیت محاسبه شد. سپس با محاسبه میانگین حسابی اعداد به دست آمده، شاخص پایداری (SI) در هر کاربری و شیب تعیین گردید (جدول ۳). ارزش هر ویژگی اگر برابر یا بیشتر از یک باشد، نشان دهنده تاثیر مثبت آن ویژگی بر پایداری سامانه مورد استفاده است، در حالی که مقادیر کمتر از یک نشان می‌دهد که آن ویژگی نقش کاهشی در پایداری سامانه دارد. اگر در سامانه‌ای میانگین شاخص‌های پایداری^{۱۵۹} ارزشی کمتر از یک داشته باشند، راجع به فرسایش پذیری خاک، به عنوان ناپایدار^{۱۶۰} نامیده می‌شود که با علامت NS در جدول مشخص گردیده است. در این تحقیق بیشترین شاخص پایداری مربوط به کاربری باغ و سپس مرتع است که با افزایش درصد شیب نیز مقدار شاخص پایداری کاهش می‌یابد. بر اساس این شاخص، کاربری‌های زراعت آبی، زراعت دیم و اراضی رها شده ناپایدار بوده و در نتیجه حساسیت بیشتری نسبت به فرسایش خاک دارند که البته مقادیر فرسایش پذیری بیشتر در این کاربری‌ها (جدول ۲) نیز موید همین موضوع است، به طوری که اگر رابطه شاخص‌های پایداری متناظر با هر شاخص فرسایش پذیری خاک را بررسی نمائیم، مشاهده می‌کنیم که رابطه‌ای معکوس و نسبتاً قوی (ضریب تبیین برابر ۷۹/۰) بین این دو برقرار است.

جدول ۳- نمرات مربوط به هر پارامتر و شاخص پایداری برای کاربری‌های مختلف اراضی

شاخص پایداری (SI)	میانگین	شاخص پایداری مربوط به هر خصوصیت					کاربری
		میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی‌متر)	آب قابل دسترس گیاه (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)	کربن آلی (درصد)	شیب (درصد)	
۷۹/۱	۷۹/۱	۴۴/۲	۷۶/۱	۸۶/۰	۱۱/۲	<۲	باغ
۵۲/۱	۵۲/۱	۱۸/۲	۴۹/۱	۸۳/۰	۵۷/۱	۷-۵	
۴۰/۱	۴۰/۱	۹۴/۱	۴۲/۱	۹۰/۰	۳۴/۱	۱۱-۹	
۳۳/۱	۳۳/۱	۶۲/۱	۲۸/۱	۹۵/۰	۴۵/۱	<۲	مرتع
۲۱/۱	۲۱/۱	۵۹/۱	۰۹/۱	۹۵/۰	۲۲/۱	۷-۵	
۱۲/۱	۱۲/۱	۳۶/۱	۰/۱	۹۵/۰	۱۴/۱	۱۱-۹	
NS	۷۶/۰	۴۵/۰	۹۰/۰	۰۴/۱	۶۶/۰	<۲	زراعت آبی
NS	۷۸/۰	۴۵/۰	۹۶/۰	۰۲/۱	۷۰/۰	۷-۵	
NS	۷۶/۰	۶۲/۰	۷۶/۰	۰۵/۱	۶۱/۰	۱۱-۹	
NS	۷۳/۰	۳۴/۰	۸۸/۰	۰۷/۱	۶۶/۰	<۲	زراعت دیم
NS	۷۴/۰	۴۲/۰	۸۱/۰	۱۱/۱	۶۲/۰	۷-۵	
NS	۶۹/۰	۴۶/۰	۶۹/۰	۰۸/۱	۵۵/۰	۱۱-۹	
NS	۷۰/۰	۲۸/۰	۷۵/۰	۰۶/۱	۷۱/۰	<۲	اراضی رها شده
NS	۷۴/۰	۴۱/۰	۷۰/۰	۱۰/۱	۷۴/۰	۷-۵	
NS	۶۵/۰	۴۲/۰	۵۵/۰	۰۲/۱	۶۰/۰	۱۱-۹	

جدول ۴ نتایج شاخص رتبه تجمعی را نشان می‌دهد. در کاربری باغ در هر سه کلاس شیب و در کاربری مرتع در کلاس شیب کمتر از ۲ درصد و ۷-۵ درصد، شاخص رتبه تجمعی کمتر از ۲۰ است و در کلاس پایداری زیاد دسته‌بندی می‌شوند. اما در کلاس شیب ۹-۱۱ درصد کاربری مرتع، و کاربری‌های زراعت آبی، زراعت دیم و اراضی رها شده در هر سه کلاس شیب، شاخص رتبه تجمعی بین ۲۰-۲۵ واقع می‌گردد که در کلاس پایدار دسته‌بندی می‌شوند. رابطه بین شاخص رتبه تجمعی و فرسایش پذیری خاک مستقیم است به طوری که هر چه شاخص رتبه تجمعی افزایش یابد، فرسایش پذیری خاک نیز افزایش می‌یابد و ضریب تبیین برابر ۷۱/۰ بین این دو برقرار است. بنابراین شاخص رتبه تجمعی و شاخص پایداری، رابطه‌ای معکوس با همدیگر دارند.

در کل در شاخص پایداری چهار ویژگی درصد کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه از کل پنج ویژگی این شاخص برای تعیین کیفیت خاک، ویژگی‌های حساس به تغییر کاربری زمین می‌باشند که ورود آن‌ها در شاخص پایداری، حساسیت آن را به تغییر کاربری افزایش می‌دهد در حالی که در شاخص رتبه تجمعی ویژگی‌های ماند pH، هدایت الکتریکی و بافت خاک که تغییراتشان تأثیر پذیری کمی از نوع کاربری زمین دارند، باعث شده است تا حساسیت این

^{۱۵۹} - mean sustainability indices

^{۱۶۰} - non sustainable (NS)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

شاخص به تغییر کاربری کمتر شود. همچنین در شاخص رتبه تجمعی نمره‌دهی ویژگی‌ها به صورت غیرپیوسته از ۱ الی ۵ صورت می‌گیرد که این امر نیز حساسیت مدل را کاهش می‌دهد.
جدول ۴- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و نمره اختصاص یافته به هر کدام (داخل پرانتز) و شاخص رتبه تجمعی (CR) مربوط به هر کاربری

کاربری	کلاس شیب (درصد)	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نمره اختصاص یافته به آن‌ها										ارزیابی شاخص رتبه تجمعی (CR)
		OC	b	AWC	MWD	Fa	Ks	بافت	EC	pH	امتیاز	
پایدار	۲	۶۴/۷۲	۱۵/۱	۴۵/۸	۰۷/۲	۵۴/۱	۴/۱	S.C.	۴۵/	۲/۷	۱۴	پایدار زیاد
		(۱)	(۱)	(۳)	(۲)	(۱)۰	(۱)۷	(۲)	(۱)۰	(۲)		
باغ	۷-۵	۶۸/۵۱	۱۱/۱	۱۶/۷	۸۵/۱	۵۶/۱	۶/۱	C.L	۷۷/	۲۰	پایدار زیاد	
		(۲)	(۱)	(۴)	(۳)	(۱)۰	(۱)۵	(۳)	(۱)۰	(۴)		
۱۱-۹	۱۱-۹	۰۳/۴۸	۲/۱	۸/۶	۶۵/۱	۵۲/۱	۲/۱	S.C.	۷۵/	۱۸	پایدار زیاد	
		(۲)	(۱)	(۴)	(۳)	(۱)۰	(۱)۴	(۲)	(۱)۰	(۳)		
۲	۲	۲۵/۵۵	۲۷/۱	۱۵/۶	۳۸/۱	۴۹/۱	۱/۱	S.C.	۳۳/	۱۸	پایدار زیاد	
		(۲)	(۱)	(۴)	(۳)	(۱)۰	(۱)۴	(۲)	(۱)۰	(۳)		
مرتع	۷-۵	۴۱/۴۶	۲۷/۱	۲۱/۵	۳۵/۱	۴۹/۱	۴/۱	C.L	۴۴/	۱۹	پایدار زیاد	
		(۲)	(۱)	(۴)	(۳)	(۱)۰	(۱)۳	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۱۱-۹	۱۱-۹	۵۴/۴۳	۲۷/۱	۷۹/۴	۱۶/۱	۴۹/۱	۴/۱	C	۵۱/	۲۲	پایدار	
		(۳)	(۱)	(۴)	(۳)	(۱)۰	(۱)۲	(۵)	(۱)۰	(۳)		
۲	۲	۳۸/۲۷	۳۸/۱	۳۴/۴	۳۸/۰	۴۵/۱	۷۳/	C.L	۶۷/	۲۳	پایدار	
		(۳)	(۲)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)۷	(۳)	(۱)۰	(۳)		
زراعت آبی	۷-۵	۴۰/۲۸	۳۶/۱	۰۶/۴	۳۸/۰	۴۶/۱	۶/۷	C.L	۶۱/	۲۳	پایدار	
		(۳)	(۲)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۱۱-۹	۱۱-۹	۸۲/۲۵	۰۴/۱	۵۳/۳	۵۳/۰	۴۴/۱	۰۳/	C.L	۸۱/	۲۳	پایدار	
		(۳)	(۳)	(۴)	(۴)	(۱)۰	(۱)۷	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۲	۲	۹۲/۲۷	۴۲/۱	۰۲/۴	۲۹/۰	۴۳/۱	۳/۷	C.L	۳۹/	۲۴	پایدار	
		(۳)	(۳)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)	(۳)	(۱)۰	(۳)		
زراعت دیم	۷-۵	۵۶/۲۷	۴۸/۱	۰۹/۳	۳۶/۰	۴۱/۱	۲/۷	C.L	۴۲/	۲۴	پایدار	
		(۳)	(۳)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۱۱-۹	۱۱-۹	۳۹/۲۳	۴۳/۱	۳۲/۳	۳۹/۰	۴۳/۱	۲۳/	C.L	۴۵/	۲۴	پایدار	
		(۳)	(۳)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)۶	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۲	۲	۱۸/۳۰	۴۱/۱	۰۶/۳	۲۴/۰	۴۴/۱	۴/۶	C.L	۴۲/	۲۴	پایدار	
		(۳)	(۳)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۷-۵	۷-۵	۲۷/۳۲	۴۶/۱	۳۶/۳	۳۵/۰	۴۲/۱	۱/۶	C.L	۴۵/	۲۴	پایدار	
		(۳)	(۳)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)	(۳)	(۱)۰	(۳)		
۱۱-۹	۱۱-۹	۶۱/۲۴	۳۶/۱	۶۶/۲	۳۶/۰	۴۶/۱	۳۶/	C.L	۶۵/	۲۳	پایدار	
		(۳)	(۲)	(۴)	(۵)	(۱)۰	(۱)۵	(۳)	(۱)۰	(۳)		

OC: کربن آلی (تن بر هکتار)، b: جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)، AWC: آب قابل دسترس گیاه (سانتی متر)، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی‌متر)، Fa: تخلخل (سانتی‌متر مکعب بر سانتی‌متر مکعب)، Ks: هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی‌متر بر ساعت)، EC: هدایت الکتریکی (ds/m)، CR: شاخص رتبه تجمعی.

منابع

شهاب آرخالو، ح و امامی، ح. حق‌نیا، غ.م. ۱۳۹۱. ارزیابی رابطه مدل‌های تعیین کیفیت خاک و شاخص‌های پایداری آن در زمین‌های کشاورزی و مرتعی جنوب مشهد. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، جلد ۲۶، شماره ۳.



- Gomez, A.A., Kelly, D.E.S., Syers, J.K., and Coughlan, K.J. ۱۹۹۶. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level, P ۴۰۱-۴۱۰. In: Doran J.W. and Jones A.J. (eds).
- Lal, R. ۱۹۹۴. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support System, USDANRCS, Washington, DC.
- Shukla, M.K., Lal, R., and Ebinger, M. ۲۰۰۴. Soil quality indicators for the North Appalachian experimental watersheds in Coshocton, Ohio. Soil Science, ۱۶۹: ۱۹۵-۲۰۵.
- Singh, M., Khera, K. ۲۰۰۹. Nomographic estimation and evaluation of soil erodibility under simulated and natural rainfall conditions. Land Degradation & Development, ۲۰(۵), ۴۷۱-۴۸۰.

Abstract

Land use type is one of the most important factors affecting the soil stability. This study was conducted in five different land uses including orchard, rangeland, irrigated farming, dry land farming and abandoned areas which are located in the south eastern of Qazvin. In order to determine Sustainability Index (SI) and Cumulative Rating (CR) index, firstly, ۶۴ samples were collected from depth of ۰-۳۰ cm, then, soil physicochemical properties were measured. Results showed that both SI and CR in irrigated farming, dry land farming and abandoned were lower than orchard and rangeland. According to SI, the former land uses were classified as non-sustainable while the latter land use group was sustainable. Furthermore, CR classified land uses in two groups, in which irrigated farming, dry land farming and abandoned area were sustainable, meanwhile, orchard and rangeland considered as highly sustainable



بررسی تاثیر پوسته‌های زیستی بر وضعیت پایداری خاک مراتع قره‌قیر استان گلستان

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۳- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

پوسته‌های زیستی می‌تواند بر روی خصوصیات خاک تاثیر بسزایی داشته باشند و موجب بهبود پایداری خاک گردد. به منظور مقایسه تاثیر حضور و عدم حضور پوسته بر وضعیت پایداری خاک این پژوهش در مراتع قره‌قیر در شمال استان گلستان انجام شد. ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک در خاک پوشیده از پوسته‌های زیستی و فاقد آن در دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص پایداری در خاک تحت پوشش پوسته زیستی در دو عمق مذکور، بیشتر از ۱ است و بیانگر پایداری خاک است، اما در خاک فاقد پوسته زیستی، شاخص پایداری کمتر از ۱ بوده و خاک ناپایدار است. به علاوه شاخص رتبه تجمعی، خاک تحت پوشش پوسته زیستی، را به عنوان پایداری زیاد و پایدار (بترتیب در دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر) و خاک فاقد پوسته زیستی را به عنوان پایداری کم (در هر دو عمق) طبقه‌بندی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شاخص پایداری، شاخص رتبه تجمعی، پوسته‌های زیستی

مقدمه

پوسته‌های زیستی خاک^{۱۶۱} بر خلاف گیاهان آوندی، در مراتع به لحاظ تغذیه دام اهمیت چندانی ندارند اما از لحاظ حفاظت خاک و ایفای نقش‌های بوم‌شناختی حائز اهمیت می‌باشند. پوسته‌های زیستی باعث می‌شوند خاک توسط شبکه‌ای از رشته‌های سیانوباکتری، قارچ و همچنین ساختارهای مهار کننده خزه و گل‌سنگ‌ها پوشانده شود که تثبیت خاک را افزایش داده و خاک‌های با مقاومت فوق‌العاده‌ای در مقابل حرکت آب فراهم می‌کنند. همچنین پوسته‌های زیستی با تثبیت کربن مقادیر قابل توجهی از کربن آلی به خاک‌های خشک تزریق و به شکل‌گیری خاکدانه‌ها و پایداری آن کمک می‌کنند. بنابراین با افزایش زیتوده سیانوباکتری و پوشش خزه - گل‌سنگ پایداری خاک در برابر نیروهای فرساینده افزایش می‌یابد (بلنپ، ۲۰۰۶). پوسته‌های زیستی همچنین با تحت تاثیر قرار دادن سایر ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک موجب افزایش کیفیت آن می‌شوند.

از طرف دیگر مدیریت‌های اعمال شده توسط انسان بخصوص در دهه‌های اخیر با اثر منفی خود تخریب خاک و ناپایداری زیست‌بوم‌های طبیعی را به همراه داشته است. توسعه مدیریت پایدار با توانایی لازم جهت حفظ یا بهبود کیفیت خاک یکی از راه‌هایی است که برای رفع این مشکل پیشنهاد شده است و برای دستیابی به این نوع مدیریت‌ها برای مناطق مختلف باید کیفیت خاک در آن منطقه ارزیابی شود (توکلی و همکاران، ۱۳۸۷). به منظور تعیین کیفیت خاک برخی از شاخص‌ها ارائه شده‌اند، که با در نظر گرفتن تاثیر مجموعه‌ای از این ویژگی‌ها مقداری کمی برای کیفیت خاک ارائه می‌کنند. شاخص پایداری خاک (گومز و همکاران، ۱۹۹۶) و روش رتبه‌بندی تجمعی (شوکلآ و همکاران، ۲۰۰۴) دو شاخص هستند که برای بیان کیفیت خاک بر اساس پایداری فیزیکی آن در برابر فرسایش استفاده می‌شوند (سینگ و خرا، ۲۰۰۹).

گومز و همکاران (۱۹۹۶)، به منظور تعیین پایداری خاک در سیستم‌های مختلف کشاورزی، روشی براساس اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی خاک پیشنهاد کردند. این روش شاخص پایداری^{۱۶۲} است که در آن پنج ویژگی خاک شامل عمق خاک، درصد کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه به عنوان شاخص‌های کیفیت فیزیکی مؤثر بر پایداری سیستم خاک در نظر گرفته می‌شوند و میانگین عددی آنها به عنوان شاخص پایداری اطلاق می‌گردد (سینگ و خرا، ۲۰۰۹). برای تعیین شاخص پایداری خاک به این صورت عمل می‌شود که مقدار هر کدام از پنج ویژگی خاک شامل عمق خاک، میزان کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه به مقدار آستانه این ویژگی‌ها از نظر پایداری خاک تقسیم می‌شود. سپس با محاسبه میانگین حسابی اعداد به دست آمده، شاخص پایداری خاک (SI) تعیین می‌گردد. مقادیر آستانه در نظر گرفته شده برای عمق خاک ۵۰ سانتی‌متر یا میانگین معمول در منطقه، هرکدام بیشتر باشد، کربن آلی یک درصد یا میانگین معمول در منطقه، هر کدام بیشتر باشد، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب بر حسب میانگین معمول در منطقه، جرم ویژه ظاهری بر حسب میانگین معمول در منطقه و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه بر حسب میانگین معمول در منطقه می‌باشد (سینگ و خرا، ۲۰۰۹). ارزش هر پارامتر اگر برابر یا بیشتر از یک باشد، نشان دهنده تاثیر مثبت آن پارامتر بر پایداری سامانه مورد استفاده است، در حالی که مقادیر کمتر از یک نشان می‌دهد که آن پارامتر نقش کاهشی در پایداری

^{۱۶۱} - Biological Soil Crusts

^{۱۶۲} - Sustainability Index (SI)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

سامانه با استفاده خاص دارد. اگر در سیستمی میانگین شاخص‌های پایداری^{۱۶۴} ارزشی کمتر از یک داشته باشند، راجع به فرسایش پذیری خاک، به عنوان ناپایدار^{۱۶۴} نامیده می‌شود. روش دیگر برای تعیین پایداری خاک بر اساس شاخص‌های کیفیت فیزیکی، توسط شوکلا و همکاران (۲۰۰۴) ارائه شده که به روش رتبه تجمعی^{۱۶۵} معروف است. برای این منظور ۱۱ ویژگی مذکور در جدول ۱ در نظر گرفته شد. سپس مقادیر هر ویژگی بر اساس حدود بحرانی ارائه شده توسط لال، (۱۹۹۴) (جدول ۱)، به پنج گروه بدون محدودیت، محدودیت کم، متوسط، شدید و خیلی شدید تقسیم و به هر گروه به ترتیب نمره ۱ تا ۵ اختصاص یافت (عامل وزن دهی نسبی^{۱۶۶})، به طوری که نمره ۱ به گروه دارای بیشترین کیفیت (بدون محدودیت) و ۵ به گروه دارای کمترین کیفیت (محدودیت خیلی شدید) تعلق می‌گیرد. در نهایت مجموع نمرات اختصاص یافته به ۱۱ ویژگی به عنوان شاخص رتبه تجمعی در نظر گرفته شد با افزایش مقدار شاخص رتبه تجمعی، پایداری خاک کاهش می‌یابد. به طوری که اگر مقدار شاخص رتبه تجمعی کمتر از ۲۰، ۲۵-۲۰، ۳۰-۲۵، ۴۰-۳۰ و بیش از ۴۰ باشد، خاک به ترتیب وضعیت پایداری زیاد، پایدار، پایداری متوسط، پایداری کم و ناپایدار دارد.

جدول ۱ - محاسبه شاخص رتبه تجمعی و نحوه امتیازبندی ویژگی‌ها براساس حدود بحرانی (لال، ۱۹۹۴)

شاخص	محدودیت	بدون محدودیت	محدودیت کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
	عامل وزن دهی نسبی	۱	۲	۳	۴	۵
تخلخل (سانتیمتر مکعب در سانتیمتر مکعب)	> ۲/۰	۲/۰-۱۸/۰	۱۸/۰-۱۵/۰	۱۵/۰-۱۰/۰	۱۰/۰-۵/۰	< ۱/۰
ظرفیت نگهداری آب (سانتیمتر)	> ۳۰	۳۰-۲۰	۲۰-۱۰	۱۰-۵	۵-۲	< ۲
نفوذپذیری (سانتی متر بر ساعت)	> ۵	۵-۲	۲-۱	۱-۰	۰-۰	< ۵/۰
هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی متر بر ساعت)	> ۲	۲-۲/۰	۲/۰-۰	۰-۰	۰-۰	< ۰۰۲/۰
جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)	< ۳/۱	۴/۱-۳/۱	۵/۱-۴/۱	۶/۱-۵/۱	۷/۱-۶/۱	> ۶/۱
میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی متر)	> ۵/۲	۵/۲-۲	۲-۱	۱-۰	۰-۰	< ۵/۰
خاکدانه‌های پایدار در آب (گرم بر کیلوگرم)	> ۷۵۰	۷۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۱۰۰	۱۰۰-۵۰	< ۵۰
کربن آلی (تن بر متر مکعب)	۱۳۰-۷۰	۷۰-۴۵	۴۵-۱۴	۱۴-۵/۷	۵/۷-۰	< ۵/۷
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	< ۳	۵-۳	۷-۵	۱۰-۷	۱۰-۷	> ۱۰
اسیدپتیه	۷-۶	۶-۸/۵	۸/۵-۴/۵	۴/۵-۲/۸	۲/۸-۰	> ۲/۸
بافت	لوم	لوم رسی، سیلت، لوم رسی سیلتی	لوم رسی، لوم سیلتی	لوم رسی، رس سیلتی	رس سیلتی، شن لومی	رسی، شنی

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مراتع قره‌قیر در شمال استان گلستان و شهرستان آق‌قلا انجام شد و ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک در دو تیمار خاک پوشیده از پوسته‌های زیستی و فاقد آن در دو عمق ۰-۵ و ۵-۱۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین شاخص پایداری از پنج ویژگی خاک شامل عمق خاک، میزان کربن آلی، درصد خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه استفاده می‌شود، اما در این تحقیق چون اطلاعاتی در مورد عمق خاک در اختیار نبود، لذا از چهار ویژگی استفاده شد. همچنین برای تعیین شاخص رتبه تجمعی، ۱۱ ویژگی مذکور در جدول ۱، استفاده شد.

نتایج و بحث:

جدول ۲ مقدار متوسط شاخص‌های فیزیکی مورد استفاده برای محاسبه شاخص پایداری در دو عمق ۰-۵ و ۵-۱۵ سانتی‌متر برای تیمار سطوح پوشیده از پوسته‌های زیستی و سطوح فاقد آن را نشان می‌دهد.

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی مورد استفاده در شاخص پایداری در دو تیمار

تیمار	عمق (سانتی متر)	کربن آلی (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)	خصوصیات		فرسایش پذیری خاک (تن ساعت بر مگازول میلی‌متر)
				آب قابل دسترس گیاه (درصد)	خاکدانه‌های پایدار در آب (درصد)	
پوسته‌دار	۵-۰	۱۹/۲	۲۹/۱	۴۱/۱۰	۱۳/۶۶	۴۴/۰
	۱۵-۵	۷۲/۱	۳۴/۱	۶۱/۸	۶۶/۶۱	۴۵/۰
بدون پوسته	۵-۰	۰۷/۱	۴۲/۱	۹۷/۵	۲۹/۳۵	۵۳/۰
	۱۵-۵	۹۵/۰	۴۲/۱	۸۴/۵	۳۱/۴۰	۴۹/۰
	-	۴۸/۱	۳۷/۱	۷۰/۷	۸۴/۵۰	-

میانگین

^{۱۶۴} - mean sustainability indices

^{۱۶۴} - non sustainable (NS)

^{۱۶۵} - Cumulative rating (CR)

^{۱۶۶} - Relative Weighting Factor (RWF)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

همچنین با استفاده از سایر ویژگی‌های خاک، میزان فرسایش‌پذیری خاک محاسبه و در ادامه برای مقایسات شاخص پایداری از آن استفاده گردید. در ادامه مقدار عددی چهار ویژگی خاک شامل کربن آلی، خاکدانه‌های پایدار در آب، جرم مخصوص ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه به مقدار استاندارد این ویژگی‌ها از نظر پایداری خاک تقسیم و امتیاز یا نمره مربوط به هر خصوصیت محاسبه شد. سپس با محاسبه میانگین حسابی اعداد به دست آمده، شاخص پایداری در هر دو تیمار خاک برای دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری تعیین گردید (جدول ۳). اگر در سامانه‌ای میانگین شاخص‌های پایداری^{۱۶۷} ارزشی کمتر از یک داشته باشند، راجع به فرسایش‌پذیری خاک، به عنوان ناپایدار^{۱۶۸} نامیده می‌شود که با علامت NS در جدول مشخص گردیده است. در این مطالعه بیشترین شاخص پایداری مربوط به خاک تحت پوشش پوسته‌های زیستی است و نسبت به خاک فاقد پوشش پوسته زیستی به طور قابل توجهی بیشتر بود. شاخص پایداری خاک فاقد پوسته‌های زیستی کمتر از یک است بنابراین ناپایدار بوده و در نتیجه حساسیت بیشتری نسبت به فرسایش خاک دارند. در خاک تحت پوشش پوسته زیستی در عمق ۵-۰ سانتی‌متر نسبت به عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری شاخص پایداری بیشتری دارد که این امر به علت درصد کربن آلی، خاکدانه‌های پایدار در آب، آب قابل استفاده بیشتر و جرم مخصوص ظاهری کمتر در خاک سطحی نسبت به عمق پایین‌تر است. با این وجود تاثیر پوسته‌های زیستی خاک بر عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری تا حدودی بوده که این عمق نیز جزء خاک پایدار در برابر فرسایش محسوب گردد.

جدول ۳- مقدار شاخص پایداری و امتیاز پارامترهای مربوطه در تیمارهای مختلف امتیاز یا نمره مربوط به هر خصوصیت

تیمار	عمق (سانتی متر)	کربن آلی (درصد)	جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)	اب قابل دسترس گیاه (درصد)	خاکدانه‌های پایدار در آب (درصد)	میانگین	شاخص پایداری (SI)
پوسته‌دار	۵-۰	۴۸/۱	۹۴/۰	۳۵/۱	۳۰/۱	۲۷/۱	۲۷/۱
	۱۵-۵	۱۶/۱	۹۸/۰	۱۲/۱	۲۱/۱	۱۲/۱	۱۲/۱
بدون پوسته	۵-۰	۷۲/۰	۰۴/۱	۷۷/۰	۶۹/۰	۸۱/۰	NS
	۱۵-۵	۶۴/۰	۰۴/۱	۷۶/۰	۷۹/۰	۸۱/۰	NS

اگر رابطه شاخص‌های پایداری متناظر در هر تیمار و عمق مربوطه را با شاخص فرسایش‌پذیری خاک بررسی نماییم، مشاهده می‌کنیم که رابطه‌ای معکوس و نسبتاً قوی (ضریب تبیین برابر ۸۷/۰) بین این دو برقرار است. این نتایج مطابق با نتایج سینگ و خرا، (۲۰۰۹) است، به طوری که آنها نیز ضریب تبیین بین میانگین شاخص پایداری و فرسایش‌پذیری خاک، تحت شرایط بارش طبیعی و شبیه‌سازی شده، را به ترتیب ۶۹/۰ و ۷۲/۰ به دست آوردند. این نتایج نشان می‌دهد هر چه شاخص پایداری بیشتر باشد، میزان فرسایش‌پذیری کمتر خواهد بود. جدول ۴ نتایج شاخص رتبه تجمعی را نشان می‌دهد.

جدول ۴- امتیاز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (داخل پرانتز) و تعیین شاخص رتبه تجمعی برای هر تیمار

تیمار	عمق (سانتی متر)	خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نمره اختصاص یافته به آنها										
		OC	b	WSA	IR	MWD	Fa	Ks	بافت	EC	pH	رتبه تجمعی (CR)
پوسته‌دار	۵-۰	۱۳/۲۴	۲۹/۱	۴۱/۱۰	۶/۹	۱۶/۲	۴۸/۰	۱۲/۷	L(۱)	۱۸/۲	۳۶/۷	۱۸
	۱۵-۵	۰۵/۲۳	۳۴/۱	۶۱/۸	۶/۹	۰۴/۲	۴۶/۰	۴۸/۶	L(۱)	۴۲/۳	۶۵/۷	۲۱
بدون پوسته	۵-۰	۶۰/۷	۴۲/۱	۹۷/۵	۸/۴	۸۹/۰	۴۳/۰	۴۲/۳	L(۱)	۱۵/۱۷	۱۵/۸	۳۲
	۱۵-۵	۵۹/۱۳	۴۳/۱	۸۴/۵	۸/۴	۹۰/۰	۴۳/۰	۵۸/۳	L(۱)	۸۸/۴۵	۰۵/۸	۳۲

OC: کربن آلی (تن بر هکتار)، b: جرم مخصوص ظاهری (تن بر متر مکعب)، AWC: آب قابل دسترس گیاه (سانتی متر)، WSA: خاکدانه‌های پایدار در آب (گرم بر کیلوگرم)، IR: میزان نفوذپذیری (سانتی متر بر ساعت)، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی متر)، Fa: تخلخل (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب)، Ks: هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی متر بر ساعت)، EC: هدایت الکتریکی (dS/m)، CR: شاخص رتبه تجمعی.

همانطور که مشاهده می‌شود، در خاک پوشیده از پوسته زیستی در عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متر، امتیاز شاخص رتبه تجمعی به ترتیب برابر ۱۸ و ۲۱ است. اگر شاخص رتبه تجمعی کمتر از ۲۰ باشد در کلاس پایداری زیاد دسته‌بندی می‌شوند. اما اگر شاخص رتبه تجمعی بین ۲۵-۲۰ واقع گردد در کلاس پایدار دسته‌بندی می‌شوند. بنابراین خاک سطحی پوشیده از پوسته‌های زیستی دارای

^{۱۶۷} - mean sustainability indices

^{۱۶۸} - non sustainable (NS)



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

پایداری زیاد است و خاک زیرسطحی آن پایدار است. اما اگر امتیاز شاخص رتبه تجمعی بین ۴۰-۳۰ باشد، در کلاس پایداری کم دسته‌بندی می‌گردد. در خاک فاقد پوسته زیستی، در هر دو عمق امتیاز شاخص رتبه تجمعی برابر ۳۲ است بنابراین در کلاس پایداری کم قرار می‌گیرد.

همچنین رابطه بین شاخص رتبه تجمعی و فرسایش‌پذیری خاک در دو تیمار و دو عمق متناظر با آن نمایانگر این است که هر چه شاخص رتبه تجمعی افزایش یابد، فرسایش‌پذیری خاک نیز افزایش می‌یابد و ضریب تبیین برابر ۸۲/۰ بین این دو برقرار است. این نتایج با یافته‌های شهاب و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد به طوری که این محققین در جنوب مشهد تحقیق مشابهی را انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که شاخص رتبه تجمعی با شاخص فرسایش‌پذیری خاک رابطه مستقیم داشته و در کاربری مرتع، کشاورزی و کل منطقه ضریب تبیین این دو به ترتیب ۶۶/۰، ۷/۰ و ۶۸/۰ است.

در کل با مقایسه شاخص رتبه بندی تجمعی و شاخص پایداری در دو تیمار و دو عمق متناظر با آن می‌توان مشاهده نمود که وجود پوسته‌های زیستی در مقایسه با خاک فاقد پوسته زیستی موجب افزایش کیفیت خاک و در نتیجه پایداری خاک در برابر فرسایش می‌گردد. در نتیجه هر گونه مدیریت که باعث افزایش دست خوردگی سطح خاک و کاهش پوشش گیاهی و پوسته‌های زیستی در سطح خاک گردد، موجب کاهش کیفیت خاک و افزایش حساسیت به فرسایش می‌گردد.

منابع

- توکلی، م؛ رئیسی، ف؛ صالحی، م.ح. (۱۳۸۷). مطالعه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در باغات بادام واقع در شیب‌های شمالی و جنوبی منطقه سامان شهرکرد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی - جلد پانزدهم - شماره سوم، ص ۳۱-۴۱.
- شهاب آر خازلو، ح. امامی، ح. حق‌نیا، غ.م. (۱۳۹۱). ارزیابی رابطه مدلهای تعیین کیفیت خاک و شاخص‌های پایداری آن در زمین‌های کشاورزی و مرتعی جنوب مشهد. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، جلد ۲۶، شماره ۳.
- Belnap, J. ۲۰۰۶. The potential roles of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. *Hydrological Processes*, ۲۰(۱۵): ۳۱۷۸-۳۱۵۹.
- Gomez, A.A., Kelly, D.E.S., Syers, J.K., and Coughlan, K.J. ۱۹۹۶. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level, P ۴۰۱-۴۱۰. In: Doran J.W. and Jones A.J. (eds).
- Lal, R. ۱۹۹۴. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support System, USDANRCS, Washington, DC.
- Shukla, M.K., Lal, R., and Ebinger, M. ۲۰۰۴. Soil quality indicators for the North Appalachian experimental watersheds in Coshocton, Ohio. *Soil Science*, ۱۶۹: ۱۹۵-۲۰۵.
- Singh, M., Khera, K. ۲۰۰۹. Nomographic estimation and evaluation of soil erodibility under simulated and natural rainfall conditions. *Land Degradation & Development*, ۲۰(۵), ۴۷۱-۴۸۰.

Abstract

Biological soil crusts (BSCs) can have a significant positive effect on soil properties, and therefore, can improve their stability. The present study was carried out in Qara Qir rangeland of Golestan province in order to investigate the effects of presence or absence of BSCs on soil stability degree. Physicochemical properties of surface soils (۰-۵cm) and depth of ۵-۱۵ cm were measured in BSC-covered and non-covered areas. Results showed that Sustainability Index (SI) of BSC-covered soils was over ۱ in both depths, showing that these soils were stable. In contrast, SI of non-covered soils was under ۱, therefore, these soils can be considered as unstable. In addition, Cumulative Rating (CR) index classified the BSC-covered soils as highly sustainable and sustainable at the depths of ۰-۵ cm and ۵-۱۵ cm, respectively. However, two depths of non-covered soils were classified as low sustainable soils.



استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک عرصه جهان آباد تربت جام

مسعود درخشی^۱، مهرنوش اسکندری تربقان^۱ و علیرضا نژاد محمد نامقی^۲
۱- مدرس مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی (شهید هاشمی نژاد مشهد) ۲- عضو هیات علمی مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی (شهید هاشمی نژاد مشهد)

چکیده

به منظور بررسی تاثیر عملیات پخش سیلاب در منطقه جهان آباد شهرستان تربت جام بر خصوصیات خاک، نمونه برداری از خاک در دو منطقه پخش سیلاب و شاهد انجام شد. افزایش هدایت الکتریکی، کلسیم و منیزیم، سدیم، نسبت جذبی سدیم و درصد آهک و سیلت و نیز کاهش معنی دار درصد شن از مهمترین نتایج مطالعات خاکشناسی این منطقه بود. کاهش میزان شن و افزایش سیلت باعث تغییر بافت خاک از سبک به سنگین گردید که باعث افزایش رطوبت خاک در عرصه شد. در مقابل، افزایش میزان سدیم و نسبت جذبی سدیم و هدایت الکتریکی سبب افزایش شوری خاک گردید. همچنین در برخی مناطق عرصه، خاک مستعد فرسایش های بادی شد. بر اساس برآورد انجام شده قبل از پخش سیلاب وضعیت عرصه، مرتع خیلی فقیر و گرایش آن منفی بود و به این دلیل بهره برداری از مرتع قابل توصیه نبود. لیکن، این بررسی نشان داد با انجام برخی تدابیر مدیریتی و حفاظت خاک، عرصه نه تنها قابلیت چرای سبک بلکه حتی کشت اقتصادی برخی از گونه های دارویی همانند آویشن و نیز پسته کاری را خواهد داشت.

واژه های کلیدی: پخش سیلاب، خصوصیات خاک، اقدامات اصلاحی، جهان آباد تربت جام

مقدمه

سیستم پخش سیلاب برای مناطقی بکار می رود که اولاً خاک، قابلیت نفوذ پذیری و ظرفیت نگهداری مناسب آب برای محصولات زراعی و علوفه قابل کشت را داشته، ثانیاً توپوگرافی و خاک، برای انحراف، جمع آوری و پخش رواناب مناسب باشد و ثالثاً بارندگیهای احتمالی نشان دهد که رواناب یا جریانات نهری در طی بیشتر سالها در زمان و حجم مناسب وجود دارند (Natural Resources Conservation Service, 2004). پخش سیلاب در اراضی دارای خاک کم عمق، شور، قلیایی و یا گچی و همچنین در اراضی هزار دره به دلیل بالا بودن حجم رسوبات توصیه نشده است (مقدم، ۱۳۷۷).

مثبت یا منفی بودن اثر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی به خصوصیات رسوبات وارده به پهنه های پخش سیلاب دارد (ملایی و شفائی، ۱۳۸۴). ورود حجم زیادی از سیلاب محتوی املاح و بار معلق فراوان با منشاهای متفاوت، از یک سو با بر جای گذاردن رسوبات فراوان و از سوی دیگر با نفوذ مواد محلول و ریز دانه همراه با سیلاب نفوذی در آبرفتها به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات خاک می شود. لذا به نظر می رسد در طول زمان راندمان طرحهای پخش سیلاب کاهش یافته و بعد از مدت زمانی، این پروژه ها عملاً کارایی خود را از دست بدهند. از طرف دیگر در خاکهایی با حاصلخیزی اندک با بافت درشت، رس موجود در سیلاب در نقاط مختلف متفاوت بوده و ضرورت دارد میزان متوسط این تغییرات و روند آن در طول زمان بررسی و با استفاده از نتایج بررسی های به عمل آمده روش مناسبی در جهت افزایش بهره وری این طرحها ارائه گردد (سکوتی اسکویی، ۱۳۸۱).

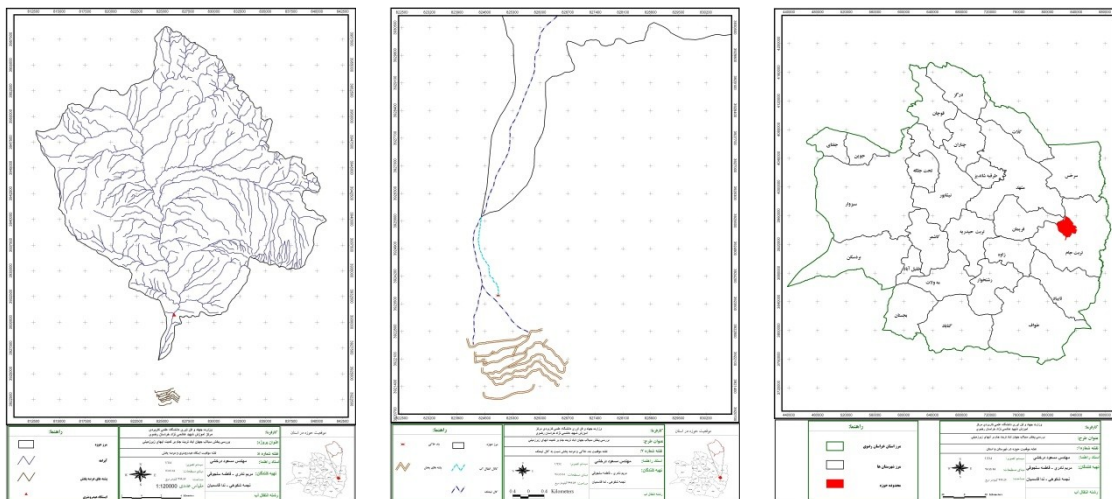
نادری (۱۳۶۷) عنوان نمود که پخش سیلاب در اصلاح و احیا مراتع بیشتر در مناطقی با خاکهای دارای بافت سبک و در شیبهای کم قابل اجرا و دارای بازده قابل قبول می باشد. بر اساس نتایج تحقیقات غفاری (۱۳۷۴) در عرصه پخش سیلاب کال ایور جاجرم در استان خراسان شمالی، درصد رس از ۱۲ به ۳۲ درصد، سیلت از ۵۳ به ۶۶ درصد و ماسه از ۲۴ به ۲۰ درصد پس از پخش سیلاب تغییر یافت. میزان نفوذپذیری خاک از ۵ سانتیمتر در ساعت در قبل از عملیات پخش سیلاب به حدود یک سانتی متر در ساعت کاهش داشت. وی بیان نمود مهار سیلاب و نفوذ آن در مخروط افکنه علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک و بالا آمدن سطح آب زیر زمینی از پیشروی کویر نیز جلوگیری نموده است (غفاری، ۱۳۷۴). محمدی و اسماعیل نسب (۱۳۷۹) در بررسی خصوصیات فیزیکی خاک پخش سیلابی در حوزه میهم شهرستان قروه در استان کردستان افزایش درصد اشباع و اسیدیته و کاهش هدایت الکتریکی و درصد مواد خنثی شونده در خاک را گزارش کردند. در مطالعه آنها کربن آلی خاک تغییر چندانی نکرد. از طرفی در سطح خاک درصد نسبی رس افزایش، سیلت ثابت و شن کاهش داشت. لیکن در عمقهای پایین رس و شن کاهش و درصد نسبی سیلت افزایش داشت. محمدی و اسماعیل نسب (۱۳۷۹) کنترل سیلاب های جاری شده را سبب کاهش خسارات ناشی از آن دانسته و اجرای پخش سیلاب را سبب تغذیه سفره آب زیر زمینی و اصلاح خاک زراعی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک معرفی نمودند. نتایج پایش ادامه دار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در خاک عرصه پخش سیلاب جاجرم در استان خراسان شمالی حاکی از بهتر شدن وضعیت خاک شامل افزایش میزان حاصلخیزی خاک، بهتر شدن بافت خاک در اثر رسوب گذاری و بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت بود (اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۱).



بررسی حاضر تلاشی در جهت پایش وضعیت خاک عرصه جهان آباد تربت جام ناشی از پخش سیلاب و نیز ارزیابی اثرات اقدامات اجرایی انجام شده و پیشنهاداتی در راستای بهبود وضعیت خاک در منطقه می باشد.

مواد و روش‌ها

بدلیل کوچک بودن منطقه وعدم کارایی عکس‌های هوایی، صرفاً از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور و با پیمایش صحرایی از منطقه بازدید به عمل آمد. پخش سیلاب جهان آباد در جنوب روستای جهان آباد و خروجی حوزه آبخیز موسی آباد و زیرحوزه تیمنک قرار دارد (شکل ۱). مساحت منطقه عملیات پخش سیلاب ۳۰۰ هکتار و ارتفاع حداقل و حداکثر آن از سطح دریا به ترتیب ۱۰۱۰، ۱۰۴۰ متر بود (شکل ۲). شیب متوسط منطقه پخش سیلاب ۲ درصد بود. حوزه آبخیز بالا دست پخش سیلاب جهان آباد با مساحتی در حدود ۵۶/۴۹۹ کیلومتر مربع در حوزه آبخیز کویر مرکزی و از نظر سیاسی در محدوده شهرستان تربت جام استان خراسان رضوی واقع شده است. حوزه آبخیز جهان آباد بصورت یک حوزه هیدرولوژیکی با جهت شمال- جنوب قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی محدوده مطالعه بر اساس طول و عرض جغرافیایی در سیستم UTM بترتیب ۰۳/۸۱۲۱۲۱ تا ۰۳/۸۱۵۳۳ و ۶۴/۸۴۱۵۳۳ تا ۶۴/۸۴۲۵۷۰۴ و ۲۳/۳۹۲۵۷۰۴ تا ۲۳/۳۹۵۵۳۷ می باشد. در بررسی‌های انجام شده مشخص گردید تاکنون هیچگونه مطالعات خاکشناسی در این منطقه صورت نگرفته است. به منظور بررسی تاثیر عملیات پخش سیلاب بر خصوصیات خاک نمونه برداری از خاک در دو منطقه پخش سیلاب و منطقه شاهد انجام شد. در این بررسی با توجه به هدف ارزیابی و با توجه به عواملی نظیر آبراهه‌ها، خاک سطح الارض، پوشش گیاهی، فرسایش آبی و بادی و... در منطقه پخش سیلاب، سه فاز به صورت فرضی و با توجه به فاصله پشته‌ها از ورودی آب به منطقه پخش سیلاب در نظر گرفته شد. فاز یک، پشته‌های نزدیک به ورودی پخش سیلاب، فاز دو، پشته‌های با فاصله متوسط و فاز سه، خاکریزهای با فاصله دورتری از منطقه ورود آب به عرصه پخش را در بر گرفت. یک منطقه نیز که در نزدیکی منطقه پخش سیلاب واقع شده بود و هیچگونه پخش سیلاب در آن صورت نگرفت به عنوان منطقه کنترل یا شاهد در نظر گرفته شد. این منطقه دارای خصوصیات مشابه با منطقه پخش سیلاب از نظر توپوگرافی و خاک بود. مرز حایل بین این دو منطقه جاده آسفالته ای بود که وسط این مناطق قرار داشت. پروفیل‌ها از جهت بافت و ساختمان خاک، مقدار سنگریزه در خاک، استحکام خاک در حالت خشک، تجمع آهک و گچ، ضخامت لایه‌های قابل تشخیص، فضاهای خالی درون خاک، فعالیت موجودات زنده ی درون خاک و مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. در هرکدام از این سه فاز انتخاب شده سه نمونه خاک در فاصله نزدیکتری به پشته‌ها و سه نمونه با فاصله دورتری از پشته‌ها و در دو عمق ۲۰-۶۰ و ۰-۲۰ سانتیمتری برداشت شد. در منطقه شاهد نیز شش نمونه بصورت تصادفی - سیستماتیک در دو عمق ذکر شده برداشت گردید. ۴۸ نمونه خاک بعد از خشک شدن در هوای آزاد به آزمایشگاه منتقل گردید و بعد از گذراندن از الک ۲ میلیمتری نمونه‌های نهایی به روش زیرانتخاب شدند. سه نمونه خاک در نزدیک پشته‌ها در هر فاز در هر عمق کاملاً با هم مخلوط شد و دو نمونه از داخل آن برداشت شد. به همین ترتیب برای فازهای مختلف و عمقهای مختلف و با توجه به فاصله از پشته‌ها نمونه‌های منطقه پخش سیلاب با هم مخلوط شد و نمونه‌های نهایی به دست آمد. برای منطقه شاهد نیز نمونه‌های هر دو نقطه برداشت نزدیک به هم و با توجه به عمق کاملاً با هم مخلوط شده و یک نمونه از داخل آن برداشت گردید. به طور کلی در هر فاز ۸ نمونه خاک از دو عمق و در کل منطقه پخش سیلاب ۲۴ نمونه خاک و در منطقه شاهد ۶ نمونه خاک بدست آمد. در نمونه‌های خاک مقادیر EC، pH، آهک، گچ، بافت خاک، مقدار کاتیونها، برخی آنیونها و نیز درصد کربن آلی اندازه گیری گردید. عوامل مورد نظر در تشریح پروفیل خاک شامل: عمق خاک، بافت و ساختمان خاک، سنگریزه در سطح و در عمق خاک، قابلیت نفوذ خاک، شوری و قلیائیت خاک، آبگذاری عمقی، عوارض طبیعی و فرسایش، درصداهک و گچ بودند.



شکل ۱- موقعیت حوزه در شهرستان و استان شکل ۲- موقعیت ایستگاه هیدرومتری تیمنک نسبت به حوزه و عرصه پخش شکل ۳- موقعیت بند خاکی و عرصه پخش نسبت به کال تیمنک

نتایج و بحث

۱- تشریح نیمرخ خاک

۱) عمق خاک: یکی از محدودیت‌های عمده خاکی در عرصه، محدودیت عمق خاک بود. وجود یک لایه سنگریزه در عمق کم خاک که به صورت گراول ریزو درشت (۲ میلی متر تا ۵/۷ سانتیمتر) نمایان شده بود. این طبقه محدودکننده بوده و در نقاط مختلف بطور متوسط در عمق (۲۰-۳۰) سانتی متری عمق خاک مشاهده گردید.

۲) سنگریزه: در تمامی سطح عرصه سنگریزه بصورت پراکنده مشاهده گردید. از گراول ریز گرفته تا قلوه سنگ (۲ میلی متر تا بزرگتر از ۲۵ سانتیمتر) با درصد متفاوت، در بعضی مناطق تا ۵ درصد و در مناطق دیگر تا ۵۰ درصد سطح عرصه را پوشانده بود. سنگریزه در عمق خاک نیز مشاهده گردید. یک لایه محدودکننده در عمق، تا ۳۰ سانتی متری سطح خاک که دارای بیش از ۷۵ درصد سنگریزه و سنگ بود مشاهده گردید.

۳) بافت خاک و ساختمان خاک: بافت خاک در عرصه از لوم و لوم شنی تا شن لومی تغییر نمود. ولی بطور عمده بافت خاک سبک تا خیلی سبک بود. با توجه به ذرات شن ریز با قطر ۲ میلی متر تا ۵/۲ سانتیمتر که در کمیت تا ۴۰ درصد در خاک سطحی وجود داشت نفوذپذیری خاک بیش از ۲۰ میلیمتر در ساعت قابل انتظار بود و از این نظر هیچ گونه محدودیتی وجود نداشت. ساختمان خاک در سطح دانه ای و در عمق به دلیل وجود مقداری آهک، فاقد ساختمان و گاهی به صورت توده ای و فشرده نیز ظاهر گردید.

۴) شوری و قلیابیت خاک: با توجه به نتایج آزمایشگاهی که از نمونه های خاک بدست آمد تغییرات EC بسیار فاحش و چشمگیر بود به نحوی که دامنه تغییرات از حداقل ۷۸/۰ میلی موس بر سانتی متر تا حداکثر ۲۷ میلی موس بر سانتی متر مشاهده گردید. اما مقدار pH همواره کمتر از ۳/۸ و بیشتر از ۶/۷ بود.

۵) آبگذاری عمقی: وجود لایه شنی در عمق کم خاک و نیز بافت نسبتاً سبک خاک سطحی از جمله عواملی بود که باعث شد تا آبگذری عمقی این خاک بسیار بالا بوده و از جهت نفوذ عمقی آب در خاک، هیچگونه محدودیتی برای عرصه وجود نداشته باشد.

۶) عوارض طبیعی و فرسایش: با توجه به نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه، شیب عرصه کمتر از دو درصد بود. از خصوصیات مهم عرصه وجود فرسایش بادی زیاد بود، به نحوی که مجسمه های فرسایشی در اکثر نقاط عرصه مشاهده گردید و در مناطقی که بوته ای وجود نداشت، صرفاً سنگفرش بیابانی قابل رویت بود.

۷) درصد گچ و آهک: در بعضی پروفیل‌های حفار شده یک لایه آهکی ضعیف مشاهده گردید که باعث تجمع و گرد همایی ذرات خاک شده که در برخی قسمت‌ها این بخش بصورت لایه ای مقاوم نسبتاً نفوذ ناپذیر ظاهر گردید، حداقل و حداکثر مقدار آهک به ترتیب معادل ۵/۱۳ و ۵/۱۹ درصد بود. حداکثر مقدار گچ ۹/۳ میلی اکی والان بر لیتر بود.

۲- طبقه بندی خاک

عرصه پخش سیلاب جهان آباد شهرستان تربت جام به مساحت ۵۵۰ هکتار در واحد فیزیوگرافی واریزه بادبزی شکل سنگریزه دار واقع شده است. عمق خاک در عرصه (۲۰-۳۰) سانتی متر بود که بر روی یک لایه محدود کننده از سنگ و سنگریزه واقع شده که



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

گاهی ضخامت این لایه به بیش از یک متر می‌رسید. بر روی سطح خاک از گراول ریز گرفته تا قلوه سنگ (با قطر بزرگتر از ۲۵ سانتی متر) با درصدهای متفاوتی از حداقل ۵ درصد تا حداکثر ۵۰ درصد مشاهده گردید. میزان فرسایش بادی بر عرصه شدید بود که از این جهت محدودیت به شمار آمد. در برخی مناطق زیر خاک سطحی، خاکی با ساختمان فشرده و درصد بالایی از کربنات کلسیم مشاهده گردید که کربنات کلسیم باعث تجمع ذرات و خاکدانه‌ها شده و در نتیجه باعث سفت و محکم شدن این لایه شد که می‌تواند مانعی برای نفوذ آب به شمار آید.

در بافت شن لومی، میزان حفرات خاک خیلی زیاد و با قطر ریز تا متوسط بود. مقدار سنگریزه با قطر کمتر از ۵/۲ سانتی متر کمتر از ۵ درصد بود، ریشه گیاهی یا مشاهده نگردید و یا بسیار ناچیز بود. متوسط درصد کربن آلی خاک ۱۳/۰ درصد بود و خاک در حالت خشک از استحکام بسیار کمی برخوردار بود و با فشار کمی خرد گردید. pH خاک ۸ و EC معادل ۷۸/۰ میلی موس بر سانتی متر بود. مرز بالایی بعدی در ۲۵-۵۰ سانتی متری واضح و صاف بود. درصد سنگریزه با قطر حداکثر ۵/۲ سانتی متر به ۳۰ درصد بالغ گردید. بافت خاک لوم شنی بود. pH خاک ۰/۸ و EC خاک ۱۹/۱ میلی موس بر سانتی متر بود. خاک در حالت خشک دارای استحکام و پایداری خوبی بود. فعالیت گیاهی در این بخش بسیار کم و ناچیز بود. متوسط درصد کربن آلی ۱۶/۰ درصد بود. مرز آن با لایه بعدی در عمق ۵۰-۸۰ سانتی واضح و صاف بود.

شبهات این افق با لایه سطحی بسیار چشم گیر بود. pH این لایه ۰/۸، هدایت الکتریکی آن ۳۲/۱ میلی موس بر سانتی متر و بافت خاک لومی شنی بود. متوسط مقدار کربن آلی ۱۴/۰ درصد بوده و هیچ ریشه گیاه تقریباً در آن به چشم نخورد، این لایه بر روی لایه سنگریزه واقع شده که مقدار سنگریزه آن با قطر ۲۵ سانتی متر فراتر از ۷۵ درصد بود که تا عمق پروفیل (۱۴۰ سانتی متری) کشیده شده بود. از اراضی عرصه مورد مطالعه در حال حاضر صرفاً به عنوان مرتع (کم بازده و فقیر) استفاده می‌شود و هیچ گونه استفاده زراعی چه به صورت دیم و چه به صورت آبی انجام نمی‌شود.

طبقه بندی خاک عرصه با توجه به خصوصیات همچون: بافت، ساختمان، pH، رژیم حرارتی و رطوبتی، افقهای مشخصه در خاک، میزان مواد آلی، مطالعه آنیونها و کاتیونها و دیگر خصوصیات به روش طبقه بندی خاک انجام شد. مطابق این روش خاک عرصه در دره اریدی سول ها طبقه بندی گردید. مطالعه طبقه بندی خاک عرصه جهان آباد تربت جام نشان داد در حدود ۵۰ درصد عرصه را خاکهای کلسی سولی و مابقی خاک عرصه در گروه لپتوسول ها قرار داشت. کلسی سول ها خاک هایی با تجمع قابل توجهی از آهک ثانویه بوده و در شرایط خشک و نیمه خشک گسترش می‌یابند. پوشش گیاهی طبیعی در این خاک ها پراکنده و عمدتاً از نوع گیاهان زروفتی و علف هایی با طول عمر کوتاه می‌باشد. لپتوسول ها نیز خاک هایی بسیار کم عمق بر روی بستر سخت و یا مواد آهکی و یا خاک هایی با عمق بیشتر لیکن شدیداً سنگی و سنگریزه ای می‌باشند.

۳- طبقه بندی اراضی

طبقه بندی اراضی به منظور بررسی میزان تناسب پهنه (زمین) جهت استفاده در زراعت آبی انجام شد. به منظور انجام آن، اراضی از چهار جهت (۱) به جهت مسائل خاکی (S)، (۲) از جهت مسائل شوری و قلیائیت (A)، (۳) پستی و بلندی فرسایش (T) و (۴) مسائل مربوط به وضعیت زهکشی (W) مورد مطالعه دقیق قرار گرفتند. در انتها بر اساس همین اطلاعات، اراضی به ترتیب میزان محدودیت در هشت کلاس قرار گرفتند که بیشترین مقدار اراضی در کلاس (III) مشاهده گردید. خاک هایی با عمق متوسط و شیب ۲ تا ۵ درصد که از نظر شوری، فرسایش و زه کشی دارای مشکلات بوده اما با تدابیر مدیریتی قابل کشت و زرع می‌باشند.

۴- بررسی عملیات احیا و اصلاح

مقایسه خصوصیات خاک در منطقه پخش سیلاب و منطقه شاهد نشان داد که تنها برخی از خصوصیات خاک در اثر عملیات احیایی دچار تغییر شده اند. افزایش هدایت الکتریکی، کلسیم و منیزیم، سدیم، نسبت سدیم جذبی و درصد آهک و سیلت و کاهش معنی دار درصد شن از مهمترین نتایج این بررسی بود. با توجه به تغییرات بافت خاک یعنی کاهش شن و افزایش سیلت می‌توان نتیجه گرفت که بافت تغییر یافته و بطور متوسط بافت خاک بهبود یافته است که با نتایج اسکندری تربقان و همکاران (۱۳۹۱) در پخش سیلاب جازم همخوانی داشت. همچنین با افزایش سدیم و درصد سدیم جذبی و هدایت الکتریکی به طور همزمان می‌توان نتیجه گرفت که خاک در عرصه پخش سیلاب شور شده است. شاید بتوان علت همه این تغییرات در خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک را ورود املاح از طریق سیلاب به منطقه پخش سیلاب و تاثیر این املاح و رسوبات روی خاک منطقه دانست. از طرفی سدیم یکی از عوامل مشخص کننده خاکهای شور و قلیایی می‌باشد و افزایش بیشتر میزان سدیم نسبت به کاتیونهای کلسیم و منیزیم موجب افزایش در مقدار سدیم جذبی شده است. در برخی مناطق عرصه خاک مستعد فرسایش های بادی شده بود که شاید بتوان آن را از اثرات افزایش سدیم دانست. سدیم زیادی، جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم را مختل می‌کند و بجز تخریب ساختمان خاک و اختلال در تهویه گیاهان، H_p خاک را بالا می‌برد (اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین گیاهانی بیشتر در منطقه حضور پیدا خواهند نمود که نسبت به مقادیر بالای سدیم و شوری خاک مقاوم باشند. اگر روند افزایش میزان سدیم در خاک به همین ترتیب باشد ممکن است این روند باعث اختلال در رشد و استقرار گیاهان گردد. به مرور زمان افزایش سدیم باعث قلیایی شدن خاک منطقه پخش سیلاب نیز گردیده است. همچنین مقدار پتاسیم در این نمونه‌ها ناچیز و تقریباً معادل صفر بود. با توجه به حضور گونه‌های گیاهی مشاهده شده در منطقه می‌توان این چنین نتیجه گیری نمود که خاک منطقه و خصوصیات آن از مهمترین فاکتورهای محیطی بوده که بر روی رشد گیاه اثر می‌گذارد.



نتیجه گیری

در مناطق پخش سیلاب، ورود حجم زیادی از سیلاب محتوی املاح به مرور زمان سبب تغییراتی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گردید. در این مطالعه برخی از تغییرات در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک که در پوشش گیاهی نیز منعکس گردیده بود به نظر می رسد در صورت عدم اتخاذ تمهیدات لازم در کاهش ورود رسوبات و املاح به منطقه پخش سیلاب می تواند در آینده تغییر بیشتر در بافت و شوری خاک را در پی داشته باشد. این مساله ممکن است باعث شور شدن بیشتر خاک و همچنین باعث تاثیر بر روی کیفیت آب منطقه، کاهش نفوذ آب در خاک و همچنین بالا رفتن فشار اسمزی محلول خاک و در نتیجه آن عدم جذب آب بوسیله گیاهان و اختلال در رشد گیاهان شود.

حضور بیشتر گونه های تیره گندمیان، جوموشی، پنجه مرغی، خار شتر، آویشن باغی، گاوچاق کن، خارگونی، گونه کرک، گونه ورک، جنس تاماریکس از تیره گز، آرتمیزیا از تیره کاسنی، آویشن باغی از تیره اسفند، جنس های تلخ بیان و خار شتر از تیره بقولات و جنس کنوپدیوم، اروشیا و علف شور در منطقه پخش سیلاب دلیل واضحی بر افزایش شوری خاک عرصه بود. بطور کلی افزایش ذخیره رطوبتی خاک بدلیل تغییر بافت خاک از سبک به سنگین و تغییر خصوصیات خاک ناشی از پخش سیلاب مانند افزایش هدایت الکتریکی، افزایش میزان سدیم و نسبت سدیم جذبی نیز باعث شور شدن خاک عرصه پخش سیلاب شد. بنابراین گیاهانی در این عرصه استقرار یافته اند که نسبت به شوری مقاوم یا نسبتاً مقاوم باشند. جهت بهبود خصوصیات خاکی عرصه می توان از کاشت گیاهان مقاوم به خشکی و شوری و نیز افزودن خاک به خاک سطحی عرصه (جهت افزایش عمق خاک) و جلوگیری از چرای بی رویه دام و کنترل فرسایش کناره ای در ابراهه ها بهره برد. به دلیل فقر پوشش گیاهی و گرایش منفی آن بهره برداری از مرتع بدون اخذ تدابیر مدیریتی قابل توصیه نیست.

پیشنهادات

- ۱- خاک های کلسی سول که بیش از ۵۰ درصد عرصه را در بر گرفته است به دلیل خشکی، وجود سنگریزه و حضور افق پتروکلسیک کم عمق برای کشاورزی مناسب نیستند. لیکن چنانچه این خاک ها آبیاری و جهت جلوگیری از شور شدن زه کشی گردند با توجه به حاصلخیزی زیاد خاک (وجود عناصر غذایی فراوان در خاک) توانایی تولید طیف وسیعی از محصولات کشاورزی را دارند. همچنین خاک های کلسی سولی با اجرای برخی تدابیر مدیریتی قابلیت چرای سبک گاو، گوسفند و بز را نیز دارند.
- ۲- اگر چه لپتوسول ها (که پخش عمده ای از خاک منطقه در اراضی تپه ای را شامل می شوند) خاک های خوبی برای زراعت دیم به دلیل عدم توانایی نگهداری آب نیستند. لیکن در برخی موارد توانایی خوبی برای تولید درختان و درختچه ها را دارند و بهتر است در آنها پسته کاری و بادام کاری با توجه به خصوصیات خاک صورت گیرد.
- ۳- از اراضی عرصه مورد مطالعه در حال حاضر صرفاً به عنوان مرتع (کم بازده و فقیر) استفاده می شود و هیچ گونه استفاده زراعی چه به صورت دیم و چه به صورت آبی انجام نمی شود. لیکن در صورت اجرای حداقل تدابیر مدیریتی و کنترل حجم و نوع رسوبات ورودی به عرصه می توان از این اراضی بهره جست. با توجه به خصوصیات خاک از جمله شوری آن می توان به کشت گیاهان مختلف اقدام نمود. به عنوان مثال در شوری های ۴ تا ۸ دسی سیمنز بر متر گیاهان دارویی همانند آویشن و نیز غلات، گوجه فرنگی و چغندر قند، در شوری های ۸ تا ۲۵ دسی سیمنز بر متر پسته کاری و ایجاد تاکستان و در شوری های بالای ۲۵ دسی سیمنز بر متر می توان اقدام به کشت گیاهان هالوفیتی همچون اتریپلکس، تاغ و علف شور نمود.

منابع

- اسکندری تربقان، م.، ایزانلو، ا. و م. اسکندری تربقان. ۱۳۹۱. استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک در آبرفت های دوران چهارم (مطالعه موردی- جاجرم). اولین همایش ملی سامانه های سطوح آنگیر باران. ص ۱-۱۲.
- سکوتی اسکویی، ر. ۱۳۸۱. تاثیر پخش سیلاب پلدشت بر روند تغییرات نفوذپذیری سطحی خاک، مجموعه مقالات کارگاه آموزشی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات خاک در ایستگاههای پخش سیلاب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- غفاری، ح. ر. ۱۳۷۴. بررسی پخش سیلاب بر روی رسوبات آبرفتی و تاثیر آن در تغذیه مصنوعی در حوزه آبخیز کال ایور جاجرم، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد، واحد علوم تحقیقات.
- محمدی، ا. و ا. اسماعیل نسب. ۱۳۷۹. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک، دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب، تهران م صفحات ۶۷-۵۵.
- مقدم، م. ر. ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری. جلد ۱. انتشارات دانشگاه تهران. ص. ۴۷۰.
- ملایی، ع. م. شفیعی. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر پخش سیلاب، مطالعه موردی ایستگاه پخش سیلاب امامزاده جعفر. مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری. ص ۶
- نادری، ع. ۱۳۶۷. اثر پخش سیلاب بر روی پارهای از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شنی گربایگان فسا. پایاننامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ص. ۱۱۲.



Abstract

In order to study the effect of flood spreading on soil properties in Jahan Abad basin of Torbat e Jam, soil sampling were carried out at both flood spreading and control area. Increased in electrical conductivity, calcium, magnesium, sodium, SAR, lime percentage and silt and significant decreased in sand percentage were the important results of soil science studies in this basin. Sand percentage reduction and silt increasing changed the soil texture from light to heavy, which led to soil moisture increasing in the basin. Against, sodium amount, SAR and electrical conductivity increasing caused soil salinity increase. Also, soil became prone to wind erosion in some part of basin. According to estimates made before flood spreading range condition was very poor and trend was negative and therefore the utilization of pasture was not advisable. But, this study showed that by doing some management activities, basin not only has low grazing ability, but also has the economic culture ability of some medicinal species such as thyme and pistachios cultivation.



پیش بینی تغییرات مکانی شوری خاک با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و دستگاه الکترومغناطیس EM₃₈ در منطقه میلشبار اردکان

سیدحسام قبله زاده^۱، ناصرهنرجو^۲ و روح الله تقی زاده مهرجردی^۳
۱- دانشجو کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۳- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان،

چکیده

شناسایی رقومی خاک ها به عنوان ابزاری برای تأمین اطلاعات مکانی خاک محسوب می شود که راه حل هایی را برای نیاز رو به افزایش نقشه های خاک با تفکیک مکانی بالا ارائه می کند. در این مطالعه که با هدف نقشه برداری رقومی خاک در منطقه میلشبار اردکان که از مزارع زیرکشت علوفه های مورد نیاز شرکت گاوداری میلشبار است انجام گردید. در ابتدا با شناسایی کامل منطقه و کاربری کنونی و قبلی و ایجاد مرز نسبی شروع به انجام مطالعه شد در مرحله بعد توسط دستگاه EM₃₈ در حدود ۸۰۰ قرائت به دو صورت عمودی و افقی صورت گرفت و دو نقشه با ورودی قرائت های دستگاه مذکور انجام شد در ادامه ۱۲۰ نقطه بصورت رندم از منطقه با طول و عرض جغرافیایی انتخاب شد و در سه عمق ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰، ۹۰-۶۰ سانتی متر نمونه برداری خاک انجام شد و در آزمایشگاه با تهیه عصاره اشباع ۱:۱ نمونه ها میزان EC اندازه گیری شد و با استفاده از EC اندازه گیری شده نقشه شوری توسط نرم افزار GIS ترسیم گردید و در آخر کلیه قرائت های دستگاه مذکور و نتیجه عصاره گیری و هم چنین نتایج شوری به عنوان داده ورودی مدل شبکه عصبی مصنوعی قرار گرفت و از خروجی مدل آنالیز های مورد نظر انجام گرفت

واژه های کلیدی: نقشه رقومی، شبکه عصبی مصنوعی، GIS، دستگاه EM₃₈

مقدمه

بررسی تغییرات شوری خاک بویژه در مناطقی با وسعت زیاد، گران و زمان بر است. از این رو روش هایی نیاز است که بتواند براحتی سطح گسترده ای از مناطق را پایش کرده و روند تغییرات شوری را مورد بررسی قرار دهد. امروزه با پیشرفت علوم، استفاده از فناوری های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت انجام پروژه ها شده است. در این میان از دو روش، تکنیک القای الکترومغناطیسی به دلیل اینکه برای انجام اندازه گیری نیاز به برداشت نمونه خاک در همه نقاط نیست در واقع تعداد نمونه برای تهیه نقشه خاک با استفاده از مدلینگ کم می شود. و نیز به کارگیری نرم افزارها و سیستم های پردازش اطلاعات مانند شبکه عصبی مصنوعی از سهولت و راحتی قابل توجهی برخوردار است. متداول ترین نوع دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد مدل EM₃₈ است. بررسی های موجود نشان می دهد که تغییرات مکانی شوری ثبت شده با استفاده از دستگاه EM₃₈ میتواند برای پیش بینی مواردی نظیر تغییرات تولید محصول (به علت تغییرات آب موجود در خاک) نیز مورد استفاده قرار گیرد. از آن جایی که در سطح کشور از این دستگاه استفاده زیادی بعمل نیامده است، لذا این دستگاه در برآورد شوری می تواند زمینه اقدامات دقیق و سریعی را در مبحث کشاورزی فراهم سازد. بررسی تغییرات شوری خاک بویژه در مناطقی با وسعت زیاد، گران و زمان بر است. امروزه با پیشرفت علوم، استفاده از فناوری های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت در انجام پروژه ها شده است.

استفاده از برخی ابزارهای برداشت سریع داده در این مرحله می تواند نقش مهمی در کاهش هزینه و زمان مشاهدات ضروری زمینی برای مطالعات سنجش از دور را ایفا کند. در طی دو دهه اخیر بسیاری از تکنیکهای جدید مانند آرایه ونر^{۱۶۹} (رودز و اینوالسون، ۱۹۷۱)، پروبهای هدایت الکتریکی رودز^{۱۷۰} (رودز، ۱۹۷۶)، روش انعکاس سنجی زمانی^{۱۷۱} یا TDR و روش القای الکترومغناطیسی^{۱۷۲} یا EM (مگ نیل، ۱۹۸۰ الف و ۱۹۸۰ ب) برای اندازه گیری شوری خاک در شرایط مزرعه مورد استفاده قرار گرفته اند. در این میان تکنیک القای الکترومغناطیسی به دلیل اینکه برای انجام اندازه گیری نیاز به گرفتن نمونه خاک ندارد، از سهولت و راحتی بیشتری برخوردار است (رحیمیان و هاشمی نژاد، ۱۳۸۹). متداول ترین نوع این دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد، مدل EM₃₈ است که بوسیله شرکت ژئونیکس کانادا ساخته شده است. این دستگاه مستطیل شکل است که طول آن ۱ متر، پهنای آن ۱۰ سانتیمتر و ضخامتش حدود ۵ سانتیمتر می باشد. این دستگاه یا مستقیماً بر روی سطح زمین قرار می

^{۱۶۹}- Wenner Array

^{۱۷۰}- Rhoades Probe

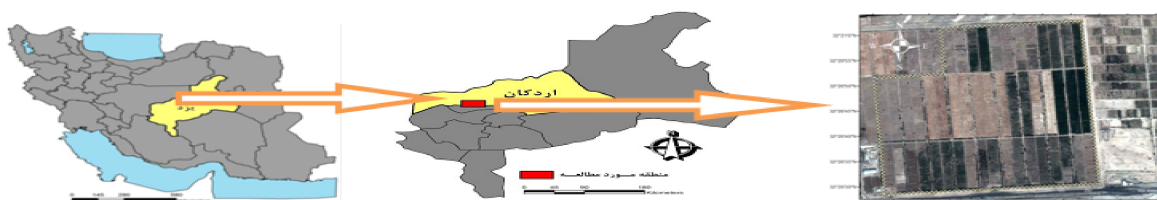
^{۱۷۱}- Time Domain Reflectometry

^{۱۷۲}- Electromagnetic Induction

گيرد و يا اينکه بدون تماس با سطح خاک و در يك ارتفاع مشخص (مثلاً نيم متر) و موازی با سطح زمين قرار گرفته و قرائتهای آن انجام می شود. فراهم بودن امکان عدم تماس مستقيم اين وسيله با سطح خاک است که آنرا در زمره ابزارهای سنجش ازدور نیز قرار داده است. تغييرات مکانی شوری ثبت شده بوسیله دستگاه EM₃₈ می تواند برای پیش بینی تغييرات تولید محصول (به علت تغييرات آب موجود در خاک) نیز استفاده شود (هرمان و همکاران، ۲۰۰۰). علاوه بر مؤلفه های اصلی از يك سری شاخص ماهواره ای که هر کدام مشخص کننده خصوصیتی در منطقه مورد مطالعه می باشند نیز استفاده گردید. یکی از معمولترین این شاخص ها NDVI می باشد که جایگزینی برای میزان پوشش گیاهی در منطقه می باشد (رز و همکاران، ۱۹۷۳) (ساندرز و بوتینگرگ، ۲۰۰۷) از شاخص های گیاهی به عنوان متغیر کمکی در تهیه نقشه رقمی کلاس در و یامینگ آمریکا استفاده کردند. (نیلد و همکاران، ۲۰۰۷) به طور موفقیت آمیزی B₅₇ را برای شناسایی خاکهای سرشار از گچ استفاده نمودند. (تقی زاده و همکاران، ۲۰۰۸) با برداشت ۴۸ نمونه خاک از دشت یزد- اردکان، شوری سطح خاک را اندازه گیری نمودند. آن ها برای تحقیق خود داده های +ETM در سال ۲۰۰۲ را به کار بردند. با توجه به اینکه تهیه نقشه شوری خاک دقتی برابر با ۸۷ درصد داشت و ضریب کاپا در حدود ۴۷ درصد بود، صحت این کار قابل قبول بوده است. بکارگیری داده های ماهواره ای، اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت می گردد (علوی پناه، ۱۳۸۲).

مواد و روش ها تشریح محدوده مطالعاتی

مزرعه میلبشار واقع در شمال اردکان بعد از پلیس راه اردکان - نائین واقع شده است. مساحت کل مزرعه ۱۸۰ هکتار می باشد. از کل منطقه مذکور ۱۰۰ هکتار مورد بررسی پایش شوری قرار گرفت که دارای پوشش یونجه و گندم و بیشتر کاه و کلش است. منطقه مورد مطالعه بین طول های جغرافیایی ۵۳°۵۰' تا ۵۳°۱۰' شرقی و عرض های جغرافیایی ۲۷°۱۶' تا ۲۷°۳۲' شمالی قرار دارد و دارای مشکلات شوری منابع آب و خاک است (شکل ۱). میانگین تخیر و تعریق مرجع، دما و بارندگی سالیانه منطقه مورد مطالعه به ترتیب برابر ۳۴۸۳ میلیمتر، ۵/۱۸ درجه سانتیگراد و ۷۵ میلیمتر است. بارندگی بسیار کم بوده و محدود به بارش های زمستانه می باشد. بنابراین رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب اریدیک و ترمیک طبقه بندی می شود



شکل (۱) نقشه منطقه

تحقیق حاضر سعی دارد تا با استفاده از انواع روش های مدل سازی رقمی و انواع داده های کمکی، اقدام به تهیه نقشه رقمی شوری خاک نماید. مراحل تحقیق به چهار گام تقسیم می شود. گام اول: تهیه داده های خاک، در این مرحله قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع نمونه های خاک در آزمایشگاه اندازه گیری شد بطوریکه با انتخاب ۱۲۰ نقطه با طول و عرض جغرافیایی مشخص بصورت تصادفی، توسط اگر از سه عمق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰ سانتی متری نمونه برداری خاک انجام گردید. جهت مدل سازی برای پهنه بندی شوری خاک متغیر در ابتدا معادله عمق از نوع اسپیلاین (بیشاپ و همکاران، ۱۹۹۹) به داده های قابلیت هدایت الکتریکی اندازه گیری شده برازش داده شد و سپس مقادیر پارامتر مورد نظر در ۵ عمق استاندارد ۵-، ۱۵-، ۳۰-، ۱۵، ۳۰-۶۰، ۶۰-۹۰، ۹۰-۶۰ سانتی متری از معادله استخراج گردید که بعنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شد. گام دوم: تهیه نقشه منطقه از Google Earths و انتخاب شبکه ای از نقاط به فاصله ۵۰ متر از یکدیگر با استفاده از GPS نقطه ها بر روی زمین مشخص گردید. قرائت های دستگاه EM₃₈ در منطقه و واسنجی دستگاه که بعنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که در حدود ۶۰۰ نقطه توسط دستگاه قرائت گردید (EM_v قرائت های افقی دستگاه EM₃₈ و EM_h قرائت های عمودی EM₃₈). گام سوم: در این مرحله اقدام به تهیه داده های کمکی گردید، داده های کمکی باندهای تصاویر ماهواره ای (ماهواره لندست ۱۵، EMT ۲۰۱۵) که شامل باند ۱ تا ۶ (BA, BB, BC, BD, BE, BF)، BI^{۱۷۲} شاخص روشنایی، شاخص رسی^{۱۷۴}، شاخص شوری^{۱۷۵}NDSI، شاخص شوری^{۱۷۶}SR نسبت شوری و NDVI جایگزین پوشش گیاهی (رز و همکاران، ۱۹۷۳) هم چنین از DEM^{۱۷۷} مدل رقمی ارتفاعی، MrVBF^{۱۷۸} شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا و wetness_{nde} شاخص رطوبت. گام چهارم: مدل سازی و در حقیقت ارتباط دادن داده های محیطی و قابلیت

^{۱۷۲}-Brightness Index

^{۱۷۴}-Clay Index

^{۱۷۵}-Normalized Differential Salinity Index

^{۱۷۶}-Salinity Ratio

^{۱۷۷}-Digital elevation model

^{۱۷۸}-Multi-resolution Valley Bottom Flatness index



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

هدایت الکتریکی می باشد. و پس از تعیین مدل و ورودی های مناسب اقدام به تهیه نقشه قابلیت هدایت الکتریکی تا عمق ۱ متری خاک گردید. در این تحقیق قرائت های دستگاه EM۳۸ و داده های تصاویر ماهواره ای و هم چنین مدل رقومی ارتفاع بعنوان متغیر کمکی در نظر گرفته شده است.

بنابراین داده های قابلیت هدایت الکتریکی خاک در ۵ عمق به عنوان متغیر وابسته و داده های EM۳۸ بعنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده اند و در نهایت از این مدل و همچنین معادله عمق اسپیلاین و با ضریب لاندای مشخص در جهت تهیه نقشه شوری خاک توسط نرم افزار ArcGIS استفاده گردید. برای پهنه بندی شوری خاک در این تحقیق از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده گردید.

نرم افزار های مورد استفاده برای ترسیم نقشه از طریق درون یابی، نرم افزارهای متعددی وجود دارند که در حال حاضر Arc-GIS، Neuro Solutions از جمله پرکاربردترین آنها در مطالعات شبکه عصبی مصنوعی محسوب می گردند. هم چنین از نرم افزار اکسل و مطلب نیز استفاده گردید.

در ارزیابی عملکرد و دقت مدل های مختلف در برآورد شوری خاک و نیز روش های پهنه بندی شوری خاک در این تحقیق از مجذور میانگین مربعات خطا^{۱۷۹}، ضریب تبیین^{۱۸۰} و میانگین خطا^{۱۸۱} استفاده گردیده است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۹)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(x_0 - x_e)^2}{n}}$$
$$R^2 = \left[\frac{\sum(x_0 - \bar{x}_0)(x_e - \bar{x}_e)}{\sqrt{\sum(x_0 - \bar{x}_0)^2 \sum(x_e - \bar{x}_e)^2}} \right]^2$$
$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_0 - x_e)$$

x_0 و x_e به ترتیب شوری مشاهداتی و تخمین زده شده

\bar{x}_0 و \bar{x}_e به ترتیب میانگین شوری مشاهداتی و تخمین زده شده

n تعداد داده ها می باشد

نتایج و بحث

خلاصه آماری داده های شوری در جدول (۱) مشخص شده است. همان طور که مشاهده میشود ۲۲.۱۰ درصد از کل شوری منطقه متعلق است به سطح خاک (در فاصله ۵-۰ سانتی متری) است و هم چنین ECE (فاصله ۹۰-۶۰ سانتی متری) ۱۶.۲ درصد از شوری را به خود اختصاص داده است و این مسئله نمایانگر آن است خاک های منطقه مورد مطالعه در سطح شدیداً شور می باشند. بعنوان مثال ECA که در عمق ۵-۰ سانتی متری سطح خاک است دارای حداقل میزان شوری ۳.۳۵ و حداکثر ۲۳.۹۶ با میانگین ۱۲.۰۲ دسی زیمنس بر متر است. چنانچه ملاحظه می شود میانگین شوری در عمق ۵-۰ سانتی متری بیشتر و با افزایش عمق کم می شود که این بیانگر وضعیت نامطلوب جامعه مورد بررسی از نظر شوری است. واریانس و خطای استاندارد بالا بیانگر انحراف شدید داده ها از میانگین جامعه می باشد. بعنوان مثال ECA که در عمق ۵-۰ سانتی متری سطح خاک است دارای بیشترین خطای استاندارد و واریانس است و به دلیل اینکه انحراف معیار از میانگین جامعه زیاد است نمی توان میانگین را به عنوان تخمین از متغیر مورد بررسی در جامعه مورد مطالعه به کار برد. ضریب تغییرات مجموعه به ما نشان می دهد که کمترین میزان آن مربوط است به لایه های میانی که همان EC_c فاصله ۳۰-۱۵ سانتی متری و هم چنین بیشترین ضریب تغییرات مربوط به لایه های عمیق ۹۰-۶۰ سانتی متری است در طی پروسه انجام مدل شبکه عصبی مصنوعی، در عمق ۵-۰ سانتی متری شاخص NDVI، در عمق ۱۵-۵ سانتی متری شاخص NDVI و NDVI، در عمق ۳۰-۱۵ سانتی متری شاخص Clay index، در عمق ۳۰-۱۵ سانتی متری شاخص NDVI و NDVI، در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متری شاخص NDVI و NDVI، در عمق ۹۰-۶۰ سانتی متری شاخص Clay index بیشترین تأثیر را بر روی مدل خروجی قرار داده است بطور میانگین بیشترین اثر گذاری بر ۵ عمق را شاخص NDVI بوده است و هم چنین شاخص باند سوم کمترین اثر را بر روی مدل خروجی نهاده است. از نقشه های مدل برداشت می شود که هرچه از سطح به عمق برویم میزان شوری خاک تدریجاً کاهش می یابد. لازم بذکر است که در تحقیق حاضر از ۵ عمق استاندارد شده نمودار آنالیز حساسیت و نقشه شوری تهیه گردیده است که بعلاوه وجود فضای کافی تنها دیاگرام و نقشه شوری عمق ۵-۰ سانتی متری ارائه گردید.

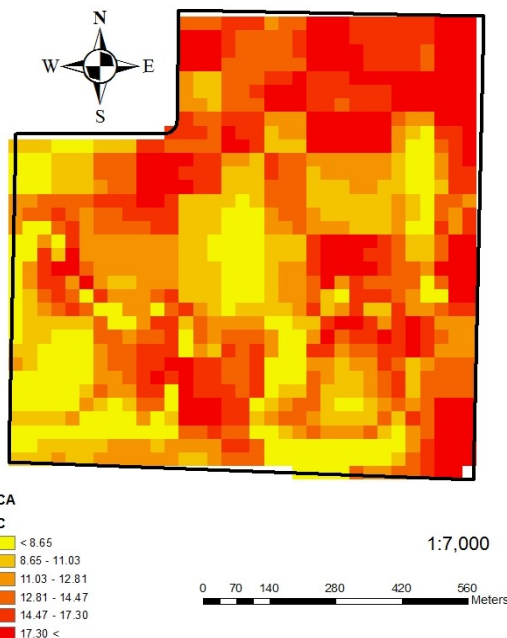
^{۱۷۹}Root Mean Square Error

^{۱۸۰}Coefficient of determination

^{۱۸۱}Mean Absolute Error

جدول ۱- آنالیز آماری

چارک سوم	چارک اول	خطا استاندارد	واریانس	ضریب تغییرات	میانه	میانگین	حداکثر	حداقل	لایه (سانتی متر)
۹۵/۱۴	۷۷/۸	۰۶/۴	۵۵/۱۶	۸/۳۳	۰۳/۱۲	۰۲/۱۲	۹۶/۲۳	۳۵/۳	EC _A ۵-۰
۵۷/۱۴	۷۱/۸	۹۶/۳	۷۱/۱۵	۱۹/۳۳	۹۴/۱۱	۹۹/۱۱	۹۶/۲۳	۸۱/۳	EC _B ۱۵-۵
۳۲/۱۳	۹۱/۸	۶۵/۳	۳۷/۱۳	۴۸/۳۱	۶۲/۱۱	۶۰/۱۱	۱/۲۲	۶۹/۴	EC _C ۳۰-۱۵
۵۳/۱۲	۹۲/۷	۶۷/۳	۴۷/۱۳	۱۳/۴۳	۷۵/۱۰	۹۰/۹	۱/۲۲	۶۹/۴	EC _D ۶۰-۳۰
۳۳/۱۲	۰۵/۷	۹۵/۳	۶۶/۱۵	۱۱/۳۹	۱۱/۱۰	۸۶/۸	۱/۲۲	۶۹/۴	EC _E ۹۰-۶۰

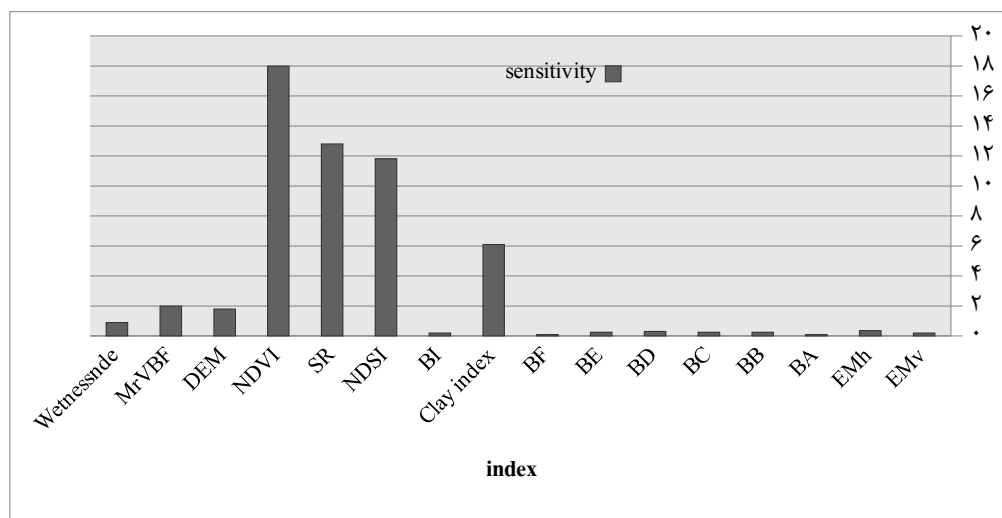


شکل ۲- نقشه پایش شوری خاک در عمق ۵-۰ سانتی متری توسط مدل شبکه عصبی مصنوعی

شکل ۳- اهمیت پارامترها در عمق ۵-۰ سانتی متری



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



منابع

- رحیمیان م ح، هاشمی نژاد ی. ۱۳۸۹. واسنجی دستگاه القاءگر الکترومغناطیس (EM۳۸) برای ارزیابی شوری خاک. مجله پژوهشهای خاک، علوم خاک و آب، الف، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحات ۲۴۳-۲۵۲
- علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران
- Rhoades, J.D., Ingvalson, R.D. ۱۹۷۱. Determining salinity in field soils with soil resistance measurements. Soil Science Society of America Proceedings ۳۵, ۵۴-۶۰.
- Rhoades, J.D. ۱۹۷۶. Measuring, mapping and monitoring field salinity and water depths with soil resistance measurements. FAO Soils Bulletin ۳۱, ۶۹-۱۰۹.
- Saunders, A.M., Boettinger, J.L. ۲۰۰۷. Incorporating classification trees into a pedogenic understanding raster classification methodology, Green River Basin, Wyoming, USA. In: P. Lagacherie, A.B. McBratney, and M. Voltz (eds.), Digital Soil Mapping: An introductory perspective. Developments in Soil Science Vol. ۳۱, Elsevier, Amsterdam, pp. ۳۸۹-۳۹۹.
- Heermann D F, Hoeting J, Duke H R, Westfall D G, Buchleiter G W, Westra P, Pears F B, Fleming K. ۲۰۰۰. Irrigated Precision Farming for Corn Production. Proceedings of Second International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, pp. ۱۴۴-۱۵۱, Lake Buena Vista, Florida.
- Bishop, T.F.A., McBratney, A.B., Laslett, G.M. ۱۹۹۹. Modelling soil attribute depth functions with equal-area quadratic smoothing splines. Geoderma. ۹۱, ۲۷-۴۵.
- McBratney, A.B., Mendonça-Santos, M.L., Minasny, B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma, ۱۱۷, ۳-۵۲.
- Rouse, J.W., Hass, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. ۱۹۷۳. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. p. ۳۰۹-۳۱۷. In: Third ERTS Symposium, NASA SP-۳۵۱, Vol. ۱, Washington, DC.
- Mcneill, J.D. ۱۹۸۰b. Electromagnetic terrain conductivity measurements at low induction numbers. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p. ۱۵.
- Nield, S.J., Boettnger, J.L., Ramsey, R.D. ۲۰۰۷. Digitally mapping Gypsic and nitric soil areas using Landsat ETM data. Soil Sci. Soc. Am. J. ۷۱, ۲۴۵-۲۵۲.
- Metternicht, G., Zinck J.A. ۲۰۰۳. Remote Sensing of Soil Salinity: Potentials and Constraints. Remote Sensing of Environment ۸۵, ۱-۲۰.
- Mcneill, J.D. ۱۹۸۰b. Electromagnetic terrain conductivity measurements at low induction numbers. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p. ۱۵.
- Mcneill, J.D., ۱۹۸۰a. Electrical conductivity of soil and rocks. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p. ۲.



Abstract

Digital identification of soils is regarded as a tool to provide locality information on them; this introduces some solutions for the increasing need of high spatial resolution maps. The current study aims at digital mapping of soil in the area of Mileshtar, Ardakan, which is a farm on which the needed provender for dairy cattle companies located in this area are planted. At first, the study was conducted by the identification of the current and previous application of the area and by creation of a partial border. In the next stage, around 800 readings were done by EM38 both vertically and horizontally. Then, two maps were made with the inputs obtained from the device readings. In the next step, 120 points with different latitude and longitude were randomly selected and three soil samplings were done in the depth of 0-30, 30-60 and 60-90 centimeters. The EC of the samples were measured in the laboratory by the preparation of saturation extract 1:1. Using the measured EC, the salinity map was drawn by geographic information system (GIS). Finally, all the readings of the mentioned device, the results of extraction as well as the results of salinity test were used as input data of artificial neural network. The desired analyses were performed on the outputs of the model.



مقایسه روشهای کلاسیک با مدل‌های فرکتالی در ارزیابی ساختمان خاک

سپیده مفیدی^۱، مهدی همایی^۲، ابراهیم پذیرا^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات گروه خاکشناسی تهران ۲- استاد گروه خاکشناسی
دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه
آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

ساختمان خاک، یکی از مهمترین خواص فیزیکی خاک است که مفهوم آن شیوه قرارگیری ذرات خاک در کنار یکدیگر میباشد. به‌منظور سنجش ساختمان خاک به مفهوم کمی آن نیاز بوده، که هندسه فرکتالی ابزاری مناسب برای این بررسی فراهم کرده‌است. هدف از این پژوهش، کمی‌سازی ساختمان خاک به کمک مدل‌های فرکتالی و مقایسه آن با روش‌های کلاسیک بود. بدین منظور، ۳۰ نمونه خاک، از عمق ۰-۳۰ سانتیمتری تهیه گردید. سپس با استفاده از روش الک‌های تر و خشک، میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها محاسبه و با کمک چهار مدل فرکتالی، بُعد فرکتالی نمونه‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد که استفاده از مدل‌های فرکتالی در ارزیابی ساختمان خاک، مناسبتر و دقیقتر از روش‌های کلاسیک میباشد. زیرا، پارامترهای بیشتری را بررسی میکنند و برخلاف روش‌های کلاسیک که مقادیر داده‌ها را نسبت به یک شاخص مرکزی مانند میانگین می‌سنجند، داده‌ها را در مقیاس‌های مختلف مورد بررسی قرار میدهند. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش اختلاف بُعد خشک و تر، پایداری خاکدانه‌ها کاهش و ناپایداری آنها افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ساختمان خاک، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

مقدمه

نظم و تکرار موجود در بسیاری از پدیده‌های طبیعی همچون شکل ابرها، رشته کوهها، شبکه رودخانه‌ها، گیاهان و سبزیجات، بشر را بر آن داشته است تا با مطالعه این موارد، روابط ریاضی، میان این الگوهای تکرارشونده، کشف کند. مندلیبات هنگام اندازه‌گیری طول سواحل انگلستان مشاهده کرد که با تغییر مقیاس، میزان طول بدست آمده تغییر میکند. نظریه وی به تحول عظیمی منجر شد و علمی بنام هندسه فرکتالی پایه‌گذاری گردید. مندلیبات واژه فرکتال (fractal) را از واژه لاتین فرکتوس *fractus* به معنی سنگی که به شکل نامنظم شکسته و خرد شده باشد، انتخاب کرد (Mandelbort, ۱۹۸۲). اشیاء فرکتالی خودهمانند بوده، بُعد غیر صحیح داشته و در مقیاس ریز بسیار پیچیده هستند. ساختمان خاک نیز در شرایط مختلف، پتانسیل فرکتالی بودن را دارا میباشد. ساختمان خاک، در مدیریت منابع خاک با هدف رعایت استانداردهای محیط‌زیستی و ارتقای توان تولید پایدار منابع، پر اهمیت است. بنابراین به‌منظور سنجش ساختمان خاک به مفهوم کمی آن نیاز بوده، که هندسه فرکتالی ابزار ریاضی مناسبی را برای این بررسی در علم خاکشناسی فراهم کرده‌است. (۱۹۲۸) Tiulin روش الکترونی را به منظور اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها در مقابل فرسایش آبی پیشنهاد کرد. سالها بعد، (۱۹۳۶) Yoder روشی دیگر برای الکترونی ارائه کرد، که در حال حاضر از معمولترین این نوع روشها است. (۱۹۴۹) Van Bavel شاخص میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) را پیشنهاد کرد. که در آن وزن‌های مساوی از خاکدانه‌ها در ضریبی که متناسب با اندازه آنها است، ضرب میشوند. وی در نهایت به این نتیجه دست یافت که هرچه مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بیشتر باشد، پایداری نسبی خاکدانه‌ها نیز بیشتر است. (۱۹۵۰) Mazurak شاخص میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD) را ارائه کرد. (Filgueira و همکاران) (۱۹۹۹) میزان حساسیت خصوصیات فرکتالی خاکدانه‌های خاک را در مدیریت‌های مختلف تعیین کردند. در این پژوهش از هر دو مدل تعداد-اندازه و جرم-اندازه Riu و Sposito استفاده شده است و به این نتیجه دست یافتند که بُعد فرکتالی جرم به مدیریت حساس نیست. Millan و (۲۰۰۱) Orellana به بررسی تأثیر عمق خاک بر بُعد فرکتالی در خاک‌های ورتی سول پرداختند. (۲۰۰۶) Gulser با بررسی تأثیر کشت علوفه‌های مختلف بر ساختمان خاک و ارتباط آن با بُعد فرکتالی به این نتیجه دست یافت که میان بُعد فرکتالی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در این پژوهش همبستگی منفی وجود دارد که نشان دهنده کاهش مقدار D_m و D_r با افزایش اندازه خاکدانه‌ها به علت کشت علوفه میباشد. هدف از این پژوهش، کمی‌سازی ساختمان خاک به کمک مدل‌های فرکتالی و مقایسه آن با روش‌های کلاسیک می‌باشد.



مواد و روش‌ها

نمونه‌های خاک مورد نیاز در این پژوهش از دشت ایوانکی و گرمسار برداشت شد. بدین ترتیب که از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری، ۳۰ نمونه تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. با استفاده از داده‌های بدست آمده جرم ویژه ظاهری و رطوبت نمونه‌ها تعیین و سپس از روش سری الکهای خشک و تر و با کمک مدل‌های فرکتالی، بُعد فرکتالی خاکدانه‌های نمونه‌های مورد نظر تعیین گردید. برای تعیین توزیع اندازه خاکدانه‌ها از سری الک خشک با قطرهای (۰/۴۲، ۰/۸۴، ۰/۱۷۰، ۰/۳۴۰، ۰/۶۸۰، ۱/۳۶، ۲/۷۲، ۵/۴۴، ۱۰/۸۸، ۲۱/۷۶، ۴۳/۵۲، ۸۷/۰۴، ۱۷۴/۰۸، ۳۴۸/۱۶ میلی‌متر) و سری الک تر (۰/۰۷۵، ۰/۱۵۰، ۰/۳۰۰، ۰/۶۰۰، ۱/۲۰۰، ۰/۳۰۰ میلی‌متر) استفاده شد. برای بدست آوردن بُعد فرکتال مدل تعداد-اندازه Mandelbort از رابطه زیر

$$N(r > R) = kr^{-D}$$

استفاده شد:

(۱)

که در آن x اندازه قطر نرمال شده خاکدانه‌ها در هر بخش اندازه‌های (میانگین اندازه مش الک (ام) با اندازه مش الک بزرگتر از آن)، $N(r > R)$ تعداد تجمعی خاکدانه‌های با اندازه r که از مقیاس اندازه‌های R بزرگتر است و با قطر الک تعیین میشود، K مقدار ثابت، D بُعد فرکتالی که به شکل و حد پراکندگی ذرات بستگی دارد. بُعد فرکتالی مدل تعداد-اندازه Riu و Sposito از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\frac{\rho_i}{\rho_0} = \left(\frac{d_i}{d_0}\right)^{D_m - 3} \quad \sum \frac{M(d_i)}{(d_i^3 \rho_i)} = Ad_k^{-D_f} \quad (2)$$

که در آن d_k میانگین قطر خاکدانه‌ها برای کلاس k ام، A ثابت مدل، d_i میانگین قطر خاکدانه‌ها (م)، $M(d_i)$ جرم خاکدانه (kg) و i جرم مخصوص ظاهری است. برای محاسبه بُعد فرکتالی مدل جرم-اندازه Riu و Sposito از رابطه زیر استفاده گردید:

(۳)

که در آن i وزن مخصوص ظاهری کلاس اندازه نام (Mg/m³)، 0 وزن مخصوص ظاهری بزرگترین خاکدانه، d_i میانگین قطر خاکدانه‌های کلاس اندازه نام (mm)، 0 میانگین قطر بزرگترین خاکدانه و D_m بُعد فرکتالی جرم. بُعد فرکتالی مدل جرم-اندازه Tyler و Wheatcraft از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\frac{M(r < R)}{Mt} = \left(\frac{r}{RL}\right)^{3 - D_m} \quad (4)$$

که در آن D_m بُعد فرکتال جرمی، $M(r < R)$ جرم تجمعی خاکدانه‌ها بر روی غربالها با اندازه‌های کوچکتر از Mt ، R جرم خاکدانه‌ها، RL بالاترین اندازه منفذ غربال و r میانگین قطر خاکدانه‌ها در هر کلاس میباشد. برای محاسبه GMD و MWD از رابطه زیر استفاده شد:

$$MWD = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i w_i \quad (5)$$

$$GMD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^n W_i \log \{\bar{x}_i\}}{\sum_{i=1}^n W_i}\right) \quad (6)$$

که در آن میانگین قطر خاکدانه‌هایی که بر روی هر الک باقی میماند و w_i نسبت خاکدانه‌ها در هر الک به وزن کل خاک به کار برده شده در ابتدای آزمایش میباشد.

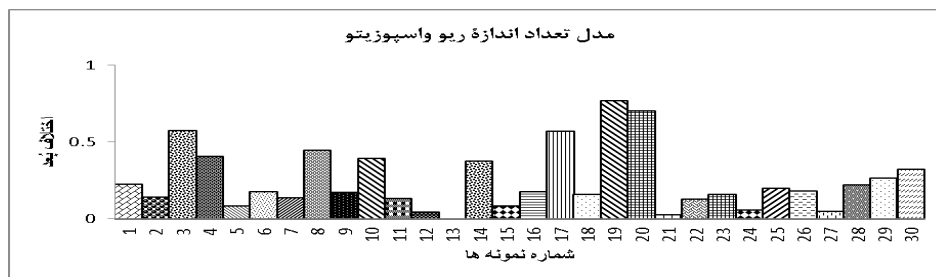
نتایج و بحث

جدول ۱ نشان می‌دهد که بیشترین انحراف معیار مربوط به میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و کمترین انحراف معیار مربوط به بُعد جرم-اندازه ریو میباشد.

با توجه به مقایسه ترتیب بدست آمده برای هر نمونه با روشهای مورد بررسی، دو مدل تعداد-اندازه Mandelbort و تعداد-اندازه Riuه و Sposito در تعیین ترتیب نمونهها تقریباً نتایج یکسانی را نشان می‌دهند. ولی به طور کلی ترتیب پایداری تعیین شده براساس هر پارامتر متفاوت بود. با انجام آنالیز حساسیت نیز ترتیب تعیین شده برای نمونهها برای سری الک دو براساس هر پارامتر متفاوت بدست آمد که نشاندهنده این است که حساسترین عامل بین پارامترهای موجود در یک مدل فرکتالی، بُعد فرکتالی میباشد. در شکل ۱، ۲، ۳ و ۴ تغییرات مربوط به اختلاف بُعد نمونهها براساس چهار مدل فرکتالی نشان داده شده است.



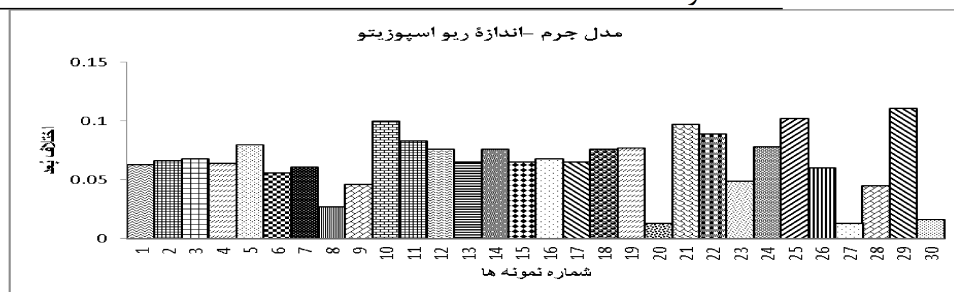
شکل ۱- تغییرات اختلاف بُدهای فرکتالی تعداد-اندازه مندلبرات



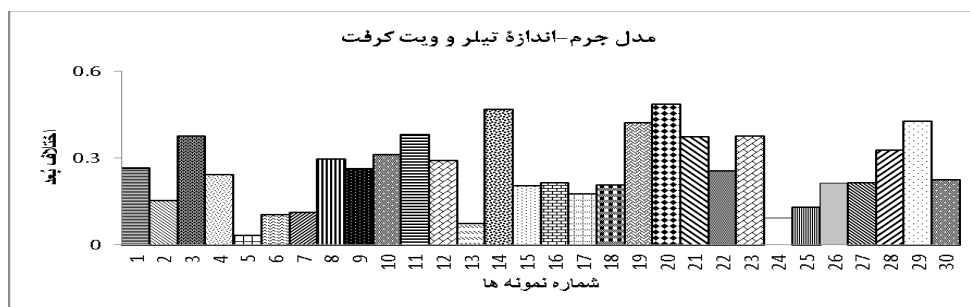
شکل ۲- تغییرات اختلاف بُدهای فرکتالی تعداد-اندازه ریو واسپوزیتو

جدول ۱- ویژگیهای آماری متغیرهای مورد بررسی

متغیر	نوع آزمایش	تعداد نمونهها	کمتری ن	میانگی ن	بیشتری ن	انحراف معیار	خطای استاندارد
MWD	الک خشک	۳۰	۲/۲	۹/۴	۵/۷	۲/۱	۲/۰
	الک تر	۳۰	۲/۰	۷/۰	۹/۲	۵/۰	۰۸/۰
GMD	الک خشک	۳۰	۹/۰	۴/۱	۲/۳	۳/۰	۰۹/۰
	الک تر	۳۰	۴/۰	۶/۰	۹/۲	۴/۰	۰۷/۰
بُعد جرم-اندازه تیلروویت گرفت	الک خشک	۳۰	۵/۲	۶/۲	۸/۲	۱/۰	۰۱/۰
	الک تر	۳۰	۲/۲	۴/۲	۵/۲	۱/۰	۰۱/۰
بُعد تعداد- اندازه ریوواسپورتو	الک خشک	۳۰	۸/۲	۰۴/۳	۶/۳	۲/۰	۰۳/۰
	الک تر	۳۰	۳/۲	۸/۲	۲/۳	۲/۰	۰۳/۰
بُعد جرم- اندازه ریوواسپورتو	الک خشک	۳۰	۹/۲	۸/۲	۹/۲	۰۱/۰	۰۰۲/۰
	الک تر	۳۰	۹/۲	۹/۲	۹/۲	۰۲/۰	۰۰۴/۰
بعد تعداد-اندازه مندلیبرت	الک خشک	۳۰	۹/۲	۱/۳	۷/۳	۲/۰	۰۳/۰
	الک تر	۳۰	۲/۲	۸/۲	۲/۳	۱/۰	۰۳/۰



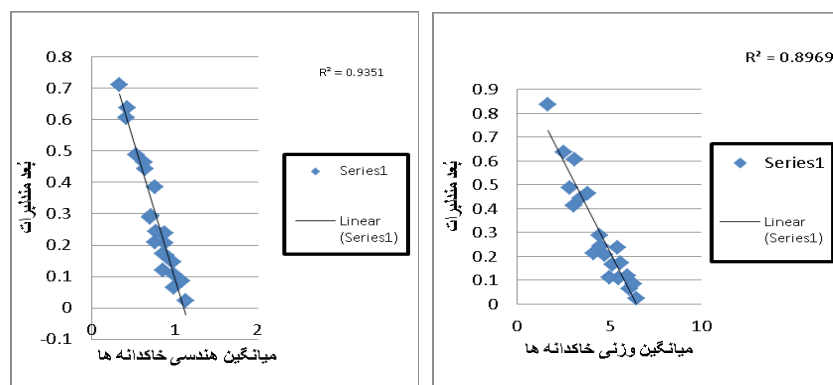
شکل ۳- تغییرات اختلاف بُدهای فرکتالی جرم-اندازه ریو واسپورتو



شکل ۴- تغییرات اختلاف بُدهای فرکتالی جرم-اندازه تیلر و ویت گرفت

باتوجه به شکل ۱ بر مبنای مدل تعداد-اندازه Mandelbort پایدارترین ساختمان مربوط به نمونه بیست و چهارم و ناپایدارترین نمونه نهم می باشد. بر اساس مدل تعداد-اندازه Riu و Sposito بیشترین اختلاف مربوط به نمونه نوزدهم و کمترین اختلاف مربوط به نمونه سیزدهم تعیین گردید (شکل ۲). همچنین با توجه به میزان اختلاف نشان داده شده در شکل ۳، پایدارترین، نمونه بیستم و ناپایدارترین نمونه بیست و نهم و بر مبنای مدل تعداد-اندازه Tyler و Wheatcraft نیز همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است

پایدارترین نمونه از نظر ساختمان، نمونه پنجم و ناپایدارترین نمونه بیستم می باشد. براساس شکل (۵) بین شاخصهای پایداری خاکدانهها و بُعد فرکتالی رابطه عکس وجود دارد که این رابطه تاکیدی بر کاهش بُعد فرکتالی با افزایش پایداری خاکدانهها میباشد.



شکل ۵- رابطه پارامترهای فرکتالی با ویژگی های خاکی

نتایج بدست آمده بیان میکند که با افزایش بُعد در حالت خشک و تر، پایداری خاکدانهها کاهش و ناپایداری آنها افزایش مییابد. که با پژوهشهای Filgueira و همکاران (۲۰۰۶)، Dathe و همکاران (۲۰۰۱) و Gulser (۲۰۰۶) مطابقت دارد. همچنین رابطه عکس شاخصهای پایداری خاکدانهها با بُعد فرکتالی تاکیدی بر کاهش بُعد فرکتالی با افزایش پایداری خاکدانهها میباشد. استفاده از مدل‌های فرکتالی در ارزیابی ساختمان خاک، مناسبتر و دقیقتر از روشهای کلاسیک میباشد، زیرا در مدل‌های فرکتالی پارامترهای مورد بررسی بیشتر است، بنابراین تأثیر ویژگیهای متفاوتتری بر روی ساختمان خاک مورد ارزیابی قرار میگیرد و برخلاف روشهای کلاسیک که مقادیر دادهها را نسبت به یک شاخص مرکزی مانند میانگین میسنجند، مدل‌های فرکتالی دادهها را در مقیاسهای مختلف مورد بررسی قرار میدهند. همچنین تفاوت در ترتیب تعیین شده برای پایداری خاکدانهها براساس هر مدل به علت تنوع بالای مدل‌های فرکتالی و یکسان نبودن عوامل مورد بررسی در مدلها میباشد.

منابع

- Dathe, A. Eins, S. Niemeyer, J. and Gerold, G. ۲۰۰۱. The surface fractal dimension of the soil-pore interface as measured by image analysis. *Geoderma*, ۱۰۳: ۲۰۳-۲۲۹.
- Filgueira, R.R. Fournier, L.L. Crisola, C.I. Gelati, P. and Garcia, M. G. ۲۰۰۶. Particle-size distribution in soils: A critical study of the fractal model validation. *Geoderma*, ۱۳۴: ۳۲۷-۳۳۴.
- Filgueira, R.R. Fournier, L.L. Sarli, G.O. Aagon, A. and Rawals, W.J. ۱۹۹۹. Sensivity of fractal parameters of soil aggregates to different management practices in a Phaeozem in central Argentina. *Soil Till. Res.*, ۵۲: ۲۱۷-۲۲۲.
- Gulser, C., ۲۰۰۶. Effect of forage cropping treatments on soil structure relationships with fractal dimensions. *Geoderma*, ۱۳۱: ۳۳-۴۴.
- Mandelbrot, B.B. ۱۹۸۲. *The fractal geometry of nature*. W.H. Freeman and Company, New York, ۴۶۸ p.
- Mazurak, A.P. ۱۹۵۰. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Sci.*, ۶۹: ۱۳۵-۱۴۸.
- Millan, H. and Orellana, R. ۲۰۰۱. Mass fractal dimensions of soil aggregates from different depths of a compacted vertisol. *Geoderma*, ۱۰۱: ۶۵-۷۶.
- Rieu, M., and Sposito, G. ۱۹۹۱a. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties: I. Theory. *SSSAJ*, ۵۵(۵): ۱۲۳۱-۱۲۳۸.
- Rieu, M. and Sposito, G. ۱۹۹۱b. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties: . Applications. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۵۵: ۱۲۳۹-۱۲۴۴.
- vanBavel, C.H.M. ۱۹۴۹. Mean weight-diameter of soil aggregation as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۱۴: ۲۰-۲۳.
- Yoder, R.E. ۱۹۳۶. A direct method of aggregate analysis and a study of a physical nature of erosion losses. *J. Am. Agron.*, ۲۸: ۳۳۷-۳۵۱.



Abstract

Soil structure is one of the most important physical properties which can be defined as the array of single soil particles together. A quantitative definition is needed to assess soil structure. The concept of fractal geometry has recently introduced as a reasonable quantitative approach for this purpose. This aimed to quantitatively assess the soil structure by using some classical and fractal models. To attain this purpose, 30 soil samples were collected from topsoil of an agricultural area. The wet and dry sieving experiments were performed for the whole samples and their MWD and GMD were calculated. The fractal dimensions of soil samples were determined for four fractal models. The results showed that the use of fractal models is more appropriate than classical methods to describe soil structure. The reason can be attributed to the fact that fractal models incorporate more parameters and can assess the data in widely different scales. The results further indicated that by decreasing the dimensions, in both dry and wet conditions, the stability of aggregates decreased.



استفاده از پارامترهای تراکم محصور برای تخمین دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت

لادن حیدری^۱، حسین بیات^۲، زینب زنگنه بیغش^۱
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت (LLWR) دامنه‌ای از رطوبت خاک است که در آن رشد گیاه در ارتباط با مکش ماتریک، تهویه و مقاومت مکانیکی خاک با کمترین محدودیت روبه‌رواست. همچنین LLWR یکی از خصوصیات مهم برای ارزیابی ساختمان خاک است که اندازه‌گیری آن مشکل و وقت‌گیر است. تراکم خاک از جمله شاخص‌های نشان دهنده تخریب ساختمان فیزیکی خاک می‌باشد که به صورت افزایش در جرم مخصوص ظاهری خاک یا کاهش تخلخل تعریف می‌شود. بسیاری از ویژگی‌های موثر بر تراکم محصور همان ویژگی و عوامل تعیین کننده و تاثیر گذار بر LLWR می‌باشند. ۲۴ نمونه خاک دست نخورده از استان آذربایجان غربی جمع‌آوری گردید و منحنی رطوبتی، منحنی مقاومت و منحنی تراکم محصور اندازه‌گیری شد. توانایی هریک از پارامترهای تراکم محصور در بهبود تخمین LLWR به کمک مدل‌های رگرسیونی ارزیابی گردید. LLWR تحت تاثیر تراکم قرار می‌گیرد. بنابراین استفاده از پارامترهای تراکم محصور باعث بهبود تخمین LLWR گردید.

واژه‌های کلیدی: تراکم محصور، دامنه رطوبتی با کمترین محدودیت، توابع انتقالی

مقدمه

دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت^۱ (LLWR) دامنه‌ای از مقدار رطوبت خاک است که در آن رشد گیاه در ارتباط با تهویه، مقاومت مکانیکی و مکش آب خاک با کمترین محدودیت مواجه بوده و در خارج از این دامنه، محدودیت‌ها از نظر دسترسی گیاه به آب افزایش می‌یابد (داسیلوا و همکاران، ۱۹۹۴). کی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که LLWR شاخص مفیدی برای ارزیابی کیفیت ساختمان خاک در مقیاس مزرعه‌ای برای ارزیابی سیستم‌های مدیریتی همچنین شاخصی مفید برای تولید بالقوه محصول، برنامه‌ریزی‌های آبیاری و تصمیم‌های خاک‌ورزی (نوع و عمق شخم) است (بنجامین و همکاران، ۲۰۰۳). چنانچه به دنبال یک مدیریت خاص، LLWR در یک خاک افزایش یابد و یا کاهش داشته باشد نشان دهنده مناسب بودن مدیریت است و کاهش این شاخص به این مفهوم است که قدرت تولید خاک کاهش یافته و عملیات مدیریتی نامناسب می‌باشد (زو و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین بسته به اهمیت LLWR و دشواری‌های اندازه‌گیری آن و از آنجایی که اندازه‌گیری این پارامتر کاری زمان‌بر و سخت است به همین علت روش‌های غیر مستقیم در تخمین LLWR ترجیح داده می‌شود. یکی از این روش‌ها توابع انتقالی^۲ (PTFs) خاک است که داده‌های دیر یافت را از داده‌های زود یافت برآورد می‌کنند (مانریکو و همکاران، ۱۹۹۱).

با توجه به عوامل موثر بر پارامترهای تراکم محصور مانند مقاومت فروری، چگالی ظاهری، تخلخل، مکش آب خاک که چندین ویژگی فیزیکی هستند که در مشخصه تراکم خاک استفاده می‌شوند به خوبی می‌توان این موضوع را دریافت که بسیاری از ویژگی‌های موثر بر پارامترهای تراکم محصور همان ویژگی‌ها و عوامل تعیین کننده و تاثیر گذار بر LLWR هستند. نفوذپذیری، تخلخل، چگالی ظاهری و مقاومت فروری خاک عوامل کنترل کننده LLWR هستند (داسیلوا و کی، ۱۹۹۴). منحنی تراکم محصور و LLWR (که با استفاده از منحنی مقاومت و منحنی رطوبتی به دست می‌آید) وابستگی شدیدی به توزیع اندازه منافذ خاک و ساختمان خاک دارند. دکستر و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که منحنی نگهداری آب خاک^۳ (SWRC) با ساختمان خاک ارتباط دارد. سوان و ون اورکرک (۱۹۹۴) نیز گزارش کردند که منحنی تراکم تابعی از ساختمان خاک است. پس این فرضیه مطرح می‌شود که مقدار LLWR خاک را می‌توان از پارامترهای تراکم محصور پیش بینی کرد.

احتمال می‌رود که بنا به دلایل فوق بهره‌گیری از این پارامترها باعث بهبود در برآورد LLWR گردد. تاکنون تحقیقات اندکی در مورد تخمین مستقیم LLWR با استفاده از خصوصیات خاک صورت گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی اندازه بهبود صحت برآورد مستقیم LLWR در اثر افزودن ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی متعدد و پارامترهای تراکم محصور در مکش‌های مختلف، به عنوان تخمین‌گر در مدل‌های رگرسیونی است.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و خصوصیات خاک‌ها

^۱Least limiting water range

^۲Pedotransfer functions

^۳Soil water retention curve



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

برای انجام این پژوهش نمونه برداری از ۲۴ منطقه مختلف از استان آذربایجان غربی صورت گرفت. نمونه‌های دست نخورده با استفاده از سیلندره‌های فلزی به قطر ۳/۵ و ارتفاع ۵/۴ سانتی متر برای تعیین منحنی رطوبتی، منحنی مقاومت، وزن مخصوص ظاهری خاک و منحنی فشردگی محصور جمع آوری شدند. خاک‌های مورد استفاده در این تحقیق دارای بافت متوسط تا درشت هستند.

اندازه‌گیری رطوبت در ظرفیت زراعی (θ_{FC}) و نقطه پژمردگی دائم خاک (θ_{PWP}) به ترتیب در مکش ۱۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی متر توسط دستگاه صفحات فشاری، و رطوبت در مقاومت فروری دو مگا پاسکال (θ_{AFP}) از مدل رگرسیون بوسچر (۱۹۹۰) و رطوبت در تخلخل تهویه‌ای ۱۰ درصد (θ_{AFP}) از رابطه $\theta_{AFP} = \theta_S - 0.1$ تعیین گردید. مقدار LLWR از روی چهار رطوبت ذکر شده و روابط ارائه شده توسط داسیلوا و همکاران (۱۹۹۴) محاسبه گردید. آزمایش فشردگی محصور در درون سیلندر صلب توسط پیستون متحرک به سمت پایین متراکم شد و تنش روی پیستون و تغییر حجم به طور پیوسته ثبت شد. این آزمایش بر روی نمونه‌های دست نخورده که از دستگاه صفحات فشاری در مکش ۱۰۰، ۶۰ سانتی متر خارج و رطوبت آن تعیین می‌شود اندازه‌گیری گردید.

گام‌های ساخت توابع

در این پژوهش از مدل‌های رگرسیون چندگانه خطی برای اشتقاق PTF‌های دامنه رطوبتی با کمترین محدودیت استفاده شد. مدل رگرسیونی با دو متغیر ورودی لای به شن و رس (PTF۱) به عنوان مدل پایه انتخاب شد (جدول ۲). چون معروف‌ترین تخمین‌گرها در PTF‌ها در روش‌های مختلف (رگرسیون، شبکه عصبی و مدیریت گروهی داده‌ها) اطلاعات بافتی و وزن مخصوص ظاهری می‌باشند (هاز، ۱۹۶۷ و شیپ، ۱۹۷۸). از سوی دیگر اطلاعات بافتی به سادگی قابل اندازه‌گیری بوده و یا در دسترس می‌باشند. بنابراین در سطح اول از لای به شن و رس به عنوان تخمین‌گر استفاده و سایر سطوح با آن مقایسه شدند. بر پایه ترکیبات متفاوت از متغیرهای ورودی ۶ مدل اصلی برای برآورد LLWR تشکیل شد (جدول ۲). خصوصیات مکانیکی خاک تحت تاثیر شرایط رطوبتی مختلف قرار می‌گیرد. همچنین خصوصیات مکانیکی خاک در شرایط رطوبتی متفاوت تاثیر متفاوتی را بر ساختمان خاک و در نتیجه LLWR ایجاد می‌کند.

بنابراین در این پژوهش از پارامترهای تراکم در مکش‌های مختلف جهت تخمین LLWR استفاده شد. برای بررسی درستی توابع انتقالی از آماره ریشه میانگین مربعات خطا^{۱۸۵} (RMSE)، معیار اطلاعات آکایک^{۱۸۶} (AIC) (آکایک، ۱۹۷۴) و ضریب تبیین^{۱۸۷} (R^۲) بهره‌گیری شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های آماری کلیه متغیرهای مورد استفاده برای تخمین LLWR در این پژوهش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

مکش (cm)	پارامتر	میانگین	انحراف استاندارد	حد اقل	حد اکثر	انحراف استاندارد	حد اقل	حد اکثر	پارامتر	مکش (cm)
		۲۲۶/۳								
	Pc	۸	۲۹/۰۴	۱۷۰	۲۷۵				Pc	
۶۰	Cc	۰/۳۹	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۷۵				Cc	۱۰۰
	Cs	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۰	۰/۲۰				Cs	
	(%)Si/S	۱/۱۵	۰/۶۸	۰/۱۷	۲/۶۴				MWD(mm)	
	(%)Clay	۱/۰۰	۰/۱۹	۰/۶۱	۱/۴۲				(%)OC	
	CaCO _۳	۷/۲۵	۲/۱۵	۴/۰۳	۱۴/۴				CEC(meq/۱۰۰g)	
	LLWR	۱۱/۰	۰/۷/۰	۰۰/۰	۳۰/۰					

جدول ۱- ویژگی‌های آماری متغیرها

Pc: تنش پیش تراکمی، Cc: شاخص تراکم، Cs: شاخص تورم، Si/S: نسبت لای به شن، Clay: رس، MWD: میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، OC: کربن آلی، CEC: گنجایش تبادل کاتیونی، CaCO_۳: کربنات کلسیم

^{۱۸۵}. Root mean square error

^{۱۸۶}. Akaike information criterion

^{۱۸۷}. Coefficient of determination



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مقایسه دقت PTF های ایجاد شده برای برآورد LLWR با استفاده از خصوصیات تراکم در مکش ۶۰ و ۱۰۰
 PTF_۱ در گام نخست از ویژگی های پایه خاک (سیلت / شن و رس) به عنوان تخمین گر برای برآورد LLWR بهره گیری و به عنوان مدل پایه در این پژوهش انتخاب شد (جدول ۲). در این مرحله پارامترهایی که به عنوان تخمین گر استفاده شدند در ارتباط با بافت خاک هستند. برونیک و لال (۲۰۰۵) بیان کردند که با افزایش رس در خاک ساختمان خاک نیز بهبود خواهد یافت. هر چند دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت نیز در ارتباط با ساختمان خاک است، ولی استفاده تنها از این دو متغیر تخمین های مناسبی را ایجاد نکرد. با مقایسه PTF_۱ نسبت به PTF های ایجاد شده، PTF_۱ نسبت به سایر PTF ها دارای AIC بیشتر و R^۲ کمتر است (جدول ۲). این نتایج نشان می دهد که تنها اطلاعات بافت خاک برای تخمین LLWR کافی نیست.

PTF_۲: در این مرحله تنش پیش تراکمی، شاخص تراکم و شاخص تورم به همراه ویژگی های پایه ای به عنوان برآوردگر وارد مدل شدند. افزودن این برآوردها موجب بهبود معنی دار برآورد LLWR نسبت به مدل پایه گردید. یکی از دلایل تخمین مناسب توسط پارامترهای تراکم محصور همبستگی مناسب بین LLWR با شاخص های برگرفته از منحنی تراکم (تنش

مکش	PTF	R ^۲	RMSE(cm/h)	AIC	ورودی مدل
	PTF _۱	۰/۰۰۹	۰/۰۶۹	-۱۲۶/۰۶	(%)si/s/clay
	PTF _۲	۲۲/۰	۰۶۱/۰	۰۳/۱۳۲-	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs
	PTF _۳	۰/۳۲	۰/۰۵۷۴	-۱۳۵/۱۱	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + mwd + OC
	PTF _۴	۰/۲۵	۰/۰۶۰۴	-۱۳۲/۶۶	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + CaCO _۳
۶۰	PTF _۵	۰/۳۵	۰/۰۵۵۹	-۱۳۶/۳۶	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + CEC
	PTF _۶	۰/۴۹	۰/۰۴۹۵	-۱۴۲/۱۹	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + mwd + OC + CaCO _۳ + CEC
	PTF _۱	۰/۰۰۹	۰/۰۶۹	-۱۲۶/۰۶	(%)si/s/clay
	PTF _۲	۳۰/۰	۰۵۸/۰	۲۸/۱۳۴-	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs
	PTF _۳	۰/۳۷	۰/۰۵۵۰	-۱۳۷/۰۲	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + mwd + OC
	PTF _۴	۰/۳۵	۰/۰۵۶۱	-۱۳۶/۲۶	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + CaCO _۳
۱۰۰	PTF _۵	۰/۳۸	۰/۰۵۵۱	-۱۳۷/۱۲	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + CEC
	PTF _۶	۰/۵۴	۰/۰۴۷۳	-۱۴۴/۴۳	si/s/clay(%) + Pc + Cc + Cs + mwd + OC + CaCO _۳ + CEC

جدول ۱- متغیرهای ورودی مدل ها و آماره های ارزیابی صحت برآورد PTF های ایجاد شده برای LLWR

پیش تراکمی، شاخص تراکم و شاخص تورم) است. در این مرحله بهره گیری از تنش پیش تراکمی و شاخص تورم به همراه ورودی های دیگر موجب کاهش معنی دار AIC و افزایش R^۲ نسبت به مدل پایه شد (جدول ۲). شاخص LLWR براساس منحنی رطوبتی و مقاومت تعیین می گردد. اثر این پارامترها بر روی LLWR را می توان با بررسی همبستگی این پارامترها بر روی ساختمان خاک، منحنی رطوبتی و منحنی مقاومت مطالعه کرد. دامنه رطوبتی با حداقل محدودیت وابسته به بافت و ساختمان خاک است و هر عاملی که بر ساختمان خاک تاثیر بگذارد بر LLWR تاثیر می گذارد. ساختمان و منافذ خاک بر تراکم محصور و مولفه های آن یعنی تنش پیش تراکمی، شاخص تورم، و شاخص تراکم اثر می گذارند. در طی فشردگی کاهش LLWR صورت می گیرد. چان (۲۰۰۵) گزارش کرد که در اثر عبور چرخ مقدار LLWR به صفر کاهش پیدا خواهد کرد. در نتیجه در طی فشردگی کاهش LLWR یک فاکتور تاثیر گذار در منحنی فشردگی محصور است. بنابراین تراکم و شاخص های مربوط به آن بر روی رطوبت باقیمانده، تخلخل، چگالی ظاهری و مقاومت فروری موثر هستند. بنا به دلایل فوق بهره گیری از پارامترهای تراکم محصور باعث بهبود برآورد LLWR نسبت به مدل پایه و PTF_۲ گردید.

PTF_۲ در PTF_۳: از پارامترهای تراکم محصور در مکش های ۶۰ و ۱۰۰ به همراه کربن آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها به عنوان برآوردگر برای LLWR بهره گیری شد. بهره گیری از این برآوردها باعث کاهش معنی دار AIC و افزایش R^۲ نسبت به مدل پایه و PTF_۲ گردید (جدول ۳). تجدا و گونزالس (۲۰۰۶) گزارش کردند که مواد آلی دارای چگالی ظاهری کمتر و تخلخل بیشتری نسبت به مواد معدنی بوده و در نتیجه مخلوط کردن آن ها با خاک معدنی ممکن است وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک را بهبود بخشیده (همزا و اندرسون، ۲۰۰۵) و باعث افزایش LLWR می گردد. همچنین میانگین وزنی قطر خاکدانه ها شاخصی برای ارزیابی ساختمان خاک است (پیر مرادیان و همکاران، ۲۰۰۵). LLWR نیز شاخصی برای ارزیابی ساختمان خاک و تحت تاثیر ساختمان خاک است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۳- مقایسه میانگین آماره اکایک برای PTF های ایجاد شده با استفاده از پارامترهای تراکم در مکش های مختلف با استفاده از آزمون دانکن (%۵)

مکش	PTF _۱	PTF _۲	PTF _۳	PTF _۴	PTF _۵	PTF _۶
۱۰۰	۰۶/۱۲۶ ^a	۵۹/۱۳۲ ^b	۷۲/۱۳۵ ^c	۰۷/۱۳۴ ^b	۱۹/۱۳۶ ^c	۳۵/۱۴۲ ^d

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین PTF های ایجاد شده است

PTF_۴ در این سطح از پارامترهای تراکم محصور و کربنات کلسیم جهت برآورد LLWR بهره گیری شد. با مقایسه بین PTF_۲ و PTF_۴ دارای AIC منفی تر و R^۲ بیشتر نسبت به مدل پایه و PTF_۴ است. همچنین تفاوت معنی داری بین PTF_۲ با PTF_۴ که از پارامترهای تراکم به تنهایی استفاده شده است وجود ندارد (جدول ۳). این نتایج نشان می دهد که کربنالی و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها با توجه به مطالب ذکر شده در فوق نسبت به کربنات کلسیم برآوردگرهای بهتری جهت برآورد LLWR هستند. همچنین وجود کربنات کلسیم پیوند بین ذرات را محکم تر کرده و باعث افزایش مقاومت مکانیکی خاک شده و حد پایینی LLWR را افزایش می دهد در نتیجه باعث کاهش LLWR می گردد (نصرتی، ۱۳۸۸).

PTF_۵ بهره گیری از CEC به همراه پارامترهای تراکم محصور به عنوان برآوردگر موجب بهبود معنی دار در برآورد LLWR شد. براند و تیسیر (۲۰۰۰) منحنی رطوبتی را در طیف وسیعی از رس های آهکی و یا اشباع شده با کلسیم بررسی و بیان کردند که ویژگی رطوبتی از یک خاک رسی به خاک دیگر متفاوت بوده و به مقدار رس، CEC، توزیع اندازه ذرات و تنش هیدرولیکی بستگی دارد. بنابراین احتمالاً به دلیل تأثیر گذاری CEC بر منحنی رطوبتی استفاده از CEC باعث بهبود در برآورد LLWR گردید. استفاده از CEC به عنوان برآوردگر بهبود معنی داری را نسبت به PTF_۳، که از پارامترهای تراکم محصور در مکش های ۶۰ و ۱۰۰ به همراه کربن آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها به عنوان برآوردگر استفاده شد، ایجاد نکرد. با اینکه بین PTF_۳ و PTF_۵ تفاوت معنی داری وجود نداشت اما PTF_۵ نسبت به AIC، PTF_۳ منفی تری داشت. این نتایج نشان می دهد که CEC به تنهایی در مقایسه با ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه ها که در PTF_۳ به عنوان برآوردگر استفاده شده است، برآوردگر بهتری است. همچنین با مقایسه PTF_۵ نسبت به PTF_۴ نتایج نشان می دهد که PTF_۵ دارای AIC منفی تر و R^۲ بیشتر نسبت به PTF_۴ است بنابراین برآوردگر اثر معنی داری نسبت به مدل پایه و PTF_۴ بر بهبود برآورد LLWR داشت (جدول ۲ و ۳). این نتایج نشان می دهد که CEC نسبت به کربنات کلسیم برآوردگر بهتری برای LLWR است. PTF_۶ با توجه به مطالب گفته شده استفاده از این ورودی ها در این سطح باعث بهبود معنی دار در برآورد LLWR نسبت به PTF های دیگر شد.

نتیجه گیری

افزودن پارامترهای تراکم محصور در مکش های مختلف باعث بهبود معنی دار معیارهای ارزیابی صحت مدل ها مانند RMSE، R^۲ و AIC گردید. افزودن پارامترهای فیزیکو-شیمیایی متعدد همراه با پارامترهای تراکم محصور به مدل پایه آماره های یاد شده را به طور معنی داری بهبود بخشید. اثر مولفه های منحنی فشردگی محصور بر بهبود LLWR نشان دهنده ارتباط نزدیک منحنی فشردگی محصور با منحنی رطوبتی و مقاومت خاک می باشد. روی هم رفته بهره گیری از پارامترهای تراکم به عنوان برآوردگر برای تخمین LLWR پیشنهاد می شود.

منابع

- Bengamin, J.G., Nielsen, D.C. and Vigil, M.F. ۲۰۰۳. Quantifying effects of soil conditions on plant growth and crop production. *Geoderma* ۱۱۶, ۱۳۷-۱۴۸.
- Brund, A. and Tessier, D. ۲۰۰۰. water retention propertice of the clay in soils developed on clayey sediments: significance of parent material and soil history. *European journal of Soil Science*. ۵۱: ۶۷۹-۶۸۸.
- Baumgartl, Th. And Kock, B. ۲۰۰۴. Modeling volum Change and Mechanical Properties with Hydraulic Models. *Soil Sci Soc Am J*. ۶۸: ۵۷-۶۵
- Busscher WJ, ۱۹۹۰. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. *Trans ASAE* ۳۳: ۵۱۹-۵۲۴.
- Chan, K.Y., Oates, A., Swan, A.D., Hayes, R.C., Dear, B.S., Peoples, M.B., ۲۰۰۵. Agro-nomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. *Soil Till. Res*. ۵۴, ۱-۹. Clement
- Culley J.L.B. and Larson W.E., ۱۹۸۷. Susceptibility to compression of a clay loam Haplaquoll", *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۵۱, ۵۶۲-۵۶۷
- Dexter, A.R., Czyz, E.A., Richard, G. and Reszkowska, A. ۲۰۰۸. A User-Friendly Water Retention That Takes Account of the Textural and Structural Pore Spaces in Soil. *Geoderma*, ۱۷۷-۱۷۸: ۶۳-۷۱.



- Da Silva, A. P. and Kay, B. D. ۱۹۹۷. Estimating least limiting water range of soils from properties and management. *Soil Science Society of America Journal*. ۶۱: ۸۷۷-۸۸۳.
- Hamza, M. and Anderson, W. ۲۰۰۵. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Tillage Research* ۸۲: ۱۲۱-۱۴۵.
- Haise, H. R., Haas, H. J. and Jensen, L. R., ۱۹۵۵. Soil moisture studies of some Great Plains soils. II. Field capacity as related to ۱/۳-atmosphere percentage, and minimum point as related to ۱۵- and ۲۶-atmosphere percentage. *Soil Science Society of America Proceedings*. ۱۹: ۲۰-۲۵.
- Kay, B.D., M.A Hajabbasi, J. Ying, and M. Tollenaar. ۲۰۰۶. Optimum versus nonlimiting water contents for root growth, biomass accumulation, gas exchange and the rate development of maize. *Soil Till. Res.* ۸۸: ۴۲- ۵۴.
- Manrique L. A. Jones C. A. and Dyke P. T. ۱۹۹۱. Predicting cation-exchange capacity from soil physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, ۵۰(۳): ۷۸۷-۷۹۴.
- Pirmoradian, N., Sepaskhah, A.R., and M.A.Hajabbasi. ۲۰۰۵. Application of fractal theory to quantify soil aggregate stability as influenced by tillage treatments. *Biosystems Engin.* ۹۰(۲): ۲۲۷-۲۳۴.
- Soane, B.D., P.S. Blackwell, J.W. Dickson and D.J. Painter. ۱۹۸۱. Compaction by agricultural vehicles: a review. I: Soil and wheel characteristics. *Soil Till. Res.* ۱: ۲۰۷-۲۳۷.
- Tejada, M and Gonzalez. J. ۲۰۰۶. The relationships between The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments" soil and tillage Research. ۹۱: ۱۸۶-۱۹۸.
- Zou, G., Sands, R., Buchan, G. And Hudson, I. ۲۰۰۰. Least limiting hwater range: A potential indicator of soil physical quality of forest soil. *Aust. J. Soil Res.* ۳۸: ۹۴۷-۹۵۸.

Abstract

Least limiting water range (LLWR), is the range of the soil water content at which plant growth is limited in relation to water potential, aeration and mechanical resistance of the soil. LLWR is one of the important characteristics of the soil and also is a soil structure identifier Its measurement is difficult and time-consuming. Soil compaction is an index of soil structure destruction which can be shown by increasing or decreasing soil bulk density and porosity, respectively. Estimation of LLWR using the confined compression parameters has not been reported, so far. Many characteristics affect both of confined compression and LLWR. Since, the measurement of the confined compression curve is relatively quick and simple, therefore it can be used to estimate LLWR. ۲۴ soil samples were taken from West Azarbayjan and soil water retention curve, soil strength characteristic curve and confined compression curve were measured. Improving LLWR by regression models using confined compression parameters as predictors was evaluated. LLWR was affected by confined compression curve parameters. So the use of confined compression parameters as estimators improved the estimation of the LLWR.



ارزیابی مدل Hydrus-1D جهت شبیه‌سازی انتقال سدیم در خاک‌حین آبشویی

امین وطنی^۱، صمد دربندی^۲ و شیوا ابراهیم‌زاده بادکی^۳
 ۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۲- عضو هیئت علمی گروه علوم خاک دانشگاه آزاد تبریز، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه آزاد تبریز

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی مدل Hydrus-1D جهت شبیه‌سازی انتقال سدیم در خاک حین آبشویی صورت گرفته است. برای تهیه خاک با شوری زیاد از اطراف دریاچه ارومیه یک خاک با بافت لوم رسی تهیه گردید. برای انجام آزمایشات آبشویی خاک با همان وزن مخصوص طبیعی داخل استوانه‌هایی از جنس پلکسی گلس ریخته شد. طول ستون خاک ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع آب آبشویی ۹۰، ۶۰، ۳۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای هر ارتفاع آب آبشویی ۳ تکرار و مجموعاً ۱۲ ستون خاک مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد مدل Hydrus-1d به خوبی و با دقت بالایی می‌تواند انتقال املاح در خاک و آزمایش‌های آبشویی را شبیه‌سازی نماید. لازمه استفاده از این مدل تخمین صحیح و دقیق پارامترهای ورودی آن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: Hydrus-1D، خاک‌های شور و سدیمی، انباشت نمک در خاک

مقدمه

در بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک، فرآیند شور شدن خاک‌ها باعث سدیمی شدن خاک می‌شود (پذیرا، ۱۳۶۵). در شرایطی که آب آبیاری، حاوی مقدار زیادی نمک‌های بی‌کربنات و کربنات سدیم باشد، تاثیر این نمک‌ها باعث افزایش pH آب شده و در نتیجه سرعت فرآیند قلیایی شدن خاک افزایش می‌یابد (حیدری و همکاران، ۱۳۷۳). شوری و سدیمی بودن، اثر زیادی بر ساختار خاک دارد، چون ساختمان خاک بستگی به شیوه آرایش ذرات آن دارد و نفوذ و حرکت آب به سطح و درون خاک نیز به بافت و ساختمان خاک بستگی مستقیم دارد، پس هرگاه میزان سدیم در خاک زیاد باشد، نفوذپذیری، هدایت هیدرولیکی و حرکت آب در خاک، به دلیل تورم و پراکنده شدن ذرات رس و از بین رفتن خاکدانه‌ها، کاهش می‌یابد (برزگر، ۱۳۸۰).
 مدل Hydrus-1D یکی از مدل‌های پیشرفته در ارتباط با حرکت یک بعدی آب، املاح، و گرما در خاک است. این مدل توسط سیمونیک و همکاران در آزمایشگاه شوری خاک آمریکا بسط داده شده است. این مدل شامل حل عددی معادله‌ی ریچاردز برای بررسی حرکت آب در خاک و معادلات انتقال-انتشار برای بررسی حرکت املاح و گرما در خاک است. این مدل قادر به شبیه‌سازی در شرایط اشباع و غیراشباع بوده و توانایی تخمین خصوصیات خاک به روش معکوس را دارد (عباسی، ۱۳۸۴).
 مدل Hydrus-1d با حل عددی معادله زیر انتقال املاح در خاک را شبیه‌سازی می‌کند:

$$\frac{\partial c \partial c}{\partial z \partial t} = De \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} - v \quad (1)$$

که در آن C غلظت املاح در خاک (cm^3)، زمان t، (s)، ضریب انتشار موثر (cm^2/s)، Z عمق خاک (cm) و V سرعت داریسی (cm/s) است.

سیمونیک و همکاران (۲۰۰۸) شبیه‌سازی حرکت غیرمتعاد آب و نمک‌ها را با استفاده از نرم افزار Hydrus-1D انجام دادند. نتایج نشان داد که کلرولوران در محیط‌های درشت دانه کاملاً پیوسته از محل ورود به توده خاک به صورت منظم توزیع شد. فونتز و همکاران (۲۰۰۸) کاربرد نرم افزار Hydrus-1D را بر حرکت نیترات در خاک آتشفشانی متأثر از پسماند فاضلاب و خاکستر آن، بررسی کردند. نتایج نشان داد که خاک‌های آتشفشانی می‌توانند نیترات را در خود نگهدارند یا به صورت تدریجی آزاد کنند. جلالی و همکاران (۲۰۱۰) برای ارزیابی خطر استفاده از فاضلاب در تغذیه آب‌های زیرزمینی، جذب آمونیوم را در نمونه‌های خاک با استفاده از آزمایشات ستون خاک مورد مطالعه قرار دادند. پس از آن از نرم افزار Hydrus-1D برای حل معکوس و شبیه‌سازی حرکت آمونیوم در خاک استفاده شد. آنان به این نتیجه رسیدند که استفاده از نرم افزار Hydrus-1D ابزار بسیار خوبی برای شبیه‌سازی حرکت آمونیوم در ستون‌های خاک آزمایشی است. داهایا و همکاران (۲۰۰۷) تحقیقی با هدف بررسی اثر مالچ پاشی و کشت و کار بر روی رژیم‌های حرارتی و رطوبتی به انجام رساندند. در این مطالعه از مدل Hydrus-1D جهت شبیه‌سازی رژیم‌های حرارتی و رطوبتی تیمارها استفاده شد. در این مطالعه حرارت خاک در سه عمق (۰/۰۵، ۰/۱۵، ۳/۰ متر) به وسیله مدل Hydrus-1D شبیه‌سازی شد. نتایج نشان داد که



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

مدل Hydrus-1D می‌تواند به عنوان یک ابزار برای فرآیندهای انتقال آب، گرما و برای تخمین پارامترهای انتقال هیدرولیکی تحت شرایط مزرعه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق یک نمونه خاک از اطراف دریاچه ارومیه با بافت لوم رسی تهیه گردید. در جدول (۱) ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی همانند هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد سدیم تبادل، نسبت جذب سدیم، وزن مخصوص ظاهری و بافت خاک آورده شده است. طبق این جدول خاک مورد آزمایش دارای بافت لوم رسی و یک خاک شور می‌باشد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک قبل از آیشویی

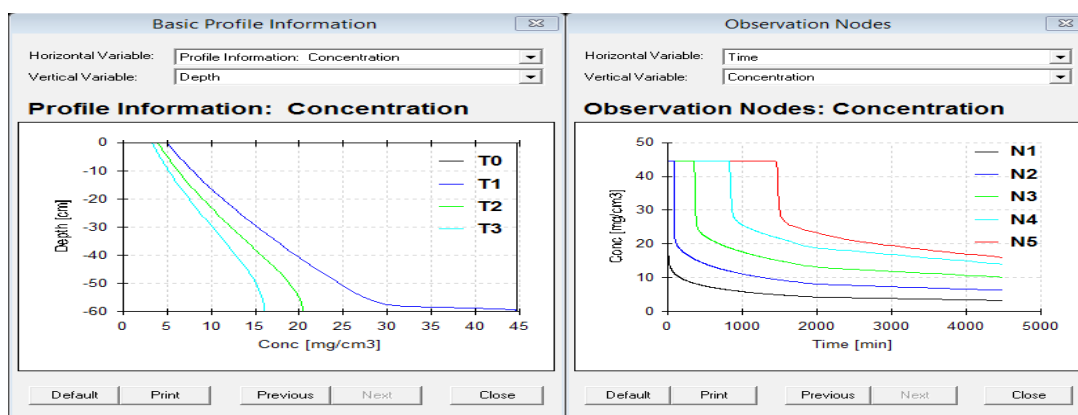
بافت خاک	EC(ds/m)	PH	ESP	SAR	ρ_b (gr/cm ³)
لوم رسی	۵/۴۸	۴/۷	۵/۳	۲	۴/۱

برای تعیین کلاس بافت خاک از روش هیدرومتری (جی و بودر، ۱۹۸۶)، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه ECسنج، اسیدیته گل اشباع خاک با استفاده از دستگاه pH متر، سدیم محلول خاک با استفاده از دستگاه فلاپم فتومتر شعله‌ای مدل کورنینگ ۴۱۰ (Corning ۴۱۰) (میلر و کینی، ۱۹۸۶) محاسبه شد.

جهت انجام آزمایشات آیشویی خاک با همان وزن مخصوص طبیعی داخل استوانه‌هایی از جنس پلکسی گلس ریخته شد. طول ستون خاک ۶۰ سانتی‌متر و ارتفاع آب آیشویی ۱۵،۶۰،۹۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای هر ارتفاع آب آیشویی ۳ تکرار و مجموعاً ۱۲ ستون خاک مورد استفاده قرار گرفت. تغییرات نفوذ تجمعی آب آیشویی با زمان نیز اندازه‌گیری شد. مدت زمان نفوذ آب آیشویی برای ارتفاع‌های ۱۵، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر به ترتیب ۳۴۹۵ دقیقه (۱۲/۳ روز)، ۲۲۴۹۵ دقیقه (۶۲/۱۵ روز)، ۵۶۳۹۵ دقیقه (۱۶/۳۹ روز) و ۱۰۸۵۹۵ دقیقه (۴۱/۷۵ روز) بود. پس از نفوذ کامل آب آیشویی در ستون‌های آیشویی، خاک از استوانه خارج شده و از سطح خاک و اعماق ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متری نمونه تهیه شده و برای اندازه‌گیری EC به آزمایشگاه منتقل شد. برای شبیه‌سازی انتقال املاح و تغییرات شوری خاک از مدل Hydrus-1D استفاده شد. پس از وارد کردن اطلاعات، مدل اجرا شده و تغییرات شوری خاک با عمق و زمان همین آیشویی توسط مدل شبیه‌سازی گردید. همچنین برای ارزیابی دقت مدل‌ها در پیش‌بینی نفوذ تجمعی از چهار شاخص آماری ضریب همبستگی (R²)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، بازده یا کارایی مدل (EF) و خطای میانگین مطلق (MAE) استفاده شد.

نتایج و بحث

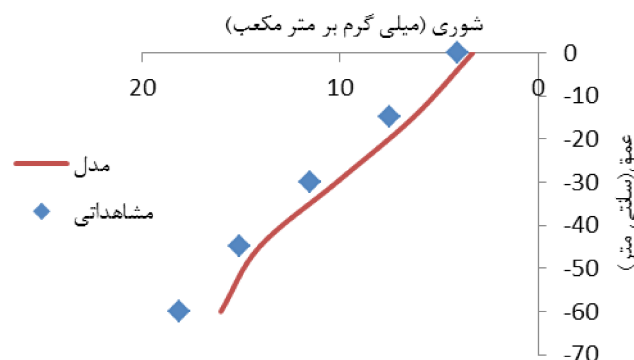
برای شبیه‌سازی انتقال املاح، مدل Hydrus-1D اطلاعات خروجی زیادی به کاربر می‌دهد. در اینجا ما فقط به نتایج شبیه‌سازی تغییرات غلظت شوری خاک می‌پردازیم.



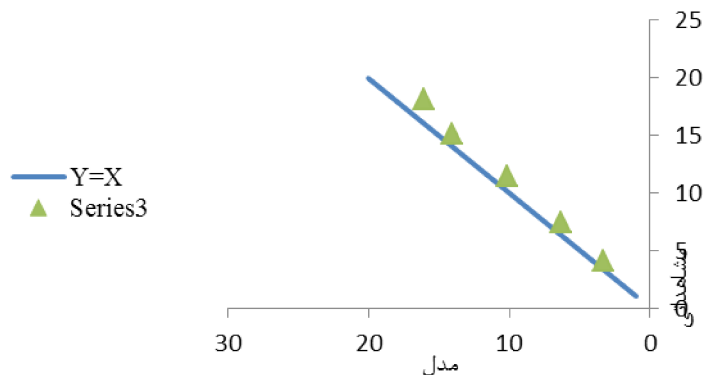
شکل ۱- نمودار تغییرات غلظت شوری با زمان در اعماق ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متری با (ارتفاع آب آیشویی ۳۰ سانتی‌متر). (N₅=۶۰، N₄=۴۵، N₃=۳۰، N₂=۱۵، N₁=۰ (الف). نمودار تغییرات غلظت شوری با عمق در زمانهای مختلف با (ارتفاع آب آیشویی ۳۰ سانتی‌متر) (ب)

طبق شکل (۱- الف) نمودار تغییرات غلظت شوری با عمق در زمانهای مختلف با ارتفاع آیشویی ۳۰ cm نشان داده شده است. طبق این شکل شوری خاک در تمامی زمان‌ها با افزایش عمق، افزایش می‌یابد پس اتمام آیشویی، (۱۴۴۰ دقیقه) شوری در کف خاک به

۰۳/۱۶ mgr/cm^۳ می رسد و در سطح خاک به ۳۳۱/۳ mgr/cm^۳ می رسد. در شکل (۱-ب) نمودار تغییرات غلظت شوری با عمق در زمانهای مختلف با ارتفاع آبشویی ۲۰ cm نشان داده شده است طبق این شکل شوری خاک در تمامی زمانها با افزایش عمق، افزایش می یابد پس اتمام آبشویی، (۱۴۴۰ دقیقه) شوری در کف خاک به ۰۳/۱۶ mgr/cm^۳ می رسد و در سطح خاک به ۳۳۱/۳ mgr/cm^۳ می رسد. همانگونه که در شکل (۲) مشاهده می شود با افزایش عمق مقدار غلظت شوری مشاهداتی و شبیه سازی شده افزایش می یابد. غلظت های شبیه سازی شده توسط مدل Hydrus-۱D کم تر از میزان مشاهده شده می باشد. که احتمالاً به دلیل در نظر نگرفتن شوری آب آبشویی و یا دیگر املاح در خاک می باشد. اختلاف بین مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی کم بوده و روند تغییرات این دو شبیه هم می باشد.

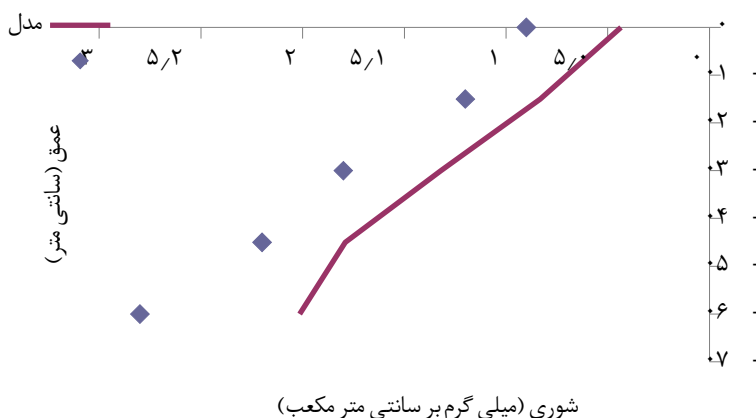


شکل ۲- مقایسه مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده تغییرات غلظت املاح خاک

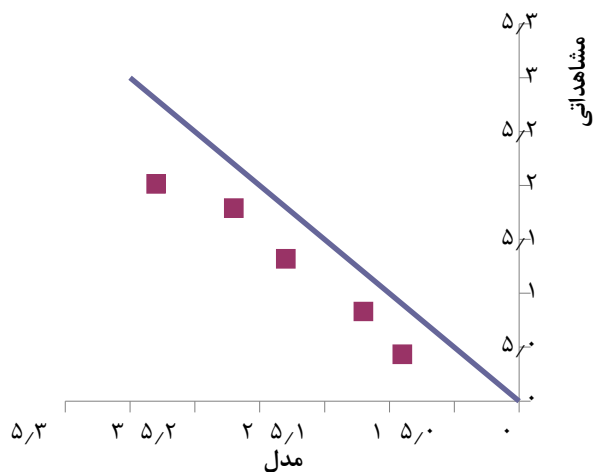


شکل (۳-۱۰): مقایسه مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی غلظت املاح

در اشکال ۴ و ۵ نتایج مقادیر شبیه سازی شده و مشاهداتی غلظت شوری خاک با ارتفاع آب آبشویی ۶۰ سانتی متر نشان داده شده است. همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می شود با افزایش عمق مقدار غلظت شوری مشاهداتی و شبیه سازی شده افزایش می یابد. غلظت های شبیه سازی شده توسط مدل Hydrus-۱D کم تر از میزان مشاهده شده می باشد. که احتمالاً به دلیل در نظر نگرفتن شوری آب آبشویی و یا دیگر املاح در خاک می باشد. اختلاف بین مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی کم بوده و روند تغییرات این دو شبیه هم می باشد. بنابراین می توان گفت مدل Hydrus-۱D به خوبی غلظت املاح در خاک را با ارتفاع آب آبشویی ۶۰ سانتی متر شبیه سازی می نماید.



شکل ۴- مقایسه مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده تغییرات غلظت املاح خاک (ارتفاع آب آبخوئی ۶۰ cm)



شکل ۵- مقایسه مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی غلظت با توجه به مقادیر شاخص های آماری بدست آمده در جدول (۱-۳) ارتفاع آب آبخوئی ۳۰ و ۶۰ سانتی متر، مدل ۱D- Hydrus به خوبی توانسته است غلظت املاح موجود در خاک را شبیه سازی نماید.
جدول (۱-۳): مقادیر شاخص های آماری R^2 ، EF، MAE و RMSE

MAE	EF	RMSE	R^2	
۲۷/۱	۹۸۸/۰	۳۴/۱	۹۸۷۳/۰	۳۰
۵۰۱/۰	۹۲۴/۰	۵۲۲/۰	۹۴۵۵/۰	۶۰

با توجه به نتایج بدست آمده، مدل ۱D- Hydrus به خوبی و با دقت بالایی می تواند انتقال املاح در خاک و آزمایش های آبخوئی را شبیه سازی نماید. لازمه استفاده از این مدل تخمین صحیح و دقیق پارامترهای ورودی آن می باشد. استفاده از این مدل، ما را از انجام آزمایشات آبخوئی بی نیاز ساخته و به این ترتیب در وقت و هزینه صرفه جویی زیادی بعمل می آید.



منابع

- برزگر، عبدالرحمان. ۱۳۸۰. "فیزیک خاک پیشرفته"، چاپاول، انتشارات دانشگاه شهید چمران.
پذیرا، ابراهیم و عباس کشاورز (۱۳۷۸): بررسی و تعیین آب مورد نیاز اصلاحی خاکهای شور و سدیمی اراضی جنوب شرقی استان خوزستان، مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد ۴.
حیدری، نادر، پذیرا، ابراهیم و میراب زاده، مهدی، (۱۳۷۳) ارائه و کاربرد مدلها و روابط نظری آبشویی املاح و توازن نمک، در ارتباط با اصلاح و بهسازی خاکهای شور و سدیمی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی شماره ۱۶.
عباسی، ف. ۱۳۸۴. شبیه سازی حرکت آب در خاک با استفاده از مدل Hydrus-۱D. کارگاه آموزشی مدلسازی در آبیاری و زهکشی. صفحه: ۶۶-۸۲.
- Dahiya, R., J. Ingwersen, and T. Streck. ۲۰۰۷. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: Experimental findings and modeling. *Tillage Research*. ۹۶: ۵۹-۶۳.
- Fuentes R., Caceres L, Molina M, Iravena S, Cazanga M, Calder R and Escudey M, ۲۰۰۸. Use of Hydrus-۱D to describe the transport of nitrate in a volcanic soil affected by sewage sludge, sewage sludge ash, and pinusradiata ash amendments. ۵th International Symposium ISMOM. November ۲۴ - ۲۸, Chile.
- Gee, GH. and JW. Bauder. ۱۹۸۶. Particle size analysis. In: A. Klute, (ed). *Methods of soil Analysis. Physical Properties*. SSSA, Madison, WI. ۹: ۳۸۳-۴۱۱.
- Jellali S, Diamantopoulos E, Kallali H, Bennaceur S, Anane M and Jedidi N, ۲۰۱۰. Dynamic sorption of ammonium by sandy soil in fixed bed columns: Evaluation of equilibrium and nonequilibrium transport processes. *Journal of Environmental Management* ۹۱: ۸۹۷-۹۰۵.
- Simunek J, Kohne M, Kodesova R and Sejna M, ۲۰۰۸. Smulating nonequilibrium movement of water, solutes and particle using HYDRUS-A review of recent applications. *Soil & Water Research* ۳ (۱): ۴۲ - ۵۱.

Abstract

This research was carried out in order to evaluate the model Hydrus-۱D for simulation of sodium transfer in the soil during water leaching. Soil with high salinity was prepared from Uremia Lake with clay and loamy textile. For water leaching experiments, soil by natural special weight was poured in the cylinders made of ployplexi glass. The length of the soil column was ۶۰ cm and height of water leaching was ۳۰, ۶۰, ۹۰ and ۱۲۰ cm and for water leaching length, three replications and in total ۱۲ soil columns were used. The results showed that model hydrus-۱D by high accuracy could simulate water leaching experiments and minerals transfer in the soil that requires to correct and exact input parameters estimation.



ارزیابی مدل Hydrus-1D برای شبیه‌سازی نفوذ در خاک‌های مطبق

سعید علی اکبرلو^۱، امین وطنی^۲، صمد دربندی^۳ و شیوا ابراهیم‌زاده بادکی^۴
۱- کارشناس ارشد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۲- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۳- عضو هیئت علمی گروه علوم خاک دانشگاه آزاد تبریز، ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه آزاد تبریز

چکیده

پدیده نفوذ یکی از پدیده‌های مهم در چرخه آبی است. با توجه به تغییرپذیری رطوبت خاک در اثر عوامل مختلف، برآورد مدلی مناسب جهت تخمین صحیح نفوذ حائز اهمیت است. این تحقیق به منظور ارزیابی مدل Hydrus-1D برای شبیه‌سازی نفوذ در خاک‌های مطبق صورت گرفته است. به همین منظور سه خاک لوم، لوم شنی و سیلت رس لومی در نظر گرفته شده و در ۶ آرایش مختلف لایه‌بندی، درون استوانه‌های نفوذسنجی ریخته و آزمایش‌های نفوذسنجی انجام گرفت. مقادیر نفوذسنجی مشاهده‌ای با مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل Hydrus-1D، کوستیاکف، کوستیاکف تعدیل شده، هورتن و فیلیپ مقایسه گردید. نتایج نشان داد که، در بین معادلات مرسوم نفوذ بیشترین مقدار RMSE و کمترین مقدار RMSE مربوط به معادله‌ی کوستیاکف تعدیل شده و سپس Hydrus-1D می‌باشد. بنابراین در میان مدل‌های مرسوم نفوذ، ابتدا مدل کوستیاکف تعدیل شده و سپس Hydrus-1D بهترین مدل جهت شبیه‌سازی نفوذ تجمعی در حالت‌های مورد مطالعه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: Hydrus-1D، کوستیاکف، کوستیاکف تعدیل شده، هورتن و فیلیپ

مقدمه

مهمترین مشخصه فیزیکی خاک از نظر کشاورزی نفوذ است. ورود آب از سطح مشترک خاک و اتمسفر به داخل خاک بخش غالب و آغازین تعامل پدوسفر و هیدروسفر است (Dingman, 2002)، که نقش بسیار مؤثری در چرخه‌ی هیدرولوژی و نوع پوشش گیاهی، اکولوژی منطقه، میزان رواناب و فرسایش و تخریب خاک، انتقال املاح و آلودگی آبهای زیرزمینی دارد (Hillel, 1998). قابلیت نفوذ در مباحث فیزیک خاک و هیدرولوژی به حداکثر شدت آب ورودی به خاک گفته می‌شود، بنابراین اگر شدت تغذیه آب در سطح خاک بیشتر از مقدار قابلیت نفوذ باشد آب اضافی بر حسب توپوگرافی منطقه یک لایه ایستا تشکیل داده یا به اطراف جاری می‌گردد (Williams et al., 1998). نفوذ آب در خاک‌های کشاورزی متأثر از برخی ویژگی‌ها، مثل تعداد و اتصال منافذ درشت موجود در سطح اراضی می‌باشد. ویژگی‌های شبکه‌های منافذ درشت و دیگر پارامترهای هیدرولیکی خاک تحت تأثیر عملیات شخم قرار می‌گیرند (Hangen et al., 2002). بنابراین مدیریت مناسب خاک می‌تواند به نفوذ حداکثر و جمع‌آوری آب اضافی متأثر از نوع خاک کمک کند (Ahaneku, 2011).

تحقیقی به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت تأثیر کشت گیاه سویا و سایر تناوب‌های زراعی توسط فهد و همکاران (1982) به انجام رسید. طی این تحقیق با کاربرد مدل‌های نفوذ در قطعه‌های کاشته شده با گیاه سویا مشخص شد که مدل‌های کوستیاکف و فیلیپ مطابقت بهتری با داده‌های تجربی دارند لیکن در مراحل اولیه و نهایی نفوذ معادله کوستیاکف تطابق بهتری داشت. صبحی (1389) مدل Hydrus-1D را برای شبیه‌سازی نفوذ آب در سه خاک یکنواخت با بافت متفاوت مورد ارزیابی قرار داد و نتیجه گرفت مدل Hydrus-1D دقت زیادی در شبیه‌سازی نفوذ خاک‌های با بافت سنگین دارد. اسپگ و همکاران (2002) نفوذ و جریان عمقی در سطوح شیب دار را مطالعه نمودند. در این مطالعه نتایج عددی با استفاده از مدل Hydrus-1D و آزمایشگاهی مقایسه شدند. علاوه بر این نفوذ پذیری و جریان عمقی در سطوح شیب دار توسط ترکیب آزمایشات کنترل شده با مدل‌های ریاضی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مدل هماهنگی قابل قبولی با نتایج مشاهداتی جریان سطحی، عمقی و محتوای رطوبتی پروفیل خاک داشت. اژدری (1387) برای شبیه‌سازی جریان آب و میزان آب خارج شده از زیر ناحیه‌ی ریشه‌ی گیاه از نرم افزار Hydrus-2D استفاده کرد. نتایج حاصل از واسنجی و صحت‌سنجی نشان داد که مدل فوق در شبیه‌سازی توزیع آب در خاک مورد تحقیق جواب‌های منطقی می‌دهد.

هدف از انجام این تحقیق تعیین دقت مدل Hydrus-1D در شبیه‌سازی نفوذ آب در خاک‌های مطبق و مقایسه دقت این مدل با مدل‌های مرسوم است.

مواد و روش‌ها

سه نوع خاک با بافت‌های مختلف از اطراف شهر تبریز تهیه و سپس جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیکی مورد نیاز به آزمایشگاه منتقل شد. خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: رطوبت خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، کلاس بافت خاک و رطوبت ظرفیت زراعی. قابل توضیح است که چون مدل Hydrus-1D برای شبیه‌سازی نفوذ، نیاز به رطوبت اولیه دارد لذا، رطوبت اولیه خاک در هر بار تکرار جداگانه اندازه‌گیری شده است. در جدول (۱) این ویژگیها آورده شده است:

جدول ۱- برخی از مشخصات خاک‌های مورد مطالعه

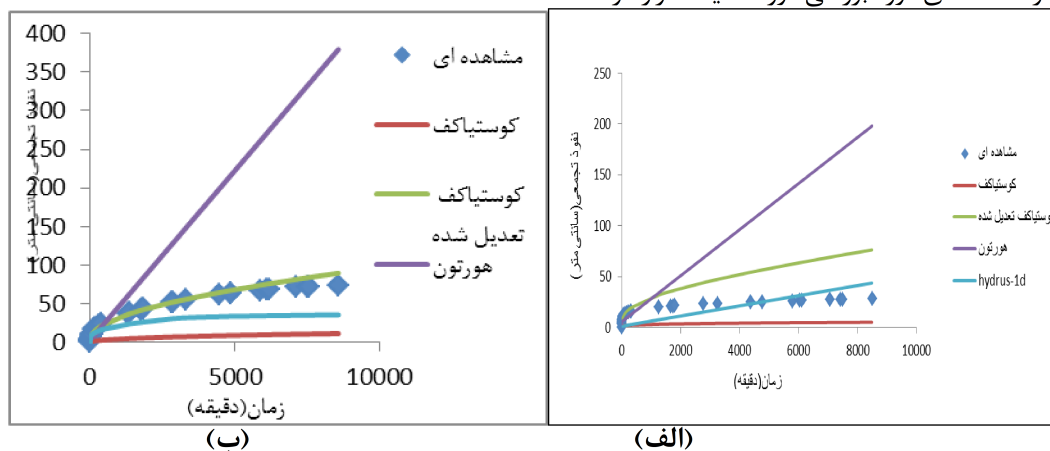
کلاس بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	رطوبت ظرفیت زراعی (%)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)
لوم	۳۶	۴۴	۲۰	۸/۱۸	۳۵/۱
سیلت رس لومی	۱۲	۵۰	۳۸	۹/۳۱	۳/۱
شن لومی	۷۲	۱۸	۱۰	۴/۱۲	۵/۱

برای انجام آزمایشات نفوذسنجی، لوله‌هایی از جنس پیویسیبا قطر ۱۴ سانتی متر و به طول یک متر تهیه شد، که در انتهای تحتانی آن فیلترشنی برای ممانعت از عبور ذرات ریز خاک تعبیه گردید. خاک‌ها به صورت لایه لایه داخل استوانه‌ها به نحوی ریخته شد که همان وزن مخصوص ظاهری طبیعی را داشته باشند. ترتیب لایه‌ها برای بدست آوردن تاثیر توالی لایه‌ها بر روی نفوذ آب تغییر داده شد. طول ستون خاک ۶۰ سانتی متر و ارتفاع آب ۳۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. آب درون لوله‌ها اضافه شده و ارتفاع آن در زمان‌های ۰.۵، ۱، ۲، ۳، ۱۰، ۲۰، ۳۰ دقیقه و ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ ساعت بعد از شروع آزمایش در روز اول و سپس هر روز دو بار تا رسیدن به نفوذ نهایی، از روی خط کش نصب شده روی بدنه‌ی استوانه قرائت گردید. یک تور روی سطح خاک برای جلوگیری از به هم ریختن ساختمان خاک هنگام اضافه کردن آب قرار داده شد. قابل ذکر است که در طول آزمایش از هر گونه حرکت رو به بالا (تبخیر) جلوگیری به عمل آمد. برای این منظور با استفاده از یک پوشش مناسب سطح خاکها پوشانده شد. پس از اتمام قرائت مقدار نفوذ تجمعی محاسبه و نمودارهای مربوطه ترسیم شد.

برای ارزیابی دقت مدل‌ها در پیش بینی نفوذ تجمعی از چهار شاخص آماری ضریب همبستگی (R²)، ریشه میانگین مربعات خطا^{۱۸۸} (RMSE)، بازده یا کارایی مدل^{۱۸۹} (EF) و خطای میانگین مطلق^{۱۹۰} (MAE) استفاده شد.

نتایج و بحث

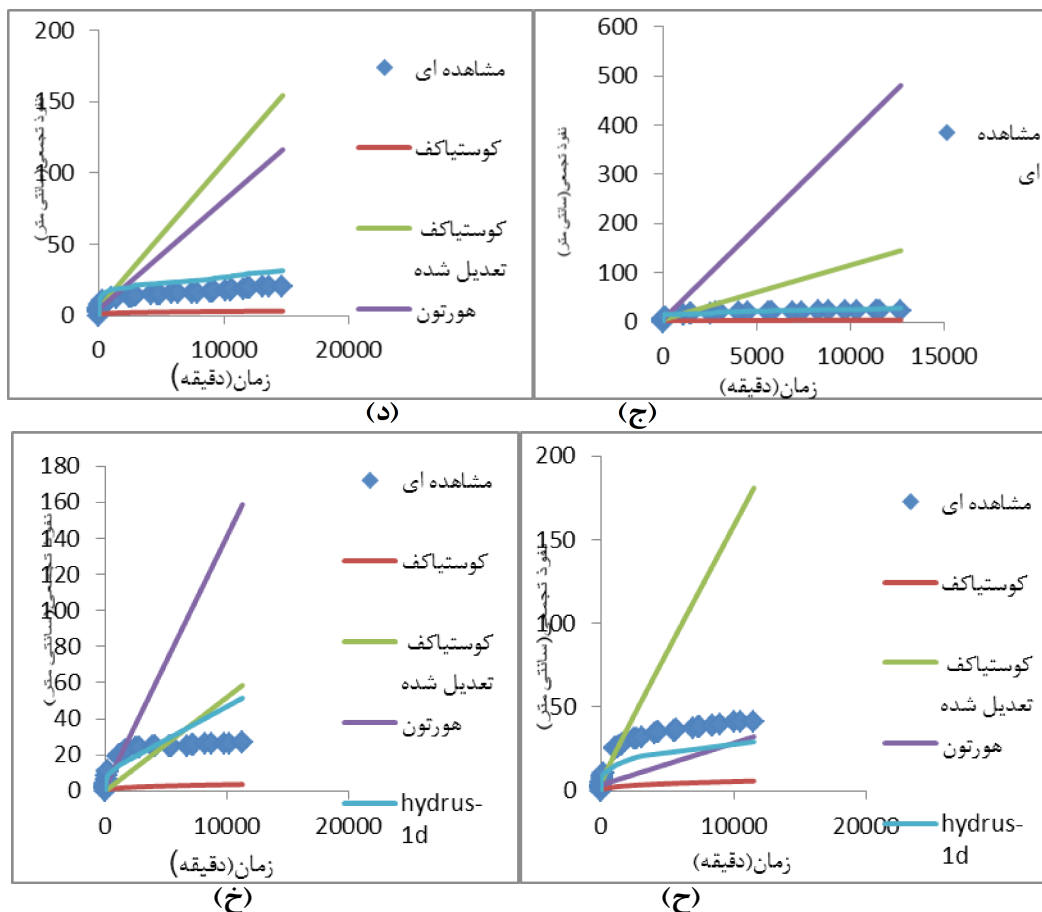
پس از اندازه‌گیری مستقیم نفوذ تجمعی، ضرایب مدل‌های نفوذ (کوستیاکف، فیلیپ، کوستیاکف تعدیل شده و هورتون) تعیین شد. لازم به ذکر است که مدل فیلیپ در هیچ یک از حالات برآورد خوبی از نفوذ در این تحقیق نداشته و از دقت کمی برخوردار بود لذا از مدل فیلیپ صرف نظر شد. در اشکال (الف تا خ) نفوذ تجمعی مشاهداتی و شبیه‌سازی شده با سایر مدل‌های نفوذ و همچنین مدل Hydrus-1D در حالت‌های مورد بررسی مورد مقایسه قرار گرفته است.



^{۱۸۸} - Root mean square error

^{۱۸۹} - Model efficiency

^{۱۹۰} - Mean absolute error



شکل ۱- مقایسه‌ی مقادیر نفوذ تجمعی شبیه‌سازی شده و مشاهداتی در استوانه ۱ (الف)، استوانه ۲ (ب)، استوانه ۳ (ج) استوانه ۴ (د)، استوانه ۵ (ح) و استوانه ۶ (خ)

طبق شکل (۱-الف) مدل Hydrus-1D تا زمان ۴۷۶۹ دقیقه و مدل های هورتون و کوستیاکف تعدیل شده تا زمان ۳۱۶ دقیقه توانسته‌اند نفوذ تجمعی را در این حالت شبیه‌سازی نماید. یعنی تمامی مدل‌ها در زمان‌های اولیه برآورد خوبی داشته‌اند اما با گذشت زمان از دقت آنها کاسته شده است. مدل Hydrus-1D برآورد بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها داشته است. در شکل (۱-ب) مدل Hydrus-1D برآورد کمتری از نفوذ تجمعی نسبت به مشاهده‌ای برای این حالت داشته‌ایم. سایر مدل‌های مرسوم در زمان‌های اولیه برآورد خوبی داشته‌اند اما با گذشت زمان از دقت آنها کاسته شده است. در شکل (۱-ج) مدل Hydrus-1D، به خوبی نفوذ تجمعی را شبیه‌سازی نموده است. مدل‌های هورتون و کوستیاکف تعدیل شده نیز به ترتیب تا زمان ۱۴۵ و ۱۰۴۸ دقیقه برآورد خوبی داشته‌اند با افزایش زمان از دقت آنها کاسته شده است. مدل کوستیاکف نیز برآورد خوبی از همان ابتدای نفوذ نداشته و از دقت کمی برخوردار است. در شکل (۱-د) مشاهده می‌شود مدل Hydrus-1D به خوبی توانسته است نفوذ تجمعی را نسبت به سایر مدل‌های بررسی شده ما در این حالت شبیه‌سازی نماید. تمامی مدل‌های مرسوم به جز کوستیاکف در زمان‌های اولیه برآورد خوبی داشته‌اند اما با گذشت زمان از دقت آنها کاسته شده است. مدل Hydrus-1D برآورد بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها داشته است. در شکل (۱-ح) مدل Hydrus-1D برآورد کمتری از نفوذ تجمعی نسبت به مشاهده‌ای داشته است. در زمان‌های اولیه تمامی مدل‌ها برآورد خوبی داشته‌اند اما پس از گذشت ۳۸۹ دقیقه از دقت مدل‌ها کاسته شده است. در شکل (۱-خ) مقادیر نفوذ تجمعی مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده با مدل Hydrus-1D و مدل‌های مرسوم در استوانه ۶ نشان داده شده است. مدل‌های هورتون، Hydrus-1D و تعدیل شده به ترتیب تا زمان‌های ۱۳۷۰، ۴۰۷۳، ۵۰۹۶ دقیقه برآورد خوبی از خود نشان دادند و با افزایش زمان از دقت آنها کاسته شده است. مدل کوستیاکف نیز برای شبیه‌سازی نفوذ از دقت بسیار کمی برخوردار بود.

نتایج شاخص‌های آماری محاسبه شده برای نفوذ تجمعی شبیه‌سازی شده توسط مدل Hydrus-1D و دیگر مدل‌ها در جدول (۲) درج شده است.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

جدول ۲- مقادیر شاخص های آماری MAE ، EF ، R^2 و $RMSE$ برای نفوذ تجمعی شبیه سازی شده.

مدل	R^2	$RMSE$	EF	MAE	
استوانه ۱	Hydrus-1D	۹۸۲/۰	۱۴۵/۹	-۷۱۷/۰	۸۹/۳
	کوستیاکف	۸۷۶/۰	۷۶۰/۱۵	-۱۸۲/۲	۰/۱۴
	کوستیاکف تعدیل شده	۹۸۹/۰	۹۶۷/۲۲	-۷۵۸/۵	۳۱/۱۵
	فیلیپ	۷۱۱/۰	۲۱/۱۲۰۳۲	-۱/۱۸۵۴۸۹۲	۲/۷۷۱۵
استوانه ۲	هورتن	۷۲۲/۰	۴۲۱/۷۱	-۳۵/۶۴	۳/۴۲
	Hydrus-1D	۹۷۱/۰	۰۷۴/۲۰	۴۰۵/۰	۴۲/۱۴
	کوستیاکف	۹۳۲/۰	۰۳/۳۷	۰۲۱/۱	۶۸۸/۲۲
	کوستیاکف تعدیل شده	۹۸۸/۰	۸۰۹/۴	۹۶۵/۰	۶۶۴/۱
استوانه ۳	فیلیپ	۸۷۲/۰	۸۶/۷۰۳۸	-۱/۷۳۰۴۴	۸۷/۴۵۱۰
	هورتن	۸۷۴/۰	۰۵۲/۱۱۸	-۵۴۶/۱۹	۶۵۸/۶
	Hydrus-1D	۹۶۲/۰	۸۳۶/۳	۷۴۴/۰	۱۰۸/۳
	کوستیاکف	۹۲۳/۰	۶۱۴/۱۳	-۸۵۵/۱	۸۱۲/۱۱
استوانه ۴	کوستیاکف تعدیل شده	۷۳۳/۰	۰۱۲/۵۴	-۶۲۷/۴۳	۰۳۷/۳۵
	فیلیپ	۷۱۵/۰	۸۳/۱۹۵۶	-۴/۵۸۵۷۶	۶۸۲/۱۳۴۱
	هورتن	۷۱۸/۰	۰۶۷/۲۰۹	-۶۴۴/۶۶۷	۱۶۶/۱۴۲
	Hydrus-1D	۹۹۲/۰	۰۷۸/۷	۷۳۱/۰	۳۹۸/۶
استوانه ۵	کوستیاکف	۹۴۲/۰	۳۶۷/۱۱	۳۰۶/۰	۲۹۳/۱۰
	کوستیاکف تعدیل شده	۷۷۸/۰	۸۳۲/۵۷	-۹۴۱/۱۶	۶۵۷/۳۸
	فیلیپ	۷۶۰/۰	۲۴۳/۱۸۲۲۸	-۲/۱۷۸۲۴۱۵	۳۸/۱۲۶۹۳
	هورتن	۸۸۳/۰	۶۵۳/۴۰	-۸۶۵/۷	۵۳۱/۲۶
استوانه ۶	Hydrus-1D	۹۰۹/۰	۷۸۴/۹	۵۵۹/۰	۶۰۸/۷
	کوستیاکف	۷۹۴/۰	۷۶۲/۲۴	-۸۱۸/۱	۱۶۸/۲۱
	کوستیاکف تعدیل شده	۸۸۹/۰	۰۱۹/۵۵	-۹۱۴/۱۲	۷۳۳/۳۳
	فیلیپ	۷۰۰/۰	۵/۸۱۱۹	-۷/۳۰۳۰۳۹	۲۹/۵۶۲۹
استوانه ۶	هورتن	۴۷۱/۰	۶۷۱/۱۴	۰۱۰۵/۰	۱۲۳/۱۲
	Hydrus-1D	۸۷۷/۰	۴۵۹/۹	۰۰۱۷/۰	۱۴۴/۳
	کوستیاکف	۸۷۶/۰	۹۱۰/۱۷	-۵۷۸/۲	۸۳۴/۱۵
	کوستیاکف تعدیل شده	۹۰۵/۰	۱۳۹/۱۳	-۹۲۵/۰	۶۲۸/۰
استوانه ۶	فیلیپ	۵۷۸۳/۰	۳/۶۹۸۴	-۷/۵۴۴۱۳۱	۱۳/۴۸۷۶
	هورتن	۵۸۲/۰	۴۵۹/۵۴	-۷۰۴/۳۲	۵۳۹/۳۳

با توجه به نتایج بدست آمده، در بین معادلات مرسوم نفوذ بیشترین مقدار R^2 و کمترین مقدار $RMSE$ مربوط به معادله‌ی کوستیاکف تعدیل شده و سپس Hydrus-1D می‌باشد. بنابراین در میان مدل‌های مرسوم نفوذ ابتدا مدل کوستیاکف تعدیل شده و سپس Hydrus-1D بهترین مدل جهت شبیه سازی نفوذ تجمعی در حالت های مورد مطالعه می‌باشند. مقایسه‌ی دو مدل فیلیپ و کوستیاکف تعدیل شده نشان می‌دهد که مدل فیلیپ حالت خاصی از مدل کوستیاکف تعدیل شده است. بدین ترتیب که اگر در مدل کوستیاکف تعدیل شده $b=5$ در نظر گرفته شود این مدل به مدل فیلیپ تبدیل می‌شود. بنابراین چون مدل کوستیاکف تعدیل شده یک مدل کلی‌تر است لذا انتظار می‌رود که مقدار R^2 این مدل نسبت به مدل فیلیپ بیشتر باشد. محمدی و رفاهی (۱۳۸۴) نیز نفوذ تجمعی محاسبه شده و تخمین زده شده بر اساس مدل کوستیاکف و فیلیپ را مورد بحث و مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که معادله‌ی کوستیاکف نسبت به معادله‌ی فیلیپ دارای تطبیق بیشتری با داده‌های مشاهده‌ای می‌باشد. با توجه به نتایج، مدل Hydrus-1D در



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

استوانه، به خوبی نفوذ تجمعی را شبیه سازی نموده است. این نتایج گویای کارآمدی و دقت بالای این مدل در شبیه سازی نفوذ می باشد و می توان گفت نه تنها دقت آن کمتر از مدل های مرسوم نبوده بلکه نسبت به سه مدل فیلیپ، هورتن و کوستیاکف از دقت بالاتری برخوردار است. ینگ و همکاران (۲۰۱۰) نیز از کاربرد مدل Hydrus-1D برای شبیه سازی نفوذ تجمعی در یک ستون لایه بندی شده ی خاک نتایج رضایت بخشی را بدست آوردند. صبوحی (۱۳۸۹) از مدل Hydrus-1D برای شبیه سازی نفوذ آب در سه خاک یکنواخت با بافت متفاوت مورد ارزیابی قرار داد و نتیجه گرفت در بین معادلات مرسوم نفوذ بیشترین مقدار R^2 و کمترین مقدار RMSE مربوط به معادله ی کوستیاکف و سپس مدل کوستیاکف تعدیل شده می باشد.

منابع

- اژدری، خ. ۱۳۸۷. استفاده از نرم افزار Hydrus-2D در شبیه سازی جریان آب از زیر ناحیه ی ریشه ی گیاه در سیستم کود آبیاری. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، ۹ صفحه.
- صبوحی، ب. ۱۳۸۹، ارزیابی مدل Hydrus-1D جهت شبیه سازی نفوذ در خاک های مختلف، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد واحد تبریز.
- محمدی، م. و ح. رفاهی. ۱۳۸۴. تخمین پارامترهای معادلات نفوذ توسط خصوصیات فیزیکی خاک. مجله ی علوم کشاورزی ایران. شماره ی ۶. صفحه: ۱۳۹۱-۱۳۹۸.
- Ahaneku, I. E. ۲۰۱۱. Infiltration characteristics of two major agricultural soils in north central Nigeria. Agricultural Science Research Journals, ۱(۷): ۱۶۶-۱۷۱.
- Dingman, S. L. ۲۰۰۲. Physical hydrology. 2nd, edition Prentice-Hall Inc, USA, pp ۲۲۰-۲۷۱.
- Essig, E. T., C. Corradini, R. Morbidelli, and S. Gonindraj. ۲۰۰۲. Infiltration and deep flow over sloping surfaces: Comparison of numerical and experimental results. Hydrology. ۳۷۴: ۳۰-۴۲.
- Fahad, A. A., L. N. Mielke, A. D. Flowerday, and D. Swatzenruber. ۱۹۸۲. Soil physical properties as affected by soybeans and other cropping sequences. Soil Sic. Soc. Am. ۴۶: ۳۷۷-۳۸۱.
- Hangen, E., Buczko, U., Bens, O., Brunotte, J. and Huttel, R. F. ۲۰۰۲. Infiltration patterns into two soils under conventional and conservation tillage: influence of the spatial distribution of plant root structures and soil animal activity. Soil and Tillage Research, ۶۳: ۱۸۱-۱۸۶.
- Hillel, D. ۱۹۹۸. Environmental soil physics. Academic press. P. ۷۷۱.
- Williams, J. R., Ouyang, Y., Song Chen, J. Ravi, V. and Corporation, D. ۱۹۹۸. Estimation of infiltration rate in vadose zone: application of selected mathematical models. EPA, pp ۹۷-۱۲۸.
- Ying, M., S. Feng., D. Su, G. Gao, and H. Zailin. ۲۰۱۰. Modeling water infiltration in a modified green-ampt model and Hydrus-1D. Computers and Electronic in Agriculture. ۷۱S. pp: S۴۰-S۴۷.

Abstract

Diffusion is one of the important phenomena in hydraulic cycle. Proposing a proper model for estimation of correct diffusion seems important due to soil humidity change by influence of different factors. This research was carried out in order to evaluate model Hydrus-1D for simulation of the diffusion in the soils. For doing so, three loamy soil, sandy loam and silt clay loam were chosen and layered in six different arrangements and poured in cylinders for measuring diffusion and diffusion experiments. The observatory diffusion measuring values were compared with values of simulation with model Hydrus 1D, Coustiacove, adjusted Coustiacove, Horton and Philip. The results showed that among common diffusion equations the highest value of R^2 and lowest value of RMSE value were achieved by adjusted Coustiacove and then Hydrus-1D. So, among common diffusions models at first, adjusted Coustiacove and then Hydrus-1D were the best models for diffusion simulations in the studied cases.



برآورد میزان فرسایش با استفاده از مدل EPM در حوزه آبخیز وطن

محمد امین اسلامی^۱، النا یالیند^۲، وجیهه درستکار^۳، شاهین شاهسونی^۴
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران سازه‌های هیدرولیکی
دانشگاه پیام‌نور تهران، ۳- استادیار گروه آب و خاک دانشگاه صنعتی شاهرود، ۴- استادیار گروه آب و خاک دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

به منظور بررسی وضعیت فرسایش در سطح حوزه آبخیز وطن واقع در شهرستان بندرگز استان گلستان از روش تجربی EPM استفاده شده است. با استفاده از این روش چهار عامل شامل ضریب فرسایش حوضه (V)، ضریب استفاده از زمین (X_a)، ضریب حساسیت سنگ و خاک (Y) و شیب متوسط حوضه (I) تعیین شد و نقشه‌های کاربری اراضی، شیب و زمین شناسی منطقه مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از بازدهی‌های میدانی انواع فرسایش‌های موجود در محدوده تعیین گردید. سپس در هر یک از زیرحوزه‌ها و کل حوزه آبخیز براساس چهار عامل فوق مقدار Z یا ضریب شدت فرسایش محاسبه شد. در این روش مقدار شدت فرسایش حوزه وطن در اکثر زیرحوزه‌های مورد مطالعه کم تا متوسط برآورد شده و تنها در زیرحوزه $int-2-71$ فرسایش شدید بوده است. در مجموع با توجه به فرسایش نه چندان شدید در منطقه با انجام عملیات حفاظتی مناسب میتوان میزان فرسایش را در این مناطق کنترل نمود.

کلمات کلیدی: حوزه آبخیز وطن، EPM، ضریب شدت فرسایش

مقدمه

طبق برآوردهای انجام شده سالانه ۳ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان در اثر فرسایش خاک از بین می‌روند و به تبع آن حدود ۷۵ میلیارد تن خاک حاصلخیز کشاورزی و میلیاردها تن خاک از دیگر اراضی فرسایش می‌یابند. (مورگان، ۱۹۸۶). نتیجه بی‌توجهی‌ها در بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی به ویژه رعایت اصول حفاظت خاک و پیشگیری از فرسایش باعث شده که میزان فرسایش خاک در ایران از مرز $5/2$ میلیارد تن در سال تجاوز نموده است (قدوسی، ۱۳۸۷). به طوری که بر اساس گزارش‌های موجود مقدار فرسایش خاک تنها طی سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۲ حدود پنج برابر بیشتر از گذشته بوده است (احمدی، ۱۳۷۸). فرسایش خاک همراه با کاهش میزان حاصلخیزی خاک منجر به تخریب اکوسیستم‌های طبیعی مانند جنگل‌ها و مراتع می‌شود (بیرامین و همکاران، ۲۰۰۳). علاوه بر آن فرسایش یکی از اصلی‌ترین منابع آلودگی غیر نقطه‌ای در بسیاری از حوزه‌های آبخیز شناخته شده است (وانگ و کوی، ۲۰۰۵). از سوی دیگر رسوب مواد فرسایش یافته در آبراهه‌ها و مخازن سدها با کاهش ظرفیت آبیاری آن‌ها خسارات اقتصادی فراوانی را نیز موجب می‌گردد. آگاهی از مقدار و تغییرات بار رسوبی رودخانه‌ها در تنظیم تغییرات بستر و کناره رودخانه‌ها، مدیریت و برنامه‌ریزی برای تاسیسات مربوطه و جلوگیری از کاهش سریع عمر سدها، ظرفیت کانال‌های آبیاری، تونل‌های بهره‌برداری و تاسیسات پایین دست کمک شایانی می‌کند (ذاکری و صادقی، ۱۳۹۱).

از جمله روش‌های متداولی که به منظور برآورد شدت فرسایش خاک و تولید رسوب مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به روش‌های EPM، MPSIAC و ... اشاره نمود. ماجدی و جزایری (۱۳۶۰) اقدام به معرفی مدل هیدرولیکی بر اساس بررسی پتانسیل رسوبدهی در حوزه قزل اوزون با استفاده از مطالب مطرح شده در این زمینه در سایر کشورها نمودند.

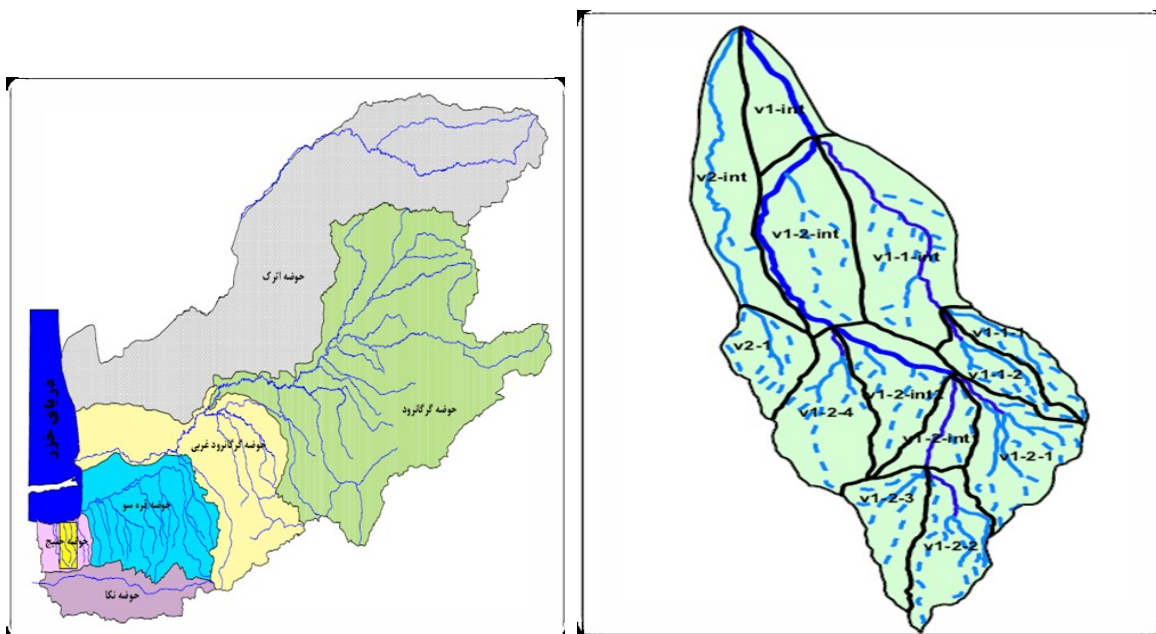
همچنین ابراهیمی و قدوسی (۱۳۸۰) چهار مدل MPSIAC، فورنیه، داگلاس و هیدرولوژیکی را جهت برآورد رسوب در دامغان مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که هر چند مقادیر رسوب برآورد شده با استفاده از مدل‌های انتخابی اختلاف زیادی با یکدیگر دارند اما روند رسوبدهی در واحدهای همگن از یک روند افزایشی پیروی می‌کنند. در مطالعه تنگستانی (۲۰۰۶)، میزان فرسایش و رسوبدهی حوزه آبخیز اکباتان با استفاده از مدل EPM مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بیشتر زیرحوزه‌ها رسوبدهی و فرسایش‌پذیری زیادی دارند. همچنین رنگزن و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی در حوزه آبخیز پگاه سرخ گتوند خوزستان ضمن مقایسه دو مدل MPSIAC و EPM عنوان نموده‌اند که EPM مدلی است که قادر است به عنوان ابزاری در جهت بدست آوردن یک برآورد اولیه از میزان بار رسوب در آبراهه‌ها، در طرح‌های مربوط به سدهای در حال احداث و یا سایر سازه‌هایی که به نحوی به این گونه داده‌ها نیازمندند بکار گرفته شود.

با توجه به عدم مطالعه کافی در زمینه میزان فرسایش در حوزه آبخیز وطن در بندرگز و نیاز به سازه‌های حفاظتی در این منطقه این مطالعه با هدف بررسی میزان فرسایش حوزه آبخیز وطن با استفاده از مدل فرسایش EPM در زیرحوزه‌های تعیین شده انجام شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه جزئی از حوزه آبخیز خلیج گرگان است که در داخل استان گلستان واقع شده است. رودخانه اصلی در این حوزه، رودخانه وطن می باشد که از ارتفاعات البرز شرقی سرچشمه گرفته و در قسمت دشت با عبور از شرق شهر بندرگز به خلیج گرگان و تالاب میانکاله می‌ریزد. زیرحوزه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی ۵۶° ۵۳' تا ۵۴° ۱' شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۸° ۳۶' تا ۳۶° ۴۶' شمالی واقع است. مساحت حوزه مورد مطالعه ۳۴۱۷ هکتار می‌باشد. شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - موقعیت محدوده مورد مطالعه

با استفاده از شبکه آبراهه‌ها و خطوط توپوگرافی تهیه شده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور در محدوده مورد مطالعه، حوزه آبخیز وطن به ۱۵ زیرحوزه تفکیک شده است که در شکل ۱ نشان داده شده است. در جدول ۱ نیز نام زیرحوزه‌های منتخب، مساحت و محیط هر یک ارائه شده است. همچنین در این جدول با توجه به شکل ۱، حوزه ۷۱ مجموع سه زیرحوزه ۷۱-۱ و ۷۱-۲ و ۷۱-int و حوزه ۷۲ مجموع دو زیرحوزه ۷۲-۱ و ۷۲-int و ۷ کل حوزه وطن است.

جدول ۱ - مساحت و محیط زیرحوزه‌های انتخابی

ردیف	نام حوزه	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط حوزه (کیلومتر)
۱	۷۱-۱-۱	۲/۱	۹/۶
۲	۷۱-۱-۲	۳/۱	۰/۷
۳	۷۱-۱-int	۰/۵	۱/۱۱
۴	۷۱-۱	۵/۷	۶/۱۵
۵	۷۱-۲-۱	۰/۳	۹/۸
۶	۷۱-۲-۲	۶/۲	۳/۸
۷	۷۱-۲-۳	۹/۱	۴/۷
۸	۷۱-۲-۴	۱/۳	۳/۸
۹	۷۱-۲-int	۴/۱	۰/۶



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۱۰	v1-2-int1	۶/۲	۲/۸
۱۱	v1-2-int2	۲/۴	۵/۹
۱۲	v1-2	۷/۱۸	۱/۲۵
۱۳	v1-int	۱/۲	۳/۷
۱۴	v1	۳/۲۸	۳/۲۹
۱۵	v2-1	۸/۱	۸/۵
۱۶	v2-int	۱/۴	۹/۱۳
۱۷	v2	۹/۵	۳/۱۷
۱۸	v(کل حوزه وطن)	۲/۳۴	۵/۲۹

مدل EPM

این مدل در سال ۱۹۵۲ برای بررسی شدت فرسایش خاک در کشور یوگسلاوی، در موسسه Jaroslav cerni مورد استفاده قرار گرفته و منجر به معرفی یک روش طبقه‌بندی فرسایش به نام (MQCE) گردید. سپس روش محاسبه میزان فرسایش نیز بدست آمد و مدل فوق، ای - پی - ام (EPM) نامیده شد. مدل EPM روش پیشرفته طبقه‌بندی کمی فرسایش به روش (MQCE) می‌باشد. در این مدل عوامل موثر در فرسایش خاک عبارتند از: وضعیت توپوگرافی، سنگ‌شناسی، خاک و نحوه استفاده از اراضی و عوامل اقلیمی. با این روش علاوه بر تعیین شدت فرسایش و میزان حمل رسوب در رودخانه‌ها، می‌توان برآورد اولیه‌ای از میزان رسوبگذاری در پشت سدهای مخزنی در دست مطالعه را انجام داد. همچنین با استفاده از این روش می‌توان نقشه فرسایش خاک را تهیه نمود.

تعیین شدت فرسایش

در این روش شدت فرسایش از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Z = X_a \cdot Y \left(\Psi + I^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

(۱)

در این معادله، Z ضریب شدت فرسایش، X_a ضریب استفاده از زمین، Y ضریب حساسیت خاک به فرسایش، ضریب فرسایش و I شیب متوسط حوزه می‌باشد. جهت تعیین شدت فرسایش به نقشه کاربری اراضی، شناسایی اشکال مختلف فرسایش، نقشه شیب حوزه و نقشه زمین‌شناسی حوزه تهیه شد.

جهت تخمین متوسط سالانه فرسایش ویژه در حوزه آبخیز وطن از فرمول زیر استفاده گردید:

$$W_{SP} = T \cdot H \cdot Z^{1.5} \cdot \pi \quad (۲)$$

در این رابطه WSP، متوسط سالانه فرسایش ویژه (مترمکعب در کیلومتر مربع در سال)، H، متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)، Z، ضریب فرسایش روش EPM، T، ضریب درجه حرارت می‌باشد.

نتایج و بحث

با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری و مطالعات صحرایی، نقشه کاربری اراضی و شیب حوزه استخراج گردید. همچنین با استناد به مطالعات زمین‌شناسی انجام شده در محدوده مطالعاتی نقشه زمین‌شناسی حوزه نیز تهیه گردید. سپس از روی نقشه کاربری اراضی حوزه، ضریب استفاده از زمین تعیین گردید. همچنین با انجام بازدیدهای میدانی جهت شناسایی اشکال مختلف فرسایش حوزه، ضریب فرسایش و با استفاده از نقشه شیب حوزه در محیط Arc GIS متوسط شیب برای زیرحوزه‌های منتخب مشخص شد. در نهایت با استفاده از نقشه زمین‌شناسی منطقه مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش برآورد گردید (جدول ۲، ۳ و ۴) لازم به ذکر است ضرایب ارائه شده در جداول طبق پیشنهاد EPM می‌باشد.

جدول ۲- انواع مختلف کاربری حوزه آبخیز وطن و ضرایب استفاده از زمین

ردیف	نوع کاربری	ضریب استفاده از زمین
۱	مناطق غیر قابل کشت (شامل سازنده‌های حساس به فرسایش آبی)، هزار دره	۱
۲	مزارع دائمی و نباتات علوفه‌ای	۴/۰
۳	باغات میوه، درختان غیر مثمر	۷۵/۰



با انطباق ضرایب مربوط به شیب، استفاده از زمین، فرسایش و حساسیت سنگ برای زیرحوزه‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار ArcGIS میزان ضریب شدت فرسایش برای هر جزء مساحت تعیین گردید. سپس با استفاده از میانگین وزنی بین ضرایب بدست آمده مقدار ضریب فرسایش (Z) به روش EPM برای هر زیرحوزه محاسبه گردید و با توجه به ضرایب بدست آمده شدت فرسایش در زیر حوزه‌ها تعیین شد (جدول ۵).

جدول ۳- انواع مختلف فرسایش در حوزه آبخیز وطن و ضرایب فرسایش

ردیف	ویژگی‌های فرسایش در رخساره یا واحد کاری	ضریب فرسایش
۱	سطح وسیع از منطقه از هدکت و فرسایش‌های خندقی پوشیده شده است.	۱
۲	۲۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی است.	۴/۰
۳	منطقه بدون فرسایش قابل ذکر (تخریب مکانیکی، فرسایش رودخانه‌ای)	۳/۰
۴	اراضی کشاورزی با فرسایش ناچیز	۲/۰
۵	اراضی باغی	۱۵/۰
۶	اراضی به صورت جنگل و مرتع با فرسایش ناچیز	۱/۰

جدول ۴- مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y)

واحد	مشخصه هر واحد یا تشکیلات	حساسیت کلی	درجه حساسیت نسبی
Qal	رسوبات بستر رودخانه‌ها (خرده شیست)	بسیار زیاد	۲
Qt1	مخروط افکنه‌های قدیمی	زیاد	۸/۱ تا ۹/۱
Qt2	پادگانه‌های جوان و مخروط افکنه آبرفتی	متوسط تا زیاد	۶/۱
Ql	رسوبات بادرفتی - لس‌ها خاک‌های هوموس دار	زیاد	۶/۱
Peg	شیست‌های سبز	متوسط	۱

جدول ۵- شدت فرسایش در زیرحوزه‌های منتخب

ردیف	نام زیرحوزه	Z	شدت فرسایش	متوسط سالانه فرسایش (تن در هکتار در سال)
۱	۷۱-۱-۱	۱۹/۰	خیلی کم	۷/۴
۲	۷۱-۱-۲	۱۸/۰	خیلی کم	۲/۴
۳	۷۱-۱-int	۴۰/۰	متوسط	۰/۱۰
۴	۷۱-۲-۱	۱۲/۰	خیلی کم	۰/۲
۵	۷۱-۲-۲	۱۲/۰	خیلی کم	۸/۱
۶	۷۱-۲-۳	۱۱/۰	خیلی کم	۶/۱
۷	۷۱-۲-۴	۱۷/۰	خیلی کم	۴/۳
۸	۷۱-۲-int	۷۷/۰	شدید	۶/۲۴
۹	۷۱-۲-int1	۱۴/۰	خیلی کم	۵/۲
۱۰	۷۱-۲-int2	۱۵/۰	خیلی کم	۲/۳



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۶/۱۳	متوسط	۴۶/۰	v1-int	۱۱
۱/۳	خیلی کم	۱۸/۰	v2-1	۱۲
۱/۶	کم	۳۴/۰	v2-int	۱۳
	کم	۳/۰	کل حوزه	

نتایج نشان داد که میزان فرسایش تنها در زیر حوزه v1-int-2 شدید و به میزان ۶/۲۴ تن در هکتار در سال بوده است (جدول ۵). این مقدار زیاد فرسایش به دلیل شیب تند و وجود آبراهه‌ها و دیواره‌های ناپایدار در شمال منطقه می‌باشد. همچنین سازندها در این نقاط عمدتاً لسی و حساس به فرسایش بوده که باعث تشدید اثر عوامل فرسایش در این مناطق شده است. به نظر می‌رسد احداث سازه‌های مکانیکی بویژه گابیون و همچنین ایجاد دیواره‌های حفاظتی (دایک) در محل قوس‌های ایجاد شده در رودخانه جهت تثبیت و کنترل فرسایش کنار رودخانه‌ای و به تبع آن لغزش‌های دامنه‌ای مفید باشد.

همچنین شدت فرسایش در زیر حوزه‌های v1-int و v1-1-int در حد متوسط و به ترتیب به میزان ۱۰ و ۶/۱۳ تن در هکتار در سال بوده است. به علاوه در سایر زیر حوزه‌های مورد مطالعه شدت فرسایش در حد کم و خیلی کم و اکثراً کم‌تر از ۵ تن در هکتار در سال بوده که به نظر می‌رسد بدلیل کاربری جنگل و مرتع در زیر حوزه‌های مذکور باشد (جدول ۵). این ناحیه عموماً از جنگل‌های نسبتاً خوب پوشیده شده و به سبب پوشش گیاهی مناسب و وجود خاک عمیق و نفوذ پذیری نسبتاً خوب، علیرغم تندی شیب در این نواحی و تخریب ناشی از عوامل انسانی، فرسایش در حد متوسط است.

با وجود شرایط نسبتاً خوب در اکثر زیر حوزه‌های مورد مطالعه بر اساس مدل مورد استفاده به نظر می‌رسد در سال‌های آینده بهره برداری از جنگل و قطع درختان، انجام عملیات راهسازی و چرای دام در جنگل‌های این ناحیه سبب تشدید فرسایش در این مناطق شود. پیشنهاد می‌شود تا در این نواحی سیاست‌های بهره‌برداري از جنگل تغییر یافته و اصلاح ساختاری در نحوه تهیه طرح‌های جنگلداری بر مبنای حفظ منابع آب و خاک (نه بر اساس تولید و تهیه چوب) صورت گیرد. همچنین کاشت مجدد گونه‌های مرغوب در جنگل‌های تخریب شده و ایجاد پوشش گیاهی مثمر تا حد زیادی می‌تواند در مقابل روند سریع افزایش شدت فرسایش مقاومت نماید.

منابع

- ۱- مورگان، آر، پی، سی، فرسایش و حفاظت خاک، برگردان، امین علیزاده (۱۹۶۸). انتشارات آستان قدس رضوی، صفحه ۵۸.
- ۲- قدوسی، جمال (۱۳۸۳) مدل‌های برآورد فرسایش ورسوب، جزوه درسی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران ۱۹۱ صفحه.
- ۳- احمدی، ح. (۱۳۷۸) ژئومورفولوژی کاربردی جلد ۱ (فرسایش آبی) چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۶۸ صفحه.
- ۴- داکری، م.ع. و صادقی، ۱۳۹۱ س. ح. ر، تغییرات زمان توزیع اندازه رسوب بستر در رودخانه کجور، سی و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- ۵- رنگزن، ک، زراسوندی، ع. و حیدری، ا، ۱۳۸۷ مقایسه دو مدل EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش ورسوب حوزه پگاه سرخ گتوند خوزستان با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۴، ۱۳۶-۱۲۳.
- ۶ - Bayramin, I, Dengis, O., Bskan, O. and parlak, M. ۲۰۰۳, soil erosion assessment with ICONA model: case study : Beypazari area, ۲۷, ۱۰۵-۱۱۶
- ۷ - Wang, X. and P.Cue. ۲۰۰۵. support soil conservation practices by Identifying critical Erosion Areas within an American watershed using the GIS - AGNPS MODEL. Retrived: March ۲۸, ۲۰۰۶ from http://spatialhydrology.com/journal/paper/soil_conservation/AGNPS
- ۸ -Tangestani, M.H. ۲۰۰۶ Compurision of EPM on PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid enviorment :Afzar catchment. Fars province .Iran. journal of Asian Earth Science, ۲۷, ۵۸۵-۵۹۷

Abstract

EPM model was used to investigate the erosion status in Vatana watershed in Golestan province . Four factor including erosion coefficient (), land use coefficient (Xa), sand and soil sensitivity coefficient (Y) and watershed average slop (I) were determined by using land use , slop map, field observation and geology map . Erosion intensity coefficient (Z) was calculated in this watershed and its ۱۷ subwatersheds . The erosion was low to average in most of subwatersheds and it was high only in the v1-2-int. In conclusion using appropriate soil conservation system can control erosion rate in this area.



اندیس الفبایی نام نویسندگان مقالات

آ

آزاده صفادوست..... ۳۵۲, ۲۲۱
آمنه جمشیدی فرد..... ۴۳۲
آناهیتا خسروی..... ۱۸۹

ا

ابراهیم پذیرا..... ۶۳۵, ۵۴۰, ۵۱۴, ۴۲۹, ۳۵۶, ۳۴۴, ۱۶۱
ابراهیم پناه پور..... ۵۲۲
ابراهیم زینلی..... ۳۲۸, ۳۰۷
ابراهیم محمودآبادی..... ۶۱۹, ۶۱۴, ۱۵۲
ابوالفضل بامری..... ۱۸۱
ابوالفضل هدایتی پور..... ۱۴۸
احسان ابراهیمی..... ۳۲۰
احسان زرین آبادی..... ۴۹۸
احمد جلالیان..... ۵۸۱
احمد فرخیان فیروزی..... ۶۴
احمد گلچین..... ۵۷۲, ۱۰۸
احمد رضا ناظم..... ۳۳۵
اسماعیل حیدری..... ۱۴۳
اسماعیل مومیوند..... ۴۱۸
اعظم جعفری..... ۲۰۸
افروز تقی زاده قصاب..... ۳۵۲
افسانه نیل درار..... ۵۲۲
اکبر محمدی محمدآبادی..... ۲۱۷
النا یالبند..... ۶۵۶
الهام علی دوست..... ۲۷۳
الهام فراهانی..... ۲۵۴
الهام نمازی..... ۳۵۶, ۱۶۱
امیر فتوت..... ۲۵۴
امیر لکزیان..... ۴۷۳, ۵۹
امین فلامکی..... ۵۸۸
امین قاسمی نژاد..... ۴۸۳
امین وطنی..... ۶۵۱, ۶۴۶, ۳۲۵
ایرج کوچمی ساردو..... ۵۳۵, ۳۰۲
ایمان جوادزرین..... ۱۹۳
ایمان صابری..... ۴۲

ب

بابک متشرع زاده..... ۱۹۳
بهارسادات سرمدی..... ۷۲



۵۶۸.....	بهاره جعفری.....
۵۶۸.....	بهزاد سبحانی.....
۹۵.....	بهزاد قربانی.....
۴۳۷.....	بیژن خلیلی مقدم.....

ب

۵۶۸.....	پدیده جوادی.....
۴۱۳, ۴۰۳.....	پریسا مشایخی.....

ث

۳۲۸, ۳۰۷.....	ثریا بندک.....
---------------	----------------

ج

۳۳۵.....	جابر فلاح زاده.....
۶۰۳.....	جلال حیدری.....
۶۱۹, ۶۱۴.....	جلیل کاکه.....
۲۰۸.....	جهانگرد محمدی.....
۵۵۴, ۱۴.....	جواد سیدمحمدی.....
۱۴۸.....	جواد قدبیک لو.....
۴۳۲.....	جواد گیوی.....

ح

۵۲۶, ۵۰۲.....	حامد جنیدی.....
۵۲۶.....	حامد جنیدی جعفری.....
۱۴۳.....	حامد فروغی فر.....
۵۴۳, ۵۰۹, ۴۷۳, ۲۵۴.....	حجت امامی.....
۳۸.....	حدیثه نادری.....
۴۹۳, ۱۴.....	حسن رمضان پور.....
۱۱۴.....	حسن وطن خواه.....
۵۳۵, ۳۰۲.....	حسین بشری.....
۶۴۱, ۵۵۹, ۳۲۰.....	حسین بیات.....
۵۹.....	حسین خادمی.....
۱۷۱, ۱۶۶, ۱۹.....	حسین شکفته.....
۴۱۳, ۴۰۳, ۱۷۱, ۱۶۶, ۱۹.....	حسین شیرانی.....
۵۴۳.....	حسین طالب پور.....
۴۷۳.....	حسین کریمی.....
۲۳۸.....	حکیمه عباسلو.....
۵۹۸, ۳۱۵.....	حمید کلشادی.....
۱۱۴.....	حیدر طایفه رضایی.....

خ



۴۰۸..... خداداد ده مرده.....

د

۵۹۳..... داود افیونی.....
 ۳۸۶, ۱۹۸..... داود زارع حقی.....
 ۳۵۶, ۱۶۱..... داود صمصام پور.....

ر

۲۵۴, ۴۲..... رضا خراسانی.....
 ۱۱۴..... رضا سکوتی اسکویی.....
 ۳۹۸..... رضا مهاجر.....
 ۱۱۴..... رقیه رضوی.....
 ۶۲۹, ۴۷۸..... روح الله تقی زاده مهر جردی.....
 ۲۶۸..... روزیتا سلطانی.....

ز

۲۲۹..... زهرا بیات.....
 ۷۹..... زهرا حیدری پورلاخانی.....
 ۱۹۸..... زهرا دلفروز.....
 ۵۸۴, ۴۵۰..... زهرا دیانت مهارلویی.....
 ۳۱۵..... زهرا ذوالفقاری.....
 ۳۹۸..... زهرا رسائی.....
 ۲۳..... زهرا رمضانی.....
 ۵۳۰..... زهرا زارعی.....
 ۱۲۵..... زهره زارعی نژاد.....
 ۶۴۱, ۵۵۹..... زینب زنگنه بیغش.....
 ۴۳۷..... زینب سعیداوی.....

س

۲۲۱..... ساناز غنی زاده.....
 ۶۳۵, ۳۴۴..... سپیده مفیدی.....
 ۴۹۳..... سحر اسماعیل نیا.....
 ۱۰۸..... سعید شفعی.....
 ۶۵۱..... سعید علی اکبرلو.....
 ۶۸..... سمیرا اخوان.....
 ۲۳۸..... سمیه بختیاری.....
 ۴۴۶..... سمیه حمیدی نهرانی.....
 ۸۳..... سهیلا اسمعیلیان.....
 ۲۹۸..... سید حسن طباطبایی.....
 ۵۳۰, ۴۴۱, ۳۹۳, ۱۸۹, ۱۳۸, ۱۲۵..... سید علی اکبر موسوی.....
 ۳۳۲..... سید علی محمد چراغی.....
 ۳۲۸, ۳۰۷..... سید علیرضا موحدی نائینی.....



۱۳۰, ۷۵.....	سید مصطفی علوی اشکفتکی.....
۷۲, ۳۸.....	سید مصطفی عمادی.....
۲۶۳.....	سیدبهمن موسوی.....
۲۱۷.....	سیدجواد حسینی فرد.....
۶۲۹.....	سیدحسام قبله زاده.....
۳۷۵.....	سیدحسن کابلی.....
۴۶۴.....	سیدمحمدهادی موسوی فضل.....
۳۸۶.....	سیروس حسن نژاد.....

ش

۲۰۸.....	شاهرخ فاتحی.....
۶۵۶.....	شاهین شاهسونی.....
۴۳۲, ۴۱۳, ۴۰۳, ۲۹۸.....	شجاع قربانی دشتکی.....
۵۲۶.....	شعله شاهوردی قهفرخی.....
۴۲۳, ۴۱۸, ۳۱۵, ۲۶۸, ۱۷۵.....	شمس الله ایوبی.....
۵۲۶.....	شیما نیکو.....
۶۴۶, ۳۲۵.....	شیوا ابراهیمزاده بادکی.....
۶۵۱.....	شیوا ابراهیمزاده بادکی.....
۵۴۰, ۵۱۹, ۴۲۹.....	شیوا محمدیان خراسانی.....

ص

۵۴۳.....	صادق پورمحمد.....
۵۴۹, ۴۸۳.....	صدیقه محمدی.....
۲۳۳, ۷۹.....	صفورا اسدی کپورچال.....
۶۵۱, ۶۴۶.....	صمد دربندی.....

ع

۲۸۸.....	عادل ریحانی تبار.....
۵۸۱.....	عاطفه اژدری.....
۵۹.....	عاطفه ضیایی.....
۳۱۲.....	عاطفه فتاحی.....
۴۲۳, ۱۷۵.....	عباس همت.....
۶۴.....	عبدالامیر معزی.....
۹۹.....	عبدالغفور احمدپور داشلی برون.....
۵۶۴, ۵۵.....	عبدالمجید ثامنی.....
۴۴۱, ۳۹۳.....	عبدالمجید رونقی.....
۲۰۸.....	عزیز مومنی.....
۴۴۶.....	عطیه رستمی.....
۴۹۸.....	علی رضا واعظی.....
۳۱۲.....	علی احمد آبادی.....
۳۳۹.....	علی اشرفی.....
۵۳۵, ۳۰۲.....	علی اصغر بسالت پور.....



۱۵۷.....	علی اصغر جعفرزاده.....
۴۸۸, ۳۷۵, ۳۱۲, ۲۸۳.....	علی اصغر ذوالفقاری.....
۴۶۸.....	علی اصغر هاشمی.....
۵۶۸.....	علی اکبر اصیلیان.....
۳۲۰.....	علی اکبر صفری سنجانی.....
۵۸۴, ۵۳۰, ۴۵۰, ۴۴۱, ۳۹۳, ۱۸۹, ۱۳۸, ۱۲۵.....	علی اکبر موسوی.....
۱۱۴.....	علی اکبر عزیزی زهان.....
۴۵۴.....	علی جعفری اردکانی.....
۱۳۳.....	علی چابک.....
۵۸۴.....	علی داد کرمی.....
۸۳.....	علی طالبی.....
۳۸۹, ۲۷۸.....	علی عطایی.....
۵۲۲.....	علی غلامی.....
۱۳۳.....	علی مهدوی.....
۲۴۴.....	علی اصغر بسالت پور.....
۴۶۸.....	علی اصغر ذوالفقاری.....
۲۶۳.....	علی اصغر علیلو.....
۵۷۷, ۵۰۶.....	علی اکبر نوروزی.....
۴۰۸.....	علیرضا اکبری مقدم.....
۵۲۲, ۴۶۴.....	علیرضا جعفرنژادی.....
۶۱۴.....	علیرضا علی محمدی.....
۵۰۹, ۱۵۲, ۴۲.....	علیرضا کریمی.....
۶۲۳, ۶۰۸.....	علیرضا نژاد محمد نامقی.....
۶۰۳, ۵۷۲, ۴۴۶, ۳۶۶, ۳۴۷, ۲۵۹, ۲۲۹, ۲۲۵, ۱۰۴, ۵۰, ۲۳.....	علی رضا واعظی.....
۱۶۶, ۱۹.....	عیسی اسفندیارپور.....

غ

۲۰۳.....	غلامحسن رنجبر.....
۵۰۹, ۴۷۳, ۱۵۲.....	غلامحسین حق نیا.....
۳۳۹.....	غلامرضا احمدی.....
۴۰۸.....	غلامعلی کیخا.....

ف

۵۱۴.....	فاطمه آمری.....
۲۳.....	فاطمه بابایی.....
۲۸۸.....	فاطمه جلیلیان.....
۱۷۱.....	فاطمه حسین عسکری.....
۳۸۱.....	فاطمه حسینی.....
۱۶۶, ۱۹.....	فاطمه رمضانی نژاد.....
۶۸.....	فاطمه سروش.....
۲۳۳.....	فرزانه پارسایی.....
۸۹.....	فهیمة خرمی زاده.....



ک

۳۴۷	کامبیز رستمی مانگ هلاتی
۳۶۱	کامران عسگری
۲۷	کامران مروج
۹۹	کامران مقامیان
۳۷۵	کبری مومنی
۵۰۲	کمال نبی اللهی

گ

۲۲۱	گلایه یوسفی
-----	-------------

ل

۶۴۱, ۵۵۹	لادن حیدری
۵۷۲	لیدا پیری مقدم
۵۹	لیرضا کریمی
۵۵۴, ۱۴	لیلا اسماعیل نژاد
۲۶۳	لیلا شهبازی
۵۷۷, ۵۰۶	لیلا صدوقی
۵۰۲	لیلا غلامی
۵۹۳, ۲۱۳	لیلی صفایی

م

۵۶۴, ۵۵	مجتبی جعفری حقیقی
۲۵۹	مجتبی کرد
۸۳	مجید اسماعیلیان
۴۵۹, ۲۷۳, ۲۶۸	مجید افیونی
۱۴۳	مجید جامی الاحمدی
۴۷۳	مجید صوفی
۱۴۸	مجید فروهر
۵۸۱	محسن آقاجانی
۴۳۷	محسن باقری
۱۷۱	محسن حمیدپور
۹۵	محسن دهقانی
۲۲۱	محسن نائل
۱۳۸	محمد امیدی فرد
۶۵۶	محمد امین اسلامی
۵۰۹	محمد باقر صوفی
۳۲۰	محمد جره
۲۵۹	محمد حسین مهدیان
۴۲	محمد خانه‌باد
۳۷۵	محمد رحیمی



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۳۸۱	محمد رضا مصدقی
۳۷۵	محمد رضا یزدانی
۱۸۶, ۲۷	محمد صادق عسکری
۶۰۳	محمد عباسی
۳۸۱	محمد علی حاج عباسی
۱۵۷	محمد علی قربانی
۱۲۵	محمد نظری میجی
۲۰۳	محمد حسن رحیمیان
۱۴۳	محمد حسن سیاری زهان
۳۹۸, ۲۰۸	محمد حسن صالحی
۲۰۳	محمد حسین بناکار
۵۹۸, ۴۵۹, ۴۲۳, ۴۱۸, ۴۱۳, ۴۰۳, ۳۵۲, ۳۱۵, ۲۷۳, ۲۶۸, ۱۷۵	محمد رضا مصدقی
۳۸۹, ۳۸۶, ۲۷۸, ۱۹۸	محمد رضا نیشابوری
۴۶۸, ۲۸۳	محمد رضا یزدانی
۷۲	محمد علی بهمنیار
۵۹۸, ۴۵۹, ۲۷۳	محمد علی حاج عباسی
۱۴۸	محمد علی خودشناس
۵۲۶, ۴۶۸	محمد کیا کیانیان
۱۳۳	محمود رستمی نیا
۳۸۹, ۲۷۸	محمود سیفی
۷۹, ۱۴	محمود شعبانپور
۳۶۱	مرتضی بهمنی
۲۵۰, ۴۶	مرمر ثابتی زاده
۵۰	مروارید احمدی
۴۴۱, ۳۹۳	مریم امجدیان
۴۶۴	مریم جوادزاده
۱۵۷	مریم زینی
۱۰۴	مزگان نوقان
۱۳۳	مسعود بازگیر
۱۳۳	مسعود حمیدی
۱۴۸	مسعود دادیور
۵۰۲	مسعود داوری
۶۲۳, ۶۰۸	مسعود درخشی
۱۸۱	مسعود علی صوفی
۲۹۳	مصطفی کریمیان اقبال
۳۸۹, ۲۷۸	معصومه نیکپو
۶۱۹, ۶۱۴, ۲۵۰, ۴۶	منوچهر گرجی
۳۳۹	مهدی درویشی
۵۵۴, ۲۵۰, ۴۶	مهدی شرفا
۲۲۵	مهدی عبادی
۷۲	مهدی قاجار سپانلو
۴۱۸	مهدی قیصری
۳۳۲	مهدی کریمی زارچی
۱۳۰, ۷۵	مهدی نادری خوراسگانی



۳۸۶.....	مهدی نصیری.....
۴۹۳.....	مهدی نوروزی.....
۶۳۵, ۵۷۷, ۵۴۰, ۵۱۹, ۵۱۴, ۵۰۶, ۴۲۹, ۳۴۴.....	مهدی همایی.....
۳۶۶.....	مهران بهتری.....
۲۶۸.....	مهران شیروانی.....
۴۸۳.....	مهرداد محمد درختی.....
۶۲۳, ۶۰۸.....	مهرنوش اسکندری تربقان.....
۵۸۸.....	مهناز اسکندری.....
۳۶۱.....	میثم شیخی.....
۵۸۸.....	میلاذ نخعی.....
۲۳۳.....	مینا رسولی.....

ن

۴۰۸.....	نادر محمدنیا.....
۳۲۰, ۸۹.....	ناصر دواتگر.....
۲۱۷.....	ناصر صداقتی.....
۳۴۷.....	ناصر فکوری ایوند.....
۵۲۶.....	ناصر مشهدی.....
۳۳۵.....	ناصر هنرجو.....
۶۲۹.....	ناصر هنرجو.....
۴۴۱, ۳۹۳.....	نجفعلی کریمیان.....
۳۳۹.....	نجمه نیسانی سامانی.....
۴۰۸.....	نجمه یزدانپناه.....
۱۱۴.....	نرگس رضوی.....
۲۹۸.....	نسرین کریمیان شمس آبادی.....
۲۸۳.....	نصرالله پهلوان.....
۴۵۹.....	نصراله سپهرنیا.....
۲۸۸, ۱۵۷.....	نصرت اله نجفی.....
۲۴۴.....	نعیمه سعیدی گراغانی.....
۴۳۷.....	نفیسه رنگ زن.....
۱۲۰.....	نفیسه یغمائیان مهابادی.....
۲۰۸.....	نورایر تومانیان.....
۲۹۳.....	نیکو حمزه پور.....
۴۲۳, ۱۷۵.....	نینا ارزانی.....

ه

۴۶۸.....	هانیه بیرنژاد زیارت.....
۳۱۲.....	هایده آراء.....
۶۴.....	هدیه بهنام.....
۳۲.....	هرمزد نقوی.....

و



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

۶۵۶.....	وجیهه درستکار.....
۶۸.....	وحید افشار.....
۱۰۸.....	وحیده صفی.....
۲۰۳.....	ولی سلطانی.....

ی

۳۶۱.....	یاسر استواری.....
۳۵۶, ۱۶۱.....	یعقوب حسینی.....
۱۲۵.....	یلدا منصورپور.....