دانشگاه ولی عصر

انجمن علوم خاک ایران
Soil Science Society of Iran

مجموعه مقالات چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

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

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

14th Iranian Soil Science Congress

2015 the International Year of Soil

محورهای کنگره

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



مقاله نامه

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

جلد سوم: **پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما**

برگزار کننده:
دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

۱۶ تا ۱۸ شهریور ۱۳۹۴

نام کتاب: **مقاله نامه چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران- جلد سوم: پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک**

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

فهرست مقالات جلد سوم

سخن دبیر..... ۹

مقایسه تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با عملکرد پرتقال والنسیا در منطقه کازرون استان فارس.. ۱۰

هبوط مقیاسی نقشه رقومی کربن آلی خاك (مطالعه موردی: زیر حوضه آبخیز مرک در استان کرمانشاه)..... ۱۴

میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های شور و گچی در استان گلستان..... ۱۹

بررسی توزیع مکانی سرب و کادمیوم د ر برخی اراضی شهرستان فلاورجان اصفهان..... ۲۴

تناسب اراضی کیفی دشت ابولوردی برای محصولات گندم، ذرت و جو در استان فارس..... ۲۸

مقایسه مدل استنباطی خاک - محیط (SIE) و مدل استنباطی خاك - سرزمین(SoLIM) در نقشه‌برداری خاک با تأکید بر استفاده از منطق فازی..... ۳۲

تأثیر نظر افراد خبره در نقشهبرداری رقومی خاک و روش نمونه‌برداری..... ۳۷

ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج در منطقه سنگر وسراوان استان گیلان..... ۴۲

تاثیر خصوصیات زیست اقلیمی بر تغییرات کربنات کلسیم اجزاء اندازه‌ای ذرات خاک..... ۴۶

مقایسه‌ی پهنه‌بندی زمین‌آماری و مرسوم در تعیین تغییرات برخی از ویژگي‌های خاك سطحی(مطالعه‌ی موردی: ساردوئیه، شهرستان جیرفت)..... ۵۰

بررسی پدیده‌های میکروپدولوژی تحت کشت‌های متوالی کلزا و چغندرقند..... ۵۵

بررسی تغ رپذیر مکاني برخی عناصر شیمیایی خا سطحي به کمک تکنیک م ن ما (مطالعه موردی: منطقهی بهنمیر استان مازندران)..... ۵۸

مقدمه ای بر مدل‌سازی عامل محور و شبیه سازی و کاربرد آن در مدیریت اراضی..... ۶۳

بررسی وضعیت آلودگی خاک به عنصر کادمیوم در دشت شهرکرد با استفاده از زمین‌آمار..... ۶۶

تاثیر تغییر کاربری اراضی بر امنیت غذایی حوزه آبخیز چغاخور با تکیه بر شاخص‌های پایداری خاک..... ۷۱

تخمین ضریب توزیع نیکل با استفاده از توابع انتقالی در برخی از خاک‌های استان مازندران..... ۷۵

تاثیر تغییرات مکانی شوری خاک بر عملکرد دانهٔ گندم..... ۸۰

تناسب اراضی کیفی دشت کمین برای محصولات گندم، ذرت و چغندر قند در استان فارس..... ۸۶

کانی شناسی رس خاک‌ها در کاربری مرتع و زراعی منطقه والا رود در استان زنجان..... ۹۰

مقایسه روش‌های زمین‌آمار و شبکه عصبی مصنوعی در تخمین توزیع مکانی رس خاک..... ۹۴

میکرومورفولوژی و تحول خاک در یک ردیف سنگی از مواد مادری غنی از اسمکتیت (حوزه رسوبی کپه‌داغ، شمال شرق ایران). ۹۹

برآورد مقادیر کل و قابل جذب پتاسیم در مهمترین خاک‌های استان مازندران با استفاده از روش‌های کریجینگ معمولی و کوکریجینگ..... ۱۰۵

کاربرد شاخص MISECA در مطالعات خاکشناسی پارینه توالی‌های لس-خاک قدیمی در طول یک ردیف اقلیمی در شمال ایران. ۱۱۰

ارزیابی تناسب اراضی برای نخود دیم با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و GIS در بخشی از اراضی کوهین.... ۱۱۵
اصلاح و بهسازی اراضی شور،سدیك و گچ دار بخشی از دشت دوسالق..... ۱۲۰
مقایسه روش‌های مختلف درونیابی در پهنه‌بندی شوری خاک سطحی استان خوزستان..... ۱۲۶
تهیه نقشه شوری خاک سطحی بر پایه روش‌های درون‌یابی قطعی و زمین‌آمار (مطالعه موردی در اراضی توتکابن استان گیلان).... ۱۳۲
ارزیابی روش‌های مختلف نقشه‌برداری رقومی برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف (مطالعه‌ی موردی: دشت شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری)..... ۱۳۷
مطالعه تشکیل، تحول، تکامل و خصوصیات فیزیکو شیمیائی خاک‌های تحت رژیم رطوبتی زریک، منطقه ازندریان (همدان). ۱۴۲
مقایسه‌ی دو سیستم رده‌بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه‌بندی یک خاک قدیمی مدفون (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی کُنارصَندل جیرفت، استان کرمان)..... ۱۴۷
تعیین الگوی تجمع عناصر غذایی کم مصرف در خاك‌های تاکستان‌های خدابنده با روش‌های زمین آمار..... ۱۵۱
تأثیر حذف کربنات‌ها بر توزیع اندازه ذرات توالی لس- خاک قدیمی جنوب غرب ساری..... ۱۵۶
بررسی ارتباط اشکال مختلف پتاسیم خاک با تکامل و خصوصیات خاک در یک ردیف پستی و بلندی در دشت جنوبی یاسوج. ۱۶۱
پیش‌بینی کلاس‌های خاک با روش‌های درختان تصمیم گیری تصادفی و رگرسیون منطقی چند متغیره در استان گلستان.... ۱۶۶
بررسی تناسب اراضی برای کشت کلزا (Canola) باروش‌های محدودیت ساده و پارامتریک در منطقه گیان، استان همدان..... ۱۷۱
تشکیل كاني‌های کلسیم‌دار در خاك سطح مشترك سنگ گرانیت- گلسنگ در شیرکوه استان یزد..... ۱۷۴
بررسی ارتباط میزان پذیرفتاری خاک با تکامل خاک در یک ردیف پستی و بلندی در دشت جنوبی یاسوج..... ۱۷۹
بررسی خاک های تشکیل یافته بر روی اراضی آتشفشانی دامنه ی شمالی سبلان..... ۱۸۴
تأثیر فاکتورهای توپوگرافی بر کیفیت دانه گندم در بخشی از اراضی زراعی منطقه توشن، گرگان..... ۱۸۹
پیش‌بینی و پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی جیرفت با استفاده از فن‌آوري‌های نوین..... ۱۹۴
قابلیت پیش‌بینی درصد آهک با استفاده از تصاویر ماهواره، مدل رقومی ارتفاع و هدایت الکتریکی ظاهری..... ۱۹۹
بررسی تغییرات سه بعدی ماده آلی خاک با استفاده از توابع عمق اسپلاین و نقشهبرداری رقومی..... ۲۰۲
تغییرپذیری مکانی برخی ویژگی‌های خاک سطحی (مطالعه موردی؛ سیاهکل استان گیلان)..... ۲۰۷
همبستگی میزان ماده آلی، شن و پایداری خاکدانه با میزان رس قابل انتشار در آب در برخی خاک‌های استان خوزستان..... ۲۱۲
مقایسه کارایی RMSE و NRMSE برای محاسبه مقدار مؤثر خطای مدل‌هایی با مجموعه داده‌های آموزش متفاوت..... ۲۱۸
ارزیابی تناسب اراضی برای سیب به روش فائو و مدل کراپ وات برای منطقه نایبین ارومیه..... ۲۲۱
پیش‌بینی تغییرات مکانی شوری با استاده از روش‌های زمین‌آمار و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه سیستان..... ۲۲۶
بررسی تغییرات غنی‌شدن کربن در اجزاء اندازه‌ای خاکهای مناطق نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب..... ۲۳۲
از خاک تا افلاک: گرامیداشت سال جهانی خاک..... ۲۳۶

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی خاکهای قدیمی دارای خصوصیات ورتیک در شهرستان زنجان..... ۲۴۱

شکل‌های مختلف اکسیدآهن و برخی شاخص های تکاملی در ترانسکتی واقع در دشت تبریز..... ۲۴۵

ارزیابی کارایی مدل FCC درخاکهای شالیزاری..... ۲۴۹

ارزیابی تناسب اراضی به منظور کشت محصول ذرت دانه‌ای با استفاده از روش فائو (مطالعه موردی: بخشی از اراضی دشت قزوین)..... ۲۵۳

اثرات جنگل تراشی و شیب بر حدود آتربرگ در برخی از جنگل‌های غرب گیلان..... ۲۵۸

بهره‌مندی از قابلیت‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت برآورد هدررفت خاک در ابعاد حوزه آبخیز در شمال‌غربی ایران..... ۲۶۳

بررسی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک (کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی) در جهت شیب‌های مختلف تپه‌های لسی در اقلیم‌های مختلف در استان گلستان..... ۲۶۷

ارزیابی وضعیت عناصر غذایی و تعیین محدودیت‌های بستر خاك فضای سبز پایانه مسافربری امام رضا (ع)، مشهد..... ۲۷۱

مقایسه استنتاج فازی با دو نگرش قاعده‌محور و نمونه‌محور در پیش‌بینی الگوی پراکنش خاک در یک زمین‌چهر نیمه‌خشک در غرب ایران..... ۲۷۶

تعیین الویت کشت در منطقه خواجه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی..... ۲۸۱

بررسی اثر موقعیت شیب بر تغییرپذیری مکانی پایداری خاکدانه‌ها با تکنیک زمین‌آمار .مطالعه موردی در شهرستان قائمشهر (استان مازندران)..... ۲۸۶

تخمین تغییرات ماده آلی خاک با استفاده از روش‌های زمین آمار و توابع عمق اسپلاین..... ۲۹۰

نقشهبرداری رقومی کلاسهای خاک در مقیاس منطقهای با استفاده از رگرسیون لاجیستیک چندجملهای در اقلیم خشک ایران. . ۲۹۵

بررسی تنوع، عمق و پراکنش خاک‌ها، با هدف امکان‌سنجی جانمائی باغات در اراضی پایکوهی منطقه اسکندری فریدن..... ۳۰۰

مقایسه پتاسیل تولید محاسبه شده با شاخص‌های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تیپ‌بهره‌وری آفتابگردان..... ۳۰۴

بررسی تاثیر سازندهای زمین شناسی بر روی روند بیابان زایی با استفاده از مدل IMDPA (مطالعه موردی جنوب سمنان)..... ۳۰۹

تأثیر نوع لندفرم بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی خاکهای شالیزار گیلان..... ۳۱۳

چگونگی پیدایش خاک های شور و سدیمی واقع در کشت و صنعت فکا در جنوب اصفهان..... ۳۱۸

کانی شناسی خاکهای دشت رسوبی گرگان رود متاثر از شرایط زهکشی..... ۳۲۴

بررسی تغییرات کاربری اراضی در بخشی از منطقه ارسباران استان آذربایجان شرقی با استفاده از RS و GIS..... ۳۲۹

بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک با استفاده از روش‌های زمین آماری در منطقه هشتگرد..... ۳۳۴

اثر موقعیت زمین‌نما و کاربری اراضی بر خصوصیات کانی‌شناسی بخش رس خاک در منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری. ۳۳۹

نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک در سطوح مختلف رده‌بندی آمریکایی با استفاده از مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته در دشت شهرکرد..... ۳۴۳

پیش بینی مکانی ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آبهای آبیاری استان مرکزی..... ۳۴۸

استفاده از زمین آمار برای مدیریت بهینه حاصلخیزی خاکهای شالیزار نواحی مرکزی گیلان..... ۳۵۲
مطالعه تشکیل، تحول، تکامل و خصوصیات فیزیکو شیمیائی خاکهای تحت رژیم رطوبتی زریک، منطقه ازندریان (همدان)... ۳۵۸
انتخاب بهترین روش زمین آماری جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی ازت خاک..... ۳۶۳
بررسی رابطه کربن آلی خاک و شاخص‌های توپوگرافی در مزراع گندم دیم..... ۳۶۸
تأثیر موقعیت پستی و بلندی بر شکل‌های آهن و منگنز خاک در منطقه شیرود، غرب استان مازندران..... ۳۷۳
سیمای شور اراضی استان اصفهان..... ۳۷۸
کانی‌شناسی رسی و رده‌بندی خاک‌ها در یک منطقه خشک، شهرستان دهلران..... ۳۸۲
میکرومورفولوژی و تکامل خاکهای تشکیل شده در تراس‌های آبرفتی..... ۳۸۷
استفاده از مدل فائو در برآورد پتانسیل تولید پنبه و تخمین پتانسیل تولید اراضی با استفاده از دو روش استوری و ریشه دوم... ۳۹۲
ارتباط بین فاکتورهای خاکسازی و تنوع کانی‌های رسی در خاکهای رودخانه‌های مهم استان خوزستان..... ۳۹۶
تاثیر تغییر اقلیم بر نیازهای آبی چغندرقند در منطقه میاندوآب..... ۴۰۲
بررسی توزیع جانبی و عمودی کربنات کلسیم با استفاده از زمین آمار و معادلات عمق خاک..... ۴۰۷
پهنهبندی موضوعی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای زراعی استان گلستان با استفاده از روش زمین آمار کریجینگ برای تهیه نقشههای حاصلخیزی خاک..... ۴۱۲
پیش بینی تغییرات مکانی شوری خاک بااستفاده از مدل زمین آمار و دستگاه الکترومغناطیس EM۳۸ در منطقه میلشبار اردکان . ۴۱۷
بررسی ارتباط پتاسیم و کانی‌شناسی رس در منطقه شرق آباد ارسنجان..... ۴۲۲
تخمین پتانسیل تولید توتون در استان مازندران با کاربرد برخی ویژگی‌های خاک..... ۴۲۷
نقش جهت شیب بر پراکنش مکانی برخی از ویژگی‌های خاک و عملکرد هلو در منطقه سامان شهرکرد..... ۴۳۲
بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی توالی لس-پالئوسول در شهرستان ساری..... ۴۳۶
مقایسه سه روش محدودیت ساده، پارامتریک و کاربرد مدل Almagra در تعیین تناسب اراضی برای کشت چغندرقند در منطقه گیان..... ۴۴۱
ارزیابی تغییرپذیری مکانی عناصر پرمصرف و برخی ویژگیهای خاک بر عملکرد گندم..... ۴۴۵
مطالعه میکرومورفولوژی تکامل خاکهای لسی در کاربری‌های مختلف و توپوگرافی در منطقه توشن..... ۴۵۱
مقایسه ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: بخشی از اراضی کوهین)..... ۴۵۶
مطالعه مورفولوژی و پذیرفتاری مغناطیسی دو مقطع دارای توالی‌های رسوبات لسی- خاک قدیمی جنوب غرب ساری..... ۴۶۱
مطالعه اثر کاربری باغی و زراعی بر کانی‌های رسی..... ۴۶۵
ارزیابی تغییرات زمانی پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سیرجان استان کرمان..... ۴۶۹
کانی‌شناسی و تکامل خاکهای تشکیل شده در تراس‌های آبرفتی حوزه گرگانرود..... ۴۷۳

پردازش مفهومی مفاهیم همبستگی، همراهی و هم‌ارزشی در پدولوژی..... ۴۷۷
پهنه بندی عمقی گچ با استفاده از نرم افزار ARC GIS در دشت ارایض خوزستان..... ۴۸۲
برآورد مقدار تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل برنج در گیلان..... ۴۸۷
صحت‌سنجی کاربرد حدود آستانه برای انعکاس خطر کادمیم در خاک..... ۴۹۰
مقایسه طبقه‌بندی تاکسونومیکی و قابلیت حاصل‌خیزی خاک در قسمت‌های مختلف استان چهارمحال و بختیاری..... ۴۹۵
رهیافت‌های روش ژئوپدولوژی، راه‌کارهایی برای شناسایی دقیق‌تر خاک‌ها..... ۵۰۰
ارزیابی روش‌های مختلف زمین آماری برای تعیین تغییرات مکانی شوری خاک..... ۵۰۵
بررسی ویژگی‌های میکرومورفولوژی خاک‌ها در یک ردیف زهکشی در دشت شهرکرد..... ۵۱۰
تعیین الگوی تجمع عناصر غذایی کم مصرف در خاك‌های تاکستان‌های خدابنده با روش‌های زمین آمار..... ۵۱۵
ارزیابی روش‌های زمین آمار در تهیه نقشه پراکنش مکانی نیتروژن و کربن آلی خاک(مطالعه موردی: منطقه لنجانات اصفهان)..... ۵۲۰
تاثیر تغییرکاربری اراضی و توپوگرافی بر تشکیل و تکامل خاک‌های مشتق از لس در توشن گلستان..... ۵۲۶
مطالعه منشاء و توزیع کانی‌های رسی در خاکهای تشکیل شده از مواد مادری مختلف در ناودیس شیخ (شمال شرق بجنورد). ۵۳۰
حسین تازیکه ۱، فرهاد خرمالی ۲، آرش امینی ۳، مجتبی بارانی مطلق ۴..... ۵۳۰

سخن دبیر

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

وحید مظفری

دبیر چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران

مقایسه تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با عملکرد پرتقال والنسیا در منطقه کازرون استان فارس

مینا کیانی [۱]، محمدحسن صالحی [۲]، جهانگرد محمدی [۳]، عبدالرحمان محمدخانی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد ،۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۴- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد

چکیده
پرتقال یکی از محصولات مهم صادراتی کشور محسوب می‌شود و برای تولید پایدار این محصول، شناسایی عوامل مؤثر بر رشد آن ضروری است. به منظور بررسی تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با عملکرد پرتقال والنسیا در منطقه کازرون استان فارس، از دو عمق ۴۰-۰ و ۸۰-۴۰ سانتی‌متری، در مجموع، ۶۰ نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌برداری از درختان پرتقال بصورت ترکیبی از دو درختی که فاصله کمتری با نمونه‌های خاک داشتند، انجام گردید. تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین عملکرد پرتقال بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد. نتایج نشان داد که برخی از ویژگی‌های خاکی شامل درصد ماده‌آلی، پتاسیم محلول، فسفر، روی و منگنز قابل جذب در هر دو عمق نمونه‌برداری در شرق و جنوب‌شرقی منطقه‌ی مورد مطالعه بیش‌تر از دیگر مناطق می‌باشد که این نقشه‌ها با عملکرد میوه، الگوی پراکنش مکانی تقریباً مشابهی دارند.

واژه‌های کلیدی: تولید پایدار، تغییرات مکانی، ویژگی‌های خاک، عملکرد پرتقال

مقدمه
مرکبات از جمله محصولاتی است که در شرایط حاضر یکی از منابع تأمین ارز و از جمله صادرات غیرنفتی کشور می‌باشد. با این وجود، بیم آن می‌رود که با کاهش تدریجی مرغوبیت و زوال درختان، باغات موجود به شمایی از جنگل‌های بی‌ثمر تبدیل شوند (خوئی، ۱۳۷۲). تغییرپذیری ویژگی‌های خاک، یکی از مهم‌ترین دلایل تغییرپذیری عملکرد محصول به شمار می‌رود (جانسون و همکاران، ۲۰۰۲). تغییرپذیری مکانی خاک به این مفهوم است که ویژگی‌های خاک در نقاط مجاور، دارای شباهت بیشتری نسبت به نقاط با فاصله بیشتر هستند. پراکندگی مکانی ویژگی‌های خاک نتیجه فعل و انفعالات پروسه‌های تشکیل خاک است که در سه بعد و با درجات مختلف عمل می‌کند .موضوع تغییرپذیری‌های مکانی در میزان محصول و دیگر عوامل موثر بر عملکرد موضوعی مهم در کشاورزی دقیق است (صالحی و همکاران، ۱۳۸۷). گزارشات زیادی در رابطه با تاثیر قابل توجه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر میزان عملکرد محصول وجود دارد (کاکس و همکاران، ۲۰۰۳). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک همچنین از طریق قابلیت جذب عناصر ماکرو و میکرو خاک بر ویژگی‌های کیفی و کمی مرکبات اثر می‌گذارند. فسفر و پتاسیم از جمله عناصر پرمصرف و ضروری برای رشد مرکبات به شمار می‌روند. آهن، منگنز و روی یکی از عناصر غذایی کم‌مصرف در تغذیه‌ی گیاه است و روی نقش مهمی در افزایش تحمل به شوری گیاه و نیز بهبود برخی از ویژگی‌های کمی، کیفی و رویشی گیاه دارد ولی به دلیل اثرات رقابتی بین دو عنصر فسفر و روی، در صورت مصرف بی رویه کودهای فسفری و استفاده نکردن از کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف بویژه روی، تعادل تغذیه‌ای گیاه به هم می‌خورد و این امر منجر به کاهش برخی از ویژگی‌های کمی، کیفی و رویشی گیاه می‌شود (حیدری، ۱۳۸۷). این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد پرتقال با استفاده کریجینگ انجام شد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه (روستای رشن‌آباد) در غرب شهرستان کازرون واقع در استان فارس قرار دارد و در ارتفاع ۸۶۰ متری از دریا واقع شده است. این منطقه دارای متوسط بارندگی سالیانه ۴۶۰ میلی‌متر و حداقل درجه حرارت ماهیانه ۲/۱۱ درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت ماهیانه ۷/۳۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. نمونه‌برداری خاک در ۶۰ نقطه به شکل تصادفی از دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰-۸۰ سانتی‌متری انجام شد. جهت تعیین عملکرد درختان پرتقال ، پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری، دو درختی که فاصله کمتری با نقاط نمونه‌برداری شده داشتند، انتخاب شد و نمونه‌برداری بصورت ترکیبی انجام گردید. لازم به ذکر است که همه درختان، رقم والنسیا و هم‌سن بودند و تحت مدیریت مشابهی قرار داشتند. براساس اهداف مطالعه، تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل pH، EC، بافت خاک، درصد ماده‌آلی و کربنات کلسیم معادل، میزان پتاسیم، فسفر، آهن، منگنز و روی قابل‌جذب خاک براساس روش‌های استاندارد تعیین گردید. همچنین عملکرد میوه نیز اندازه‌گیری گردید. پس از انجام آزمایش‌ها و محاسبه مقادیر هر ویژگی اطلاعات مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تغییرپذیری تمام ویژگی‌ها در جهات مختلف یکسان و همسان‌گرد می‌باشند که برای بیان این پدیده از تغییرنمای سطحی (توسط نرم‌افزار Variowin) استفاده شد. این موضوع نشان می‌دهد که تغییرات به فاصله‌ی بین نمونه‌ها بستگی داشته است. بنابراین، با توجه به همسان‌گرد بودن تمام ویژگی‌های مورد بررسی، واریوگرام‌های همه جهته آن‌ها تهیه و مدل مناسب به آن‌ها برازش داده شد. قابل توجه است که ویژگی‌های مورد مطالعه از مدل کروی تبعیت نموده‌اند و قابل ذکر است که تمامی متغیرها دارای ساختار مکانی می‌باشند. با توجه به تعداد زیاد پارامترهای مورد بررسی، برای تعداد محدودی از آن‌ها پارامترهای تغییرنما در جدول ۱ نمایش داده شده است. آنالیز تغییرنماها نشان می‌دهد که دامنه‌ی تاثیر ویژگی‌های مختلف دارای تغییرپذیری است. کم بودن دامنه‌ی تاثیر عوامل مدیریتی (آبیاری، کوددهی و ...) نسبت داد.

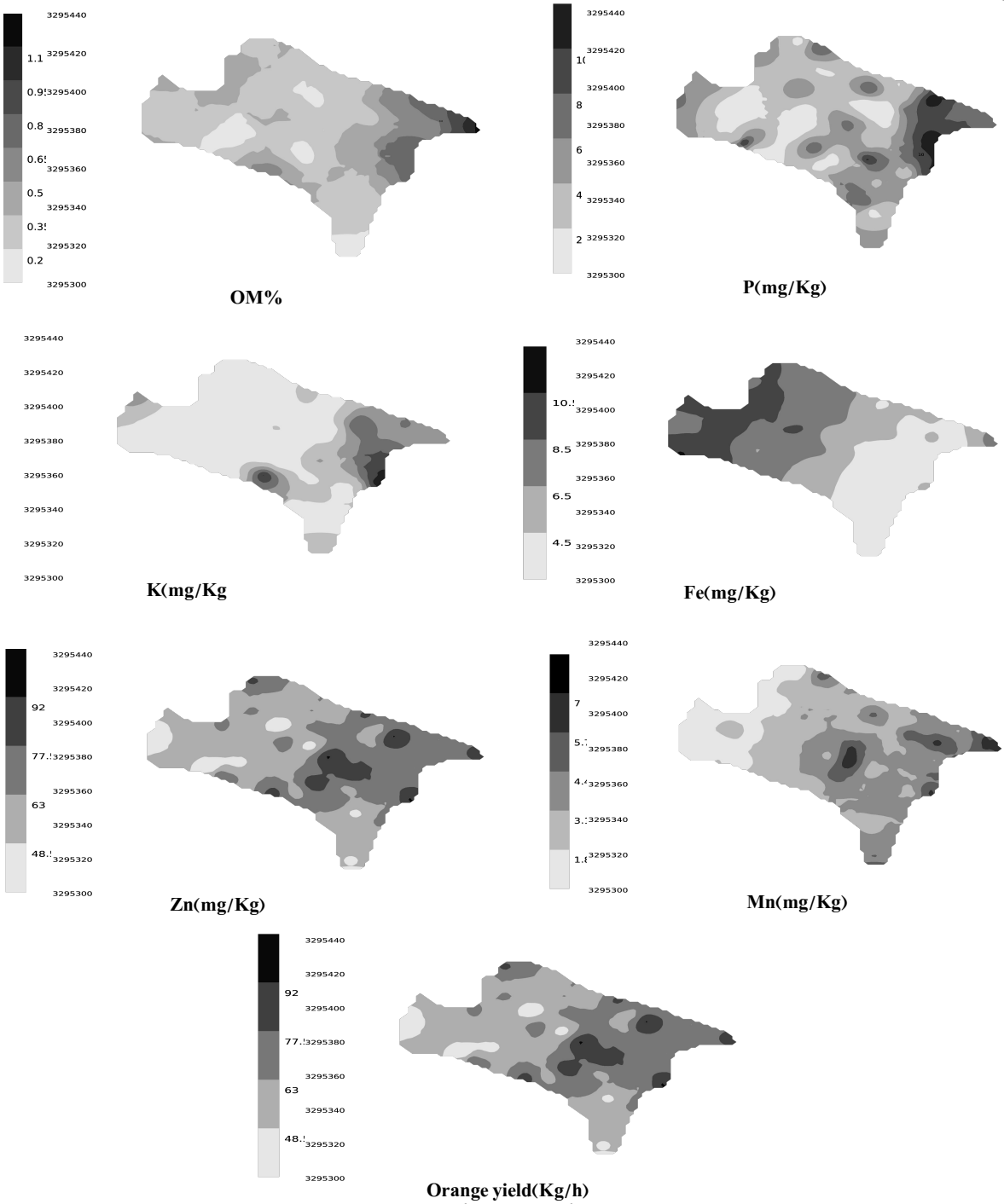
جدول ۱ - پارامترهای تغییرنمای همه جهته برخی از ویژگی‌های خاک در سطح ۰-۴۰ سانتی‌متری از سطح خاک و عملکرد میوه

ویژگی‌های خاک	اثر قطعه‌ای	دامنه‌ی تاثیر (متر)	حد استانه	مدل	ضریب همبستگی(%)*	کلاس همبستگی
درصد ماده آلی	۰۰۷۳/۰	۷۳/۱۲	۰۲۶۳/۰	کروی	۲۸	متوسط
فسفر (mg/Kg)	۰	۸۱/۱۶	۸۱/۱۰	کروی	۰	قوی
پتاسیم(mg/Kg)	۲۹/۱۰	۳۱/۱۷	۷۶/۴۲	کروی	۶۰	متوسط
آهن(mg/Kg)	۰	۴۹/۳۴	۱۲/۲	کروی	۰	قوی
روی(mg/Kg)	۰	۳۳/۲۲	۱۹۶/۰	کروی	۰	قوی
عملکرد میوه (Kg/h)	۷۵/۲۷	۳۱/۱۲	۹۳/۲۸۰	کروی	۸۷/۹	قوی

اثر قطعه‌ای/واریانس کل، واریانس کل = حد آستانه*

تغییرنماهای برازش داده شده کلاس وابستگی مکانی متوسط تا قوی را برای کل ویژگی‌های خاک و عملکرد میوه اندازه‌گیری شده نشان دادند (به دلیل حجم زیاد واریوگرام‌ها آورده نشده است). کمبردلا و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که وابستگی مکانی قوی ممکن است بوسیله‌ی تغییرات ذاتی ویژگی‌های خاک کنترل گردد و وابستگی مکانی ضعیف‌تر ممکن است به وسیله‌ی تغییرات غیر ذاتی مانند کاربرد کود و شخم کنترل شود. از این رو، می‌توان بیان داشت تفاوت در تغییرپذیری خصوصیات خاک و محصول به تاثیر فرایندهای خاک‌سازی و مدیریت اراضی در هر منطقه برمی‌گردد.

نقشه‌های حاصل از میان‌یابی کریجینگ برخی از ویژگی‌ها در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از نقشه‌های کریجینگ نشان می‌دهد که توزیع تمام ویژگی‌ها پیوسته و وابسته به موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری می‌باشد. این نتایج همچنین بیانگر این است که ویژگی‌های خاک و عملکرد میوه در دو عمق نمونه‌برداری الگوی تصادفی نداشته و دارای پراکنش مکانی می‌باشند. مقایسه‌ی چشمی نقشه‌های کریجینگ خصوصیات مختلف خاک در دو عمق نمونه‌برداری نشان می‌دهد که تقریباً اکثر ویژگی‌ها در دو عمق نمونه‌برداری الگوی پراکنش مکانی تقریباً مشابهی دارند. نتایج به دست آمده بیان‌گر آن است که قسمت عمده اراضی فاقد شوری می‌باشد. همچنین خاک منطقه از لحاظ pH نیز برای محصول محدودیتی ایجاد نمی‌کند. پراکنش مکانی درصد ماده‌آلی، پتاسیم محلول، فسفر، روی و منگنز قابل جذب نشان می‌دهد در هر دو عمق نمونه‌برداری (به دلیل شبیه بودن الگوی پراکنش فقط عمق اول نشان داده شده است) در قسمت شرق و جنوب شرقی منطقه‌ی مورد مطالعه بیش‌تر از دیگر مناطق می‌باشد و این نقشه‌ها با عملکرد میوه دارای الگوی پراکنش مکانی تقریباً مشابهی می‌باشند. محمدزمانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز دریافتند که الگوی پراکنش مکانی ماده‌آلی مشابه ازت و الگوی پراکنش مکانی فسفر مشابه ضریب برداشت می‌باشد و از این طریق فسفر را یکی از فاکتورهای مهم در مدیریت مکانی مزرعه معرفی نمودند. با توجه به اینکه شیب منطقه مورد مطالعه از جهت غرب به سمت شرق منطقه می‌باشد به نظر می‌رسد بارندگی و آبیاری‌ای که در طول زمان انجام شده است باعث شستشوی رس از قسمت بالادست و انتقال آن به قسمت پایین دست منطقه و افزایش رس در آن قسمت گردیده است و یکی از عواملی که بر روی عملکرد اثر بسیار قابل توجه‌ای دارد، بافت خاک و اجزا آن می‌باشد. این گونه مشاهدات را می‌توان به این صورت توجیه کرد که رس با دارا بودن بارالکتریکی منفی در سطح، سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی بسیار بالا در جذب و نگه‌داری آب و عناصرغذایی نقش موثری ایفا می‌کند و شرایط را برای رشد بهتر گیاه مهیا می‌سازد. ماده‌ی‌آلی خاک نیز با بهبود ساختمان و حفظ بیشتر رطوبت می‌تواند نقش مهمی بر عملکرد داشته باشد. نتایج حاکی از تاثیر مفید و بهبود دهنده‌ی پتاسیم بر عملکرد پرتقال نیز می‌باشد. آلمالیتوس و همکاران (۲۰۰۲) نیز رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار پتاسیم با عملکرد هلو را گزارش کردند. پتاسیم در سنتز پروتئین و عملیات فتوسنتز در درختان میوه نیز دخالت دارد، و باعث افزایش رشد و عملکرد و همچنین افزایش اندازه میوه‌ها و بازار پسندی آن‌ها می‌شود. قدرت تامین پتاسیم توسط خاك، بستگی به نوع خاك، مواد آلی، درصد رس و تخلیه نسبی پتاسیم دارد. فسفر در انتقال انرژی در درختان میوه نقش دارد، بنابراین در فعالیت متابولیکی گیاه نقش داشته و بطور غیر مستقیم بر عملکرد محصولات از این طریق تأثیر می‌گذارد (خوئی، ۱۳۷۳). در قسمت غربی و جنوب غربی منطقه مورد مطالعه در هر دو عمق، آهن قابل جذب خاک نسبت به مناطق دیگر بیش‌تر می‌باشد. وجود آهن قابل جذب خاک در این جهت از منطقه‌ی مورد مطالعه احتمالا به دلیل نشت خون‌آبه‌ی کشتارگاه صنعتی مجاور باغ می‌باشد زیرا از سمت غرب به سمت شرق باغ میزان آهن قابل جذب کمتر می‌شود و این نشان دهنده‌ی آن است که از بین عناصر مورد مطالعه در این تحقیق، آهن تاثیر کم‌تری بر عملکرد میوه داشته است.



شکل ۱- نقشه‌های کریجینگ برخی از ویژگی‌های خاک و عملکرد پرتقال

منابع

حیدری م. صالحی م. ح. محمدخانی ع. ا. و حسینی‌فر ج. ۱۳۸۸. تاثیر برخی از ویژگی‌های خاک بر رشد، عملکرد و خندانی پسته در منطقه انار رفسنجان. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، جلد ۲۳ (شماره ۱) ص ۳۵-۴۷.

خوئی س. ۱۳۷۲. اصول تغذیه مرکبات (چاپ اول). سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، تهران.
صالحی م.ح. جزینی ف. و محمدخانی ع. ۱۳۸۷. تاثیر پستی و بلندی بر ویژگی های خاك با تاکید بر عملکرد و کیفیت بادام در منطقه سامان شهرکرد. پژوهش کشاورزی: آب، خاك و گیاه در کشاورزی. جلد ۸ (شماره‌ی ۲). صفحات ۷۹ تا ۹۲.
محمدزمانی س. ایوبی ش.ا. و خرمالی ف. ۱۳۸۶. بررسی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک و عملکرد گندم در بخش اراضی زراعی سرخنکلاته، استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۰ (الف)، ص ۷۹-۹۱.
Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F. and Konopka A.E. ۱۹۹۴. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society of American Journal, ۵۸:۱۵۰۱- ۱۵۱۱.
Cox M.S. Gerard P.D. Wardlaw M.C. and Abshire M.J. ۲۰۰۳. Variability of selected soil properties and their relationships with soybean yield. Soil Science Society of America Journal ۶۷:۱۲۹۶-۱۳۰۲.
Johnson R. M. Downer R. G. Bradow J. M. Bauer P. J. and Sadler E. J. ۲۰۰۲. Variability in Cotton Fiber Yield Fiber Quality and Soil Properties in a Southeastern Coastal Plain. Agronomy of Journal ۹۴:۱۳۰۵-۱۳۱۶.

Abstract

Orange is one of the country's most important export products and to sustainable production of this product, it is necessary to identify the factors affecting its growth. To investigate the spatial variability of physical and chemical soil properties and valensia orange yield in Kazeroon region ۶۸ samples from topsoil and subsoils (۰-۴۰ and ۴۰-۸۰ cm depths) were collected. Sampling from two orange trees around the soil samples was also done. Determine the physical and chemical properties of soil as well as the performance of the orange was based on the standard methods. The results showed that some of the characteristics of soil containing organic matter, soluble potassium, phosphorus, zinc and manganese available in both depth at east and southeast sampling study area is higher than in other areas of the maps the yield spatial patterns are similar.

هبوط مقیاسی نقشه رقومی کربن آلی خاك (مطالعه موردی: زیر حوضه آبخیز مرک 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 وآب، ۵- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۶- استادیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده
نقشه‌های رقومی خاک با قدرت تفکیک مکانی ریز، یکی از نیازهای اساسی کاربران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست است. اما در کشور، از یک سو با کمبود این داده‌ها مواجه هستیم و از سوی دیگر تهیه این داده‌ها بسیار پرهزینه است. در چنین شرایطی، هبوط مقیاسی نقشه‌های رقومی خاک به عنوان گزینه‌ای مناسب به منظور تهیه‌ی نقشه‌های با اندازه پیکسل ریز مطرح می‌گردد. با توجه به کمبود داده‌های کربن آلی با قدرت تفکیک مکانی ریز در این مطالعه، امکان هبوط مقیاسی نقشه‌ی رقومی کربن آلی خاک از اندازه پیکسل ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر به ۱۰ متر با استفاده از روش مستقیم و در قالب مدل‌های خطی تعمیم یافته، درختان رگرسیون و شبکه‌ی عصبی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۳۲۰ نقطه مشاهداتی و هم‌چنین متغیرهای کمکی شامل ۲۲ متغیر از مشتقات اولیه و ثانویه ی مدل رقومی ارتفاع، شاخص‌های رس، پوشش گیاهی نرمال شده و اندازه ذرات و متغیرهای کیفی ژئومورفولوژی، لیتولوژی، کاربری اراضی و جهت جریان در فرایند هبوط مقیاسی مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد درختان رگرسیون با ضریب تعیین تعدیل شده ۵۶/۰ تا ۵۷/۰ و میانگین ریشه مربعات خطای حدود ۲۱/۰ تا ۲۳/۰ در فرایند هبوط مقیاسی نقشه رقومی کربن آلی خاک با اندازه پیکسل مختلف نسبت به مدل‌های خطی تعمیم یافته و شبکه‌ی عصبی بهتر عمل کرده است. همچنین مشخص گردید متغیرهای کمکی در اندازه پیکسل‌های مختلف، وابستگی متفاوتی با متغیر هدف دارند که بر کارائی ریزمقیاس‌سازی اثر می‌گذارد.

کلمات کلیدی: هبوط مقیاسی، نقشه برداری رقومی خاک، متغیرهای کمکی، کربن آلی خاک

مقدمه
نقشه‌ی ویژگی‌های خاک هنگامی در مدیریت و بهره‌برداری از اراضی و مدل‌سازی محیطی قابل استفاده هستند که تغییرپذیری ویژگی‌های خاک را در قدرت تفکیک مکانی مناسب نشان دهند. توسعه روش‌های مختلف پدومتری طی سالیان اخیر این امکان را فراهم آورده که این گونه نقشه‌ها تحت عنوان کلی نقشه‌های رقومی خاک برای کاربران مختلف تهیه گردند (گرونوالد،۲۰۰۹). در اوایل دهه‌ی اخیر در ایران نیز تقی زاده و همکاران (۲۰۱۳) و نبی الهی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش‌های مختلف آماری و داده کاوی اقدام به تهیه نقشه‌های رقومی خصوصیات خاک نموده‌اند. نقشه‌های رقومی خاک حاصل مدل‌سازی داده‌های نقطه‌ای خاک به کمک روش‌های مختلف پدومتری هستند و اندازه پیکسل نقشه خروجی متاثر از فاصله نمونه‌ها، تراکم نمونه‌برداری و اندازه پیکسل متغیرهای کمکی می‌باشد (هنگل،۲۰۰۷). اما در اکثر مواقع به دلیل هزینه زیاد جمع‌آوری و تجزیه‌ی آزمایشگاهی نمونه‌های خاک، با تعداد نمونه‌ی کم و به تبع آن فاصله زیاد نمونه‌ها مواجه هستیم. این عوامل در نهایت منجر به تولید نقشه‌های پیش‌بینی با اندازه پیکسل درشت می‌شود که جوابگوی اکثر نیازهای کاربران و تصمیم سازان نیست. به همین سبب، در شرایطی که جمع‌آوری دوباره‌ی نمونه‌های خاک بسیار پرهزینه و وقت‌گیر است و اطلاعات خاک موجود در گزارشات خاکشناسی نیاز کاربران را گزینه‌ی مناسبی برای تهیه نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز کاربر در اندازه (Downscaling) رفع نمی‌نماید، استفاده از هبوط مقیاس پیکسل مناسب(ریز) خواهد بود(ملانو و همکاران،۲۰۱۳).
مدل‌سازی و نقشه‌برداری رقومی خاک، بر اساس داده‌های رقومی با فرمت رستری و اندازه پیکسل مشخص صورت می‌گیرد. بنابراین در مبحث نقشه‌برداری رقومی خاک، مقیاس نقشه بهتر است با اصطلاحاتی مانند قدرت تفکیک مکانی یا اندازه پیکسل بیان شود. به همین دلیل، هبوط مقیاسی را می‌توان به عنوان فرایند انتقال اطلاعات از یك مقیاس یا اندازه پیکسل درشت‌تر به مقیاس یا اندازه پیکسل ریزتر توسط توابع تجربی یا مکانیستی تعریف نمود(ملانو و همکاران،۲۰۱۲).
طی دو دهه‌ی اخیر در علوم خاک به مفهوم هبوط مقیاسی و پتانسیل کاربرد آن پرداخته شده است. برای مثال فینکه و همکاران (۱۹۹۸) مفاهیم آن را با ذکر مثال‌هائی در علوم خاک و آب به تفصیل شرح دادند. همچنین، مك برتنی (۱۹۹۸) دو روش توابع انتقالی و اسپلین‌های پیکنوفیلاتیک(Pycnophylactic splines) را برای هبوط مقیاسی اطلاعات خاك پیشنهاد نمود. ملانو و همکاران (۲۰۱۲) یك برنامه به اسم دیسیور(Dissever)در محیط برنامه نویسی R برای تسهیل هبوط مقیاسی اطلاعات منابع زمینی با قدرت تفکیک مکانی درشت با استفاده از داده‌های کمکی با قدرت تفکیك مکانی ریز نوشتند. همچنین ملانو و همکاران(۲۰۱۳) ضمن اشاره به پژوهش‌های اندک صورت گرفته در مورد هبوط مقیاسی ویژگی‌های خاک، بحث مقیاس سازی در نقشه برداری رقومی خاک

را به طور مبسوط شرح دادند. آن‌ها انواع هبوط مقیاسی نقشه‌های رقومی خاک را به سه دسته‌ی شبکه‌بندی ریز (Fine gridding)، کاهش ساپورت (Disseveration) و پیچیدگی زدائی (Deconvolution) تقسیم بندی نمودند.

به دلیل اهمیت تعیین توزیع مکانی کربن آلی خاک در قدرت تفکیک مکانی ریز، در این مطالعه، امکان هبوط مقیاسی نقشه‌ی رقومی کربن آلی خاک از اندازه پیکسل (ساپورت) ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر به اندازه پیکسل (ساپورت) ۱۰ متری، با استفاده از روش مستقیم و در قالب مدل‌های خطی تعمیم یافته، درختان رگرسیون و شبکه‌ی عصبی مورد بررسی قرار گرفت. روش هبوط مقیاسی مستقیم به نوعی روش کاهش ساپورت است و پیش از این توسط اراجو و همکاران(۲۰۰۵) و مک فرسون و همکاران (۲۰۰۶) برای پیش بینی توزیع گونه‌های پرندگان در قدرت تفکیک مکانی ریز بر اساس داده‌های موجود و توزیع آن‌ها در قدرت تفکیک مکانی درشت مورد استفاده قرار گرفته است. اندازه پیکسل‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر مقیاس‌های مرسوم تهیه نقشه و اندازه پیکسل نهائی ۱۰ متر، اندازه کرت های آزمایشی را پوشش می‌دهد.

مواد و روش ها

زیر حوضه‌ی آبخیز مرک با وسعتی حدود ۲۴۰۰۰ هکتار در بیست کیلومتری جنوب‌شرقی شهرکرمانشاه 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 سالیانه‌ی 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 شده‌اند. انسپتی سولز ۷۶ درصد، انتی سولز ۴/۷ و ورتی سولز ۴/۵ درصد خاک‌های منطقه را تشکیل می دهند.(فاتحی، ۱۳۸۷).

در این تحقیق از داده‌های میراثی خاک استفاده شد بنابراین ۳۲۰ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتیمتر) که در سطح ۲۴۰۰۰ هکتار با طرح نمونه برداری تصادفی نامنظم برداشت و درصد کربن آلی آن‌ها تعیین شده بود پس از تجزیه تحلیل آماری اولیه انتخاب گردید(فاتحی،۱۳۸۷).پس از بررسی‌های آماری مرسوم، پردازش‌های زمین آماری شامل واریوگرافی و کریجینگ انجام گرفت. در این مطالعه از نرم افزار variowin۲.۱، برای تعیین ساختار مکانی داده‌های کربن آلی(۳۲۰ نقطه مشاهداتی)، ترسیم تغیرنما، بررسی ناهمسانگردی و برازش مدل تغییرنما استفاده شد. با استفاده از بسته نرم افزاری gstat در محیط نرم افزار R نقشه کریجینگ بلوکی کربن آلی خاک باساپورت بلوکی(اندازه پیکسل) ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر تهیه گردید.

در این پژوهش، با استفاده از مدل‌های 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 نیمرخی و انحنای شکل سطح، جهت جریان، تجمع جریان، تابش مستقیم، مدت پخشیدگی، تابش پخشیده، تابش کل، شاخص قدرت جریان، شاخص رسوب ، شاخص همواری دره بادرجه تفکیک بالا، عمق دره و فاصله عمودی تا شبکه آبراهه و شاخص خیسی توپوگرافی با استفاده از نرم‌افزار آرک- جی‌آی‌اس نسخه‌ی ۱۰، ایلویس نسخه ۸/۳ و ساگا نسخه‌ی ۲/۲ تهیه گردید.

با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهواره‌ای لندست TM، شاخص پوشش گیاهی نرمال شده ، شاخص رس و شاخص اندازه ذرات نیز به عنوان یک متغیر کمکی در عملیات مدل‌سازی به کار رفت. این سه شاخص دارای اندازه پیکسل ۳۰ متر هستند که با استفاده از دستور بازچینی (Resampling) به نقشه‌های با اندازه پیکسل ۱۰ متر تبدیل شدند. سپس تمام لایه‌های اطلاعاتی کمکی تهیه شده در اندازه پیکسل ۱۰ متری،با دستور انبوهش سازی (Aggregation) و فیلتر میانگین در محیط آرک جی آی اس به نقشه‌ی با اندازه پیکسل ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر تبدیل شدند.از نقشه متغیرهای کیفی سنگ شناسی، ژئومورفولوژی و کاربری اراضی، نقشه‌های کیفی، نقشه‌های رستری با اندازه پیکسل ۱۰ و ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر تولیدگردید.

در این پژوهش از روش هبوط مقیاسی مستقیم استفاده گردید. این روش در پنج مرحله مشخص زیر اجرا شد: مرحله‌ی اول: تبدیل متغیر هدف ازساپورت نقطه‌ای به ساپورت بلوکی توسط کریجینگ بلوکی. مرحله‌ی دوم: استخراج پیکسل های مرتبط با نقاط مشاهداتی. مرحله‌ی سوم : انبوهش‌سازی متغیرهای کمکی پیوسته با اندازه پیکسل ریز برای ایجاد متغیرهای با اندازه پیکسل درشت و رستری نمودن متغیر های کیفی به اندازه پیکسل درشت و ریز، مرحله چهارم: برقراری رابطه آماری بین متغیرهای کمکی با متغیرهدف در سطح پیکسل‌های درشت و مرحله پنجم: بهره‌گیری از مقادیر پارامترهای حاصل از مرحله ۴ در ترکیب با متغیرهای کمکی با اندازه پیکسل ریز به منظور پیش‌بینی توزیع متغیر هدف در اندازه پیکسل ریز .لازم به ذکر است در مرحله ۴ از الگوریتم آماری مدل‌های خطی تعمیم یافته و دو روش داده‌کاوی درختان رگرسیون و شبکه عصبی مصنوعی برای استخراج یا کشف قواعد لازم برای هبوط مقیاسی استفاده گردید. اجرای مدل‌های خطی تعمیم یافته با استفاده از بسته نرم افزاری stats، تابع glmو تابع ربطی گوشین در نرم‌افزار R صورت گرفت و مدل سازی با درختان رگرسیون توسط بسته‌ی rpart اجراگردید و از بسته نرم افزاری RSNNS برای اجرای فرایند هبوط مقیاسی با شبکه عصبی پرسپترون چند لایه استفاده شد.

برای ارزیابی کارائی و صحت مدلها، از روش اعتبارسنجی دوجانبه‌ی کای مرتبه (K-fold cross-validation) استفاده گردید (کای برابر با ۴ درنظر گرفته شد) بدین منظور ۳۲۰ داده حاصل ازتبدیل ساپورت نقطه ای به ساپورت بلوکی با اندازه پیکسل ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر به طور تصادفی به ۴ دسته با اندازه نمونه یکسان ۸۰ تائی تقسیم شد که در هر بار اجرای مدل یك دسته ۸۰ نمونه‌ای از داده‌ها کنار گذاشته شده و برای محاسبه خطای مدل از آن‌ها استفاده شد. خطای نهائی مدل، از میانگین خطاهای حاصل از ۴ بار اجرای مدل به دست آمد. از ضریب تعیین تعدیل شده برای تعیین دقت و از ریشه میانگین مربعات خطا برای ارزیابی صحت مدل های به کار رفته در فرایند هبوط مقیاسی استفاده شد.

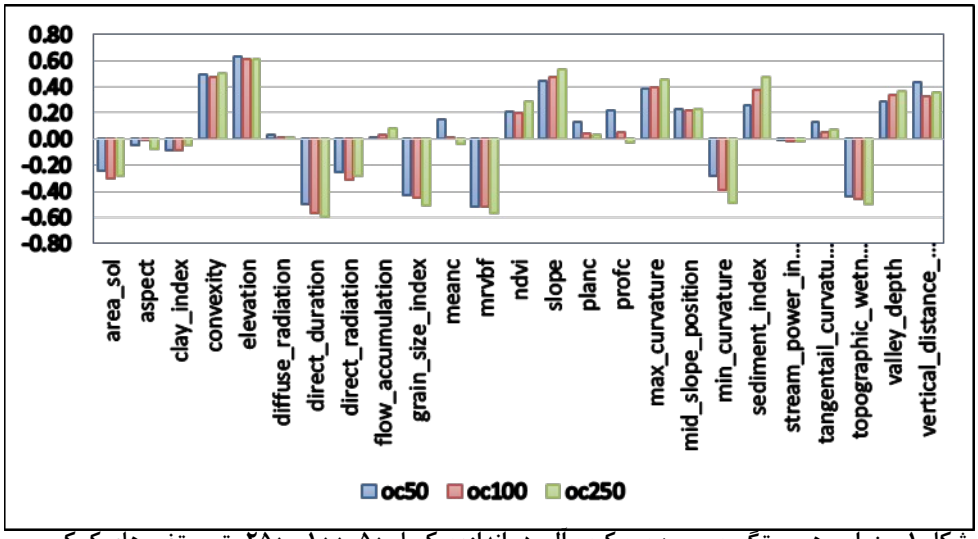
نتایج و بحث

جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که مدل برازش یافته بر تغییرنمای کربن آلی در محدوده‌ی مورد مطالعه نمائی است. همچنین نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه‌ی کل ۴۹/۰ برآورد شد که بیانگر این است کربن آلی دارای ساختار مکانی نسبتاً قوی می باشد. نیاز به هبوط مقیاسی از اینجا ناشی می شود که حداقل فاصله جفت نقاط ۶/۲۸ متر است؛ لذا نمی توان نقشه های کریجینگ بلوکی یا ساپورت کمتر از ۳۰ متر تهیه کرد. زیرا در فاصله ی کمتر از ۳۰ متر فاقد هر گونه اطلاعات (مشاهده) بوده و ساختارمکانی در کمتر از این فاصله ناشناخته است(جدول ۱).

جدول ۱- پارامترهای تغییر نمای متغیر کربن آلی خاک

متغیر	گام (متر)	حداقل فاصله جفت نقاط	اثرقطعه‌ای (c.)	دامنه(متر)	آستانه جزئی(c)	مدل تغییرنما	$\frac{c_0}{c_0+c}$
کربن آلی (%)	۷۵۰	۶/۲۸	۱۷۹/۰	۳۰۳۹	۱۸۸/۰	نمائی	۴۹/۰

از ضریب همبستگی پیرسن بین کربن آلی خاک در اندازه پیکسل‌های مختلف و متغیرهای کمکی پیوسته برای انتخاب موثرترین متغیرهای کمکی برای ورود به مدل‌ها استفاده شد(شکل ۲).



شکل ۱- ضرایب همبستگی پیرسون بین کربن آلی در اندازه پیکسل ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر ومتغیر های کمکی

به این ترتیب در ابتدا متغیرهایی که در سطح ۰۱/۰ درصد معنی دار بودند مشخص گردید و سپس متغیرهائی که ضریب همبستگی حداقل ۵/۰ را داشتند یعنی بیش از ۲۵% تغییرات متغیر هدف را توضیح می‌دادند برای ورود به مدل‌ها انتخاب شدند. براین اساس، متغیرهای ارتفاع، تحدب، مدت تابش، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا انتخاب و به همراه متغیرهای کیفی سنگ شناسی، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی و جهت جریان در فرایند هبوط مقیاسی وارد شدند.

از آنجا که توزیع متغیر کربن آلی و متغیرهای کمکی نزدیک به نرمال بود برای اجرای مدل خطی تعمیم یافته از خانواده‌ی توزیع نرمال و تابع ربطی یکنواخت[۱] استفاده شد. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است در فرایند هبوط مقیاسی کربن آلی از اندازه پیکسل ۲۵۰ متر به ۱۰ متر با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته، بیشترین مقدار ضریب تعیین تعدیل شده (۵۷/۰) و کمترین ریشه میانگین مربعات خطا (۲۲/۰) به دست آمده است. در مدل سازی با درختان رگرسیون به درختان اجازه داده شد که به اندازه کافی رشد کنند و سپس بر اساس حداقل مقدار پارامتر پیچیدگی (Complexity parameter) درختان هرس شدند . اجرای این مدل برای هبوط مقیاسی کربن آلی از اندازه پیکسل ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر به ۱۰ متر نتایج اعتبار سنجی (۵۷/۰-۵۶/۰ = ADJUSTED R^2و ۲۳/۰-۲۱/۰=RMSE) بسیار نزدیک هم به دست آمدند. در اجرای شبکه عصبی، بهترین ترکیب از تعداد نرون و نرخ یادگیری برای روش هبوط مقیاسی مستقیم برای اندازه پیکسل ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰ متر به ترتیب ۳۵-۰۱/۰ ، ۲۰-۱/۰ به دست آمد. نتایج ارزیابی حاصل از اجرای این مدل برای هبوط مقیاسی کربن آلی از اندازه پیکسل ۵۰ و ۲۵۰ متر به ۱۰ متر بسیار نزدیک هم بود(۴۵/۰-۴۳/۰ =ADJUSTED R^2و ۲۸/۰-۲۶/۰=RMSE). کارائی مدل های خطی تعمیم یافته و شبکه عصبی برای هبوط مقیاسی کربن آلی از

[۱] Identity

اندازه پیکسل ۱۰۰ متر به ۱۰ متر نسبت به دو اندازه پیکسل دیگر کم برآوردگردیـد(۲۴/۰-۲۲/۰= ADJUSTED R^2و ۳۹/۰-۳۳/۰= RMSE).

جدول ۲- نتایج ارزیابی هبوط مقیاسی کربن آلی با استفاده مدل های خطی تعمیم یافته، درختان رگرسیون و شبکه ی عصبی

متغیر (واحد)	معیار ارزیابی (واحد)	مدل های برازش یافته								
		مدل های خطی تعمیم یافته			درختان رگرسیون			شبکه ی عصبی		
		اندازه پیکسل (متر)			اندازه پیکسل (متر)			اندازه پیکسل (متر)		
		۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۵۰	۱۰۰	۲۵۰
کربن آلی (%)	RMSE(%)	۲۶/۰	۳۹/۰	۲۲/۰	۲۳/۰	۲۳/۰	۲۱/۰	۲۸/۰	۳۳/۰	۲۶/۰
	Adjusted R^2	۴۹/۰	۲۴/۰	۵۷/۰	۵۷/۰	۵۶/۰	۵۶/۰	۴۵/۰	۲۲/۰	۴۳/۰

مقادیر ضریب تبیین این پژوهش با سایر تحقیقات صورت گرفته در جهان همخوانی دارد. مالون و همکاران (۲۰۰۹) بیـان نمودنـد که در نقشه برداری و مدل سازی رقومی خاک ضریب تبیین کمتر از ۷/۰ بیشتر معمول است. مینانسی و همکاران (۲۰۰۶) و ملانو و همکاران (۲۰۱۳) ضریب تبیین (۲۶/۰ تا ۴۴/۰) در مدل سازی کربن آلی خاک با شبکه‌ی مصنوعی به دست آوردنـد. همچنیـن در تحقیقات مختلف دامنه‌ی ضریب تبیین در مدل سازی کربن آلی خاک با درختان تصمیم بین ۴۱/۰ تا ۸/۰ و مدل هـای خطـی بیـن ۴۱/۰ تا ۸/۰ (۴) به دست آمده است(مینانسی و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج مقایسه‌ی مدل‌های خطی تعمیم یافته، درختان رگرسیون و شبکه عصبی در هبوط مقیاسی کربن آلی خاك از اندازه پیکسـل های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ به اندازه پیکسل ۱۰متر بیانگر این است که روش درختان رگرسیون از صحت و کـارائی بـالاتری نسـبت بـه دو مدل دیگر برخوردار است. توانائی درختان رگرسیون در مدل سـازی ویژگـی خـاک توسـط محققیـن مختلـف(نـبی الهـی و همکـاران، ۱۳۹۳ ؛ لوتو جورت، ۲۰۰۵) نشان داده شده است.

به طور کلی می توان گفت این روش هبوط مقیاسی توانسته است نقشه‌ی رقومی کربـن آلـی بـا انـدازه پیکسـل ریـز(۱۰ مـتر) را بـا صحت و کارائی قابل قبولی از نقشه های با اندازه پیکسل درشت تر(۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ متر) تهیه نماید. بدیهی است همبستگی قوی بین متغیر هدف و متغیرهای کمکی، سبب افزایش کارائی مدل‌ها و صحت نقشه‌های نهائی می‌گردد. اما نوع روش داده کاوی به کار رفته نیز در فرایند مدل سازی بسیار مهم است. در این تحقیق روش درختان رگرسیون به نظر می رسد توانائی بیشتری در ریـز مقیـاس نمودن نقشه‌های رقومی کربن آلی خاك با اندازه پیکسـل مختلـف داشـته اسـت. همچنیـن مـی تـوان ایـن گـونه اسـتنباط نمـود کـه متغیرهای کمکی در اندازه پیکسل مختلف ، ارتباط و وابستگی متفاوتی با متغیر هدف داشته که بر کارائی ریز مقیاس سازی اثـر مـی گذارد.

منابع

نبی الهی، ک.، حیدری، ا. و تقی زاده مهرجردی، ر.ا.۱۳۹۳. نقشه برداری رقومی بافت خاك بـا اسـتفاده از رگرسـیون درخـتی و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه بیجار کردستان. مجله‌ی آب وخاک(علوم و صنایع کشـاورزی، جلـد ۲۸، شـماره‌ی ۵، صـفحه های ۱۰۲۵ تا ۱۰۳۶.

Araujo M. B., Thuiller W., Williams P. H., and Reginster, I., ۲۰۰۵.Downscaling European species atlas distributions to a finer resolution: implications for conservation planning. Global Ecology and Biogeography, ۱۴(۱): ۱۷-۳۰.

Finke P.A., Bouma J., and Hoosbeek M.R.E.۱۹۹۸. Soil and water quality at different scales. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands.

Grunwald S.۲۰۰۹. Multi-criteria characterization of recent digital soil mapping and modelling approaches. Geoderma, ۱۵۲:۱۹۵-۲۰۷.

Luoto M., and Hjort J. ۲۰۰۵. Evaluation of current statistical approaches for predictive geomorphological mapping.Geomorph, ۶۷, ۲۹۹-۳۱۵.

Malone B.P., McBratney A.B., Minasny B., and Laslett G.M., ۲۰۰۹. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma ۱۵۴, ۱۳۸-۱۵۲.

Malone B. P., McBratney A.B., Minasny B., and Wheeler I.۲۰۱۲. General method for downscaling earth resource information. Computers & Geosciences, ۴۱:۱۱۹-۱۲۵.

Malone B.P., McBratney A.B., and Minasny B.۲۰۱۳. Spatial Scaling for Digital Soil Mapping. Soil Science Society American Journal, ۷۷:۸۹۰-۹۰۲.
McPherson J.M, Jetz W., and Rogers D.J.۲۰۰۶. Using coarse-grained occurrence data to predict species distributions at finer spatial resolutions-possibilities and limitations. Ecological Modeling, ۱۹۲:۴۹۹-۵۲۲.
McBratney A.B.۱۹۹۸. Some considerations on methods for spatially aggregating anddisaggregating soil information. Nutrient Cycling in Agroecosystems. ۵۰:۵۱-۶۲.
Minasny B., McBratney A.B., Mendonça-Santos M.L., Odeh I.O.A., and Guyon B.۲۰۰۶. Prediction and digital mapping of soil carbon storage in the Lower Namoi Valley. Australian Journal Soil Research, ۴۴:۲۳۳-۲۴۴.
Taghizadeh-Mehrjardi R., Minasny B., Sarmadian F., and Malone, P.B. ۲۰۱۳. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma, ۲۱۳: ۱۵-۲۸.

Abstract

Digital soil maps with fine resolution (pixel size) are one of the basic needs of users and decision-makers in agriculture, natural resource and environment. However, in our country, there is scarcity of this kind of data and producing fine resolution soil data is very costly. Therefore, downscaling digital soil maps arises as a suitable option in order to produce fine resolution soil data. In this study, downscaling digital maps of soil organic carbon from block supports ۵۰,۱۰۰ and ۲۵۰ m to block support ۱۰ m was investigated in Merek sub catchment in Kermanshah province with an area of ۲۴۰۰۰ ha. For this purpose, direct downscaling approach and generalized linear models (GLMs), regression tree and artificial neural networks were used. The modeling was supported by ۳۲۰ 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. Regression trees showed the best performance in downscaling of soil organic carbon with different pixel size (Adjusted R^2=۰.۵۶-۰.۵۷, RMSE=۰.۲۱-۰.۲۳). It can be concluded that various auxiliary variables at different scales have different relationships with the target variable which affect the performance of the downscaling.

میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های شور و گچی در استان گلستان

فاطمه بهشتی [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، علی شهریاری [۳] و مجتبی بارانی مطلق [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲ -استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زابل، ۴- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
براساس نقشه خاک در طول گرگان‌رود خاک‌های مالی‌سول، اینسپتی‌سول، انتی‌سول و اریدی‌سول تشکیل شده‌اند که با حرکت به سمت دریای خزر، خاک‌های اینسپتی‌سول کمتر و خاک‌های اریدی‌سول غالب‌تر می‌شوند. در این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های شور و گچی، ۵ خاکرخ خاک در منطقه جنوبی گرگان‌رود مطالعه گردیدند. نتایج مطالعات صحرایی نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه در دو رده انسپتی‌سول و اریدی‌سول قرار دارند و حضور خصوصیات گچی در سطح زیرگروه و زیررده در رده‌بندی نشان داده شده است. بی-فابریک غالب اکثر خاک‌های مورد مطالعه کریستالیتیک و شکل غالب گچ پدوژنیک به صورت عدسی شکل بود. نتایج نشان داده که در منطقه مورد مطالعه برای حضور و تجمع گچ، کیفیت و نوسانات آب زیرزمینی و رژیم رطوبتی می‌توانند به عنوان عوامل مؤثر در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: گرگان‌رود، اراضی پست، آب زیرزمینی

مقدمه
یکی از راه‌های افزایش تولید، افزایش سطح زیر کشت است که عملاً در مناطق مرطوب، تمام زمین‌های مناسب به زیر کشت رفته و در مناطق خشک و نیمه خشک نیز اراضی بکر زیادی وجود دارد که به دلیل نبود آب و یا شور و سدیمی بودن خاک‌ها و نیز شور شدن ثانویه خاک‌ها در اثر آبیاری امکان کشت وجود نداشته و یا بسیار محدود است (Khormali, ۲۰۰۶). در مناطق خشک تبخیر بیش از بارندگی است و در نتیجه املاح محلول خاک انتقال نمی‌یابد و سرعت واکنش‌ها نیز کاهش می‌یابد (بای بوردی، ۱۳۷۲). شوری خاک یکی از ویژگی‌های پویای خاک است که علاوه بر خصوصیات خاک، میزان آب خاک، سطح آب زیرزمینی، بارندگی، تبخیر و واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Chag et al., ۱۹۸۸). Abtahi (۱۹۷۷) در مطالعه خاک‌های تشکیل شده در یک ردیف اراضی با سطح متفاوت آب زیرزمینی شور و قلیا ولی یکسان از لحاظ اقلیم، پوشش گیاهی و مواد مادری آهکی اظهار داشت تحرک رس در این خاک‌ها تحت تأثیر سطح آب زیرزمینی است. محمدنژاد و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه خصوصیات مینرالوژیکی خاک‌های شور و سدیمی در شمال و جنوب گرگانرود دریافتند که نمک‌های غالب خاکرخ‌های مورد مطالعه شامل گچ، کلریدسدیم، هگزاهیدریت، اپسومیت و میرابیلیت بودند. سولفات موجود در آب زیرزمینی به همراه نوسانات تراز آب، شرایط را برای تشکیل و افزایش بلورهای گچ در افق‌های زیر سطحی فراهم نموده است (Ghergherehchi, ۲۰۰۷). تشکیل گچ در خاک به فاکتورهای زیادی مانند اختلاف بارش و تبخیر سالانه، وجود منابع گچ، تخلخل خاک و نوسانات تراز آب زیرزمینی وابسته است (Bresler et al., ۱۹۸۲). گچ غالباً در رژیم‌های رطوبتی اردیک و زریک دیده شده ولی تجمع گچ پدوژنیک در اقلیم‌های نیمه مرطوب گزارش شده که البته فرآیندی فصلی به شمار می‌آید(Carter et al., ۱۹۸۸). Toomanian et al. (۲۰۰۱) نیز با مطالعه‌ای در خاک‌های استان اصفهان بیان داشتند که شرایط فیزیکی محیط مهم‌ترین عامل تعیین کننده در توزیع و الگوی آرایش کریستال‌های گچ ثانویه است. فراوان‌ترین شکل کریستال‌های گچ در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، فرم عدسی شکل گوشه‌دار است (Buck et al., ۲۰۰۲). جیپس-انیدریت نیز در رسوبات بیرون زده اطراف دریاچه‌های شور، واحدها و نزدیک رودخانه‌های خشک در صحرا در حال تشکیل هستند (Raghimi, ۲۰۰۵). Wongpokhom et al. (۲۰۰۸) با مطالعات میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی و آنالیز عنصری در خاک‌های شور شمال تایلند اظهار کردندکه در حفره‌های خاک‌هایی که دارای پوسته نمکی هستند هالیت وجود دارد. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی هم تصویر کانی باریت، هالیت، کلسیت و کلرید کلسیم را مشاهده کردند. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه میکرومورفولوژی پدیده‌های گچی در خاک‌های استان فارس اظهار داشتند که پدیده‌های میکرومورفولوژی مشاهده شده شامل کوتینگ، هایپوکوتینگ، پرشدگی حفرات و دیواره کانال‌ها به صورت متراکم و نیمه متراکم بوده و بلورهای گچ به شکل‌های عدسی، منشوری، صفحات درهم قفل شده، شبه شش‌ضلعی و ریزبلورین در مقاطع نازک مشاهده شدند. همچنین این محقیقبن معتقد بودند که بین شکل‌های مورفولوژیک گچ و رژیم‌های رطوبتی و عمق خاک روابط مشخصی وجود دارد. در این مطالعه میکرومورفولوژیکی منشأ، شکل و فرم‌های مختلف گچ و ارتباط آن با خصوصیات مورفولوژیکی و شرایط محیطی حاکم در اراضی پست استان گلستان بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه بخشی از اراضی پست حاشیه گرگان‌رود که در منطقه جنوبی گرگان‌رود واقع شده است. اراضی جنوب گرگان‌رود دشتی است به وسعت ۳۳۷۰۰۰ هکتار واقع در استان گلستان که بین طول جغرافیا ۵۳ درجه و ۵۹ دقیقه و ۳۱ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی قرار دارد. این منطقه از شمال به گرگان‌رود و دیوار اسکندر، از غرب به دریای خزر و از جنوب و شرق به کوه‌های البرز محدود می‌شود. ارتفاع منطقه بین ۲۷۰-۲۵ متر از سطح دریا می‌باشد. محدوده مطالعاتی براساس تقسیمات اقلیمی دومارتن در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. موقعیت این سری‌ها اراضی پست تا دریا می‌باشدکه دارای درجه شوری متفاوتی هستند.

با استفاده از نقشه‌ی خاک‌شناسی منطقه مورد نظر سری‌های مختلف انتخاب شدند، سپس نمونه‌برداری از خاکرخ‌های شاهد سری‌های مختلف در دشت رسوبی گرگان‌رود صورت گرفت. مطالعه و تشریح خاکرخ‌ها بر اساس کلید رده‌بندی تاکسونومی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) انجام شد. برای مطالعات میکرومورفولوژی نمونه‌های دست نخورده به وسیله‌ی جعبه کوبینا از هر افق برداشته شده و در مجاورت هوا خشک شدند. نمونه‌ها با مخلوط استن و رزین پلی استر با افزودن کاتالیست در شرایط خلأ در دسیکاتور اشباع شده و در هوای آزاد طی چند هفته سخت گردیدند و مقاطع نازک با میکروسکوپ پلاریزان در نور عادی (PPL) و نور پلاریزه (XPL) و بر اساس روش Bullock et al. (۱۹۸۵) و تعاریف Stoops (۲۰۰۳) مطالعه شدند.

نتایج و بحث

نتایج مطالعات صحرایی خاکرخ‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. این نتایج نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه در دو رده انسپتی‌سول و اریدی‌سول قرار دارند و حضور خصوصیات گچی در سطح زیرگروه و زیررده در رده‌بندی نشان داده شده است. حضور افق شناسایی زیر سطحی جیپسیک در این خاک‌ها به همراه بالا بودن سطح آب زیرزمینی و وجود ماتلینگ زیاد در اکثر خاکرخ‌ها نشان‌دهنده شرایط اقلیمی و فیزیوگرافی منطقه است و با خشک‌تر شدن اقلیم و ورود به منطقه کاملا خشک افق سالیک هم نمایان می‌شود.

در خاک‌های مورد مطالعه میکروساختمان توده‌ای تا مکعبی بدون زاویه با تمایز خوب مشاهده شده است. حفرات مشاهده شده عمدتاً کانال و حجره‌ای بوده و حفرات بی‌شکل هم دیده شد. بی‌فابریک در کلیه افق‌ها کریستالیتیک بوده که ناشی از مقدار زیاد آهک و همچنین وجود گچ در خاک است (جدول ۲، شکل ۱). بی‌فابریک کریستالیتیک در اثر فراوانی ذرات ریز کلسیت میکریتیک و کریستال‌های گچ حاصل شده است. مواد آلی هر چند اندک، در تشکیل فرم عدسی شکل مؤثر می‌باشند.

جدول ۱- برخی خصوصیات مورفولوژیکی و رده‌بندی خاکرخ‌های مورد مطالعه

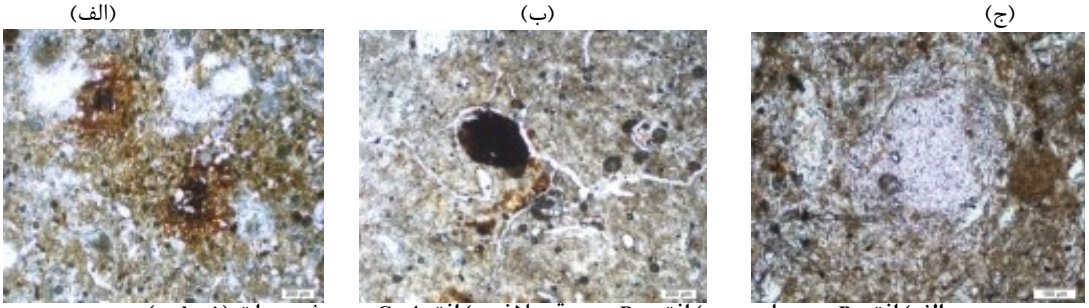
نام سری	افق	عمق (cm)	رنگ خاک	ساختمان خاک	کاربری اراضی	رده‌بندی خاک
سری یامپی	Ap	۰-۲۰	YR ۴/۳ ۱۰	f,abk,۱	زراعی	Gypsic Haploxerepts
	AB	۲۰-۳۰	YR ۵/۴ ۱۰	f,abk,۱		
	By	۳۰-۴۵	YR ۵.۵/۴ ۱۰	f,abk,۱		
	Cgy	۴۵-۶۸	YR ۶/۳ ۱۰	m		
	Bygb	۶۸-۸۸	YR ۴/۳ ۱۰	f,sbk,۱		
	Cg	۸۸-۱۲۰	YR ۶/۴ ۱۰	m		
سری قره بلاغ	Ap	۰-۲۵	YR ۵/۲ ۱۰	m,abk,۲	آیش-کشاورزی	Gypsic Haploxerepts
	AB	۲۵-۵۰	YR ۵/۳.۵ ۱۰	m,sbk,۲		
	Bgy	۵۰-۸۶	YR ۶/۳ ۱۰	m,sbk,۱		
	Cg	۸۶-۹۶	YR ۲/۳ ۱۰	m		
	Bgyb	-۹۶	YR ۵/۳ ۱۰	f,sbk,۳		
سری شورحیات	A	۰-۲۸	YR ۳/۱ ۱۰	f,abk,۱	مرتع	Gypsic Aquisalids
	Cg	۲۸-۴۵	YR ۷/۲ ۱۰	m		
	Czg	۴۵-۷۵	YR ۶/۳ ۲.۵	m		
	Byzgb	۷۵-۹۵	YR ۵/۳ ۱۰	f,abk,۱		

سری کرد	Ap	۰-۳۰	YR ۴/۲ ۱۰	m	گندم	Typic Haplogypsids
	By	۳۰-۶۰	YR ۴/۳ ۱۰	f,sbk,۱		
	Cg	۶۰-۱۰۰	YR ۴/۴ ۱۰	m		
سری یارتی قایه	Ap	۰-۲۵	YR ۵/۲ ۱۰	m	گندم	Gypsic Haploxerepts
	Bg	۲۵-۶۰	YR ۴/۴ ۱۰	f,sbk,۱		
	Cyg۱	۶۰-۹۵	YR ۴/۴ ۱۰	m		
	Cyg۲	۹۵-۱۲۰	YR ۴/۲ ۱۰	m		

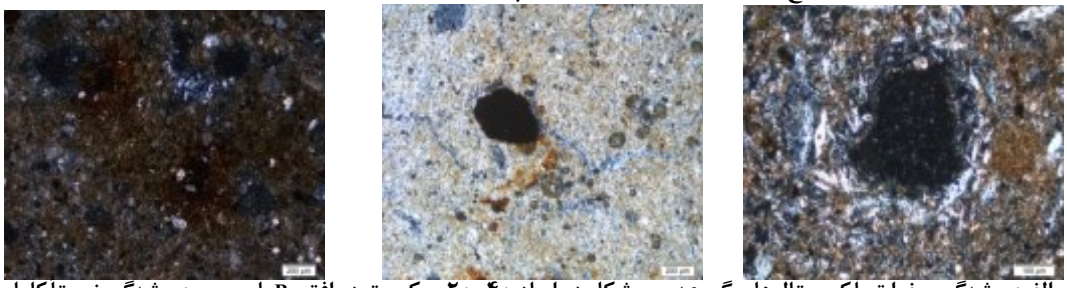
عمده شکل گچ به صورت عدسی شکل ریز بود که به احتمال زیاد به دلیل حضور آهک در افق‌ها می‌باشد این امر شاید به این دلیل باشد که افزایش گچ به خاک منجر به تشکیل بلورهای دانه ای و عدسی گچ به موازات سطح خاک می گردد، در حالی که افزایش آهک با کاهش تبلور گچ به شکلهای عدسی شده و ریزبلورین را با آرایش تصادفی بوجود می آورد (جعفرزاده، ۲۰۰۲). از سوی دیگر شوری خاک در شکل‌گیری کریستال‌های عدسی شکل مؤثر بوده است. هاشمی وهمکاران (۱۳۹۳) معتقدند که حضور کلرید سدیم منجر به دهیدراته شدن و جذب رطوبت از محیط اطراف شده و لذا به رشد بلورهای گچ کمک می کند.

جدول۲ - خصوصیات میکرومورفولوژیک برخی از پروفیل‌های مورد مطالعه

افق و عمق	حفره	میکرو ساختمان	نسبت C/F	بی فابریک	ویژگی‌های خاکساز
سری یامپی					
By	عمدتاً کانال و	بلوکی بدون زاویه	پورفریک باز(۳/۷)	کریستالیتیک	پرشدگی حفرات(۴۰%-۲۰)
cm ۳۰-۴۵	کمی حجره‌ای	و گاهاً زاویه‌دار			با کریستال‌های گچ عدسی شکل
		با تمایز متوسط تا خوب			
سری قره بلاغ					
Bgy	کانال، حجره‌ای	غالباً توده‌ای ومقدار	پورفریک بسته(۴/۶)	کریستالیتیک	پرشدگی متراکم و ناقص حفرات (۲۰%-۱۰) با کریستال‌های گچ عدسی شکل و مقدار خیلی کمی هیپوکوتینگ آهن و منگنز در اطراف کانال‌ها (۵%>)
۵۰-۸۶cm	و بی شکل	کمی اسفنجی			
سری شورحیات					
Czg۱	عمدتاً کانال و	غالباً توده‌ای و مقدار	پورفریک باز(۱/۹)	کریستالیتیک	کمی کریستال‌های گچ عدسی شکل ریز و به مقدار زیاد در ابعاد درشت تا حدود ۱ سانتی متر
۲۸-۴۵cm	بی شکل	بلوکی بدون زاویه با تمایز ضعیف			



الف) افق By سری یامپی، ب) افق Bgy سری قره‌بلاغ، ج) افق Czg۱ سری شورحیات (نور ppl).



شکل ۱. الف: پرشدگی حفرات با کریستال‌های گچ عدسی شکل در ابعاد ۴۰-۲۰ میکرومتردر افق By یامپی، ب: پرشدگی نسبتا کامل حفرات به وسیله کریستال‌های گچ عدسی شکل در ابعاد ۲۰-۱۰ میکرومتر در افق Bgy قره‌بلاغ، ج: پرشدگی ناقص حفرات با کریستال‌های گچ عدسی شکل و کوتینگ اکسیدهای آهن و منگنز در افق Czg۱ شورحیات (در نور xpl).

با توجه به نتایج، برای حضور و تجمع گچ، کیفیت و نوسانات آب زیرزمینی می‌تواند به عنوان عامل مؤثر دیگری در نظر گرفته شود. عمق، نوسانات و کیفیت آب زیرزمینی، بر اندازه، مقدار، نوع و آرایش‌یافتگی کریستال‌های گچ اثر گذارده است. سولفات موجود در آب زیرزمینی به همراه نوسانات آب، شرایط را برای تشکیل و افزایش اندازه کریستال‌های گچ در افق‌های زیر سطحی فراهم نموده است. این نتایج با یافته‌های Gherghereh-chi (۲۰۰۷) و Bresler et al. (۱۹۸۲) همخوانی دارند. باید توجه داشت که رژیم رطوبتی نیز با حرکت از رژیم زریک به اریدیک در تشکیل خاک‌های شور و گچی نقش مهمی داشته و رابطه معنی داری مشخصی بین رژیم رطوبتی و حضور و اشکال گچ وجود دارد چرا که هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) بر اساس مطالعات میکروسکوپ الکترونی دریافتند که عمده بلورهای عدسی در رژیم رطوبتی زریک و در افقهای سطحی رژیم رطوبتی زریک مرز اریدیک به چشم می خورند.

منابع

بای بوردی، م. ۱۳۷۲. پیدایش و طبقه بندی خاک، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران. ۶۸۰ صفحه.

محمدنژاد، م.، خرمالی، ف.، و م. رقیمی. ۱۳۹۱. منشأ و پراکنش کانیهای رسی در خاکهای سه منطقه اقلیمی شرق استان گلستان. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک. جلد نوزدهم، شماره اول. صفحه ۱۵۲-۱۳۵.

هاشمی، س.، باقرنژاد، م.، اولیائی، ح.، و م. نجفی قیری. ۱۳۹۳. مطالعه اثر رژیم رطوبتی خاک بر میکرومورفولوژی پدیده‌های گچی در خاک‌های استان فارس. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک. جلد بیست و یکم، شماره دوم. صفحه ۵۹-۸۳.

Abtahi, A. ۱۹۷۷. Effect of saline and alkaline ground water on soil genesis in semiarid regions of southern Iran. Soil Sci. Am. J. ۴۱: ۵۸۳-۵۸۸.

Bresler. E., B. L. McNealand and D. L. Carter. ۱۹۸۲. Saline and Sodic Soils. Advanced Series in Agricultural Science. Springer Pub., USA.

Buck, B. J. and J. G. Van Hoesen. ۲۰۰۲. Snowball morphology and SEM analysis of pedogenic gypsum. Southern New Mexico. USA. J. Arid Environ. ۵۱: ۴۶۹-۴۸۷.

Carter, B. J. and W. P. Inskeep. ۱۹۸۸. Accumulation of pedogenic gypsum in western Oklahoma soils: S.S.S.A. ۵۲:۱۱۰۷-۱۱۱۳.

Chang, C., Sommerfeldt, T.G., and Entz, T. ۱۹۸۸. Soil salinity and sand content variability by two statistical .۹ methods in an irrigated saline soil. Can J. Soil Sci.۶۸:۲۰۲-۲۲۱.

Gherghereh-chi, S. ۲۰۰۷. Micromorphology and genesis of the soils formed on a climo-toposequence, north-south western Golestan Province. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ۱۶۵p. (In Persian)

Jafarzadeh, A. A., and Burnham, C. P. ۱۹۹۲. Gypsum crystallization in soils. Soil Sci. ۴۳: ۴۰۹-۴۲۱.

Khormahi, F. ۲۰۰۶. Evolution, Physico-Chemical and Mineralogical properties of saline and sodic soils of Major series in Golestan Province. Gorgan. Researching proposal.۸۸p. (In Persian)

Raghimi, M. ۲۰۰۵. Surface hydrochemical and mineralogical properties of saline lake. Gorgan. Researching proposal. ۶۳p. (In Persian)

Smith, M.S., Kirste, D., and Bear McPhail, D. C. ۲۰۰۴. Mineralogy of alkalinesaline soils on the Western slopes of Northern New South Wales. CRC LEME, Pp: ۳۳۰-۳۳۴. ۲۲ . Walkley, A., and ۱۳.Black, I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. ۳۷:۲۹-۳۸.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to soil Taxonomy, ۱۲th ed. U.S. department of agriculture, Natural resources conservation service.

Toomanian, N., A. Jalalian and M.K. Eghbal. ۲۰۰۱. Genesis of gypsum enriched soils in north-west Isfahan, Iran.Geoderma ۹۹(۳): ۹۹- ۲۲۴.

Wongpokhom, N., Kheoruenromne, H., Suddhiprakarn, A., and Gilkes, R.J. ۲۰۰۸. Micromorphological properties of salt affected soils in Northeast Thailand. Catena. J. ۱۴۴: ۱۵۸-۱۷۰.

Abstract

According the soil maps Mollisols, Inceptisols, Entisols and Aridisols have been formed along Gorgan River which they become less Inceptisol and more Aridisol soils in Caspian see direction. ۵ soil profiles were studied to determine the Micromorphology characteristics and evolution of saline and gypsum soils in the southern region of Gorgan River. The field studies results showed, the studied soils are Aridisols and Inceptisols and gypsum features were exhibited in suborder and subgroup level. In most soils crystallitic was the dominant b-fabric and lenticular gypsum crystals was dominant form of pedogenic gypsum. The results showed fluctuations and quality of groundwater and soil moisture regime could be the effective factors to presence and accumulation of gypsum in the studied area.

بررسی توزیع مکانی سرب و کادمیوم د ر برخی اراضی شهرستان فلاورجان اصفهان

رضا مهاجر [۱]، محمد حسن صالحی [۲] و جهانگرد محمدی [۳]
۱-استادیار و عضو هیت علمی خاک‌شناسی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور شهرکرد، ۲-استاد خاک‌شناسی کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۳-دانشیار خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
تجمع عناصر سنگین و آلوده شدن خاك‌های کشاورزی امروزه یکی از مهم‌ترین مباحث زیست‌محیطی در سطح جهانی محسوب می‌شود. در این مطالعه پراکنش مکانی و تهیه نقشه‌های پیوسته‌ی دو فلز سرب و کادمیوم در خاك‌های زراعی شهرستان فلاورجان اصفهان مورد تحقیق واقع شد. ۹۰ نمونه سطحی جمع آوری و غلظت کل دو فلز سرب و کادمیوم اندازه گیری شد. ۵۵ درصد نمونه‌ها بیشتر از حد مجاز تعریف شده کادمیوم داشتند. همچنین نتایج واریوگرافی نشان داد که سرب و کادمیوم کل دارای تغییر پذیری قوی می‌باشد. نقشه های کریجینگ نشان دادند که دلیل اصلی ناهمسانگردی توزیع فلزات در منطقه جهت وزش باد و انتقال سرب و کادمیوم از گازهای خروجی دودکش‌های کارخانه ذوب آهن می باشد.

واژه های کلیدی: سرب، کادمیوم، کریجینگ و فلاورجان

مقدمه
تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد جهان با توجه به محدود بودن منابع زمین و به نحوی که کمترین تأثیر را برمحیط زیست آن بگذارد، یکی از مباحث بسیار مهم بشمار می رود. مهم ترین آلاینده‌های خاك شامل فلزات سنگین، بارش اسیدی و مواد آلی می باشند، از این بین، فلزات سنگین در سالیان اخیر به دلیل خصوصیات آلایندگی‌شان در خاك شدیداً مورد توجه قرار گرفته‌اند. انباشت این عناصر در خاک درنهایت باعث ورود آنها به چرخه غذایی و تهدید سلامت انسان و سایر موجودات می شود (خداکرمی و همکاران، ۱۳۹۰). لذا بررسی توزیع غلظت عناصر سنگین جهت پایش آلودگی خاک و حفظ کیفیت محیط زیست ضروری است .
دو منبع برای آلودگی فلزات سنگین خاك وجود دارند: منابع طبیعی و منابع انسانی. منابع طبیعی شامل ورود فلزات سنگین از طریق فرسایش مواد مادری خاك بوده و بنابراین با زمین شناسی منطقه مرتبط می باشد. صنایع آهن و فولاد، معدن کاری، حمل و نقل جاده‌ای، سوزاندن پسماند و به ویژه استفاده از کودها و مواد شیمیایی در کشاورزی از منابع انسانی بسیار مهم ورود فلزات سنگین به خاك و آب در اکوسیستم های سطحی هستند (امینی، ۱۳۸۳). ورود و تجمع فلزات سنگین در اراضی کشاورزی به‌طور عمده ناشی از نهشته‌های اتمسفری حاصل از فعالیت‌های صنعتی، کودهای شیمیایی، کودهای حیوانی، لجن فاضلاب، کمپوست و آفت‌کش‌هاست (کلر، ۲۰۰۰ و یانگ، ۲۰۰۱).
در حال حاضر بخش کشاورزی و منابع طبیعی به دلیل داشتن نقش حیاتی در تامین غذای مورد نیاز کشور، تحقق امنیت غذایی و توسعه پایدار یکی از بخش های مهم اقتصادی محسوب می شود. تخمین پروسه آلوده شدن خاك توسط عناصر سنگین، که یك پروسه پویا است و به طور همزمان در زمان و مکان گسترش یافته، مستلزم داشتن اطلاعات مکانی- زمانی است (کریساکوس، ۱۹۹۸).
از آنجایی که غلظت عناصر سنگین می تواند دارای الگوهای تغییرپذیری مکانی پیچیده‌ای باشد (هندفیکس فرانسن و همکاران، ۱۹۹۷)، مشخص شدن توزیع مکانی این عناصر به صورت دقیق وقتی که نمونه‌های مورد مطالعه کم باشد یک امر ضروری است و زمین آمار به عنوان یک ابزار قدرتمند می‌تواند در جهت برآورد و کاهش عدم قطعیت و همچنین حداقل نمودن هزینه‌ها به کمک آید (فرگوسن و همکاران، ۱۹۹۸).
روش های زمین آماری از ابزارهای مفید برای آنالیز داده های پیوسته از نظر زمانی و مکانی می باشد. چونفا وو و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی ویژگی‌های آماری و زمین‌آماری غلظت عناصر سنگین در مناطق آلوده چین پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود واحدهای نقشه خاک منطقه را مدنظر قرار دادند، به گونه‌ای که با جمع‌آوری ۹۴ نمونه خاک از سه واحد نقشه خاک به اندازه‌گیری عناصر کادمیوم، سرب، مس و روی پرداختند. نتایج زمین‌آماری آن‌ها نشان داد که چهار عنصر سنگین مذکور دارای وابستگی مکانی متوسط تا زیادی می‌باشند.
لو و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی توزیع مکانی و منابع احتمالی عناصر سنگین در خاک‌های کشاورزی حومه‌ی بیجینگ چین با استفاده از زمین آمار و آمار چند متغیره پرداختند. آن‌ها ۴۱۲ نمونه سطحی را با فاصله‌ی یک کیلومتر مربع جمع‌آوری کردند و غلظت عناصری مانند آرسنیک، کادمیوم، مس، جیوه و سرب و روی را اندازه گیری کردند. غلظت این عناصر به ترتیب ۸۵/۷، ۱۳۶/۰، ۴/۲۲، ۰۷۳/۰، ۴/۲۰ و ۸/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به‌دست آمد. غلظت همه‌ی این عناصر به جز سرب بالاتر از حد زمینه در خاک این منطقه گزارش شدند. آنالیزهای چند متغیره و زمین آماری نشان دادند که آلودگی خاک حاصل از عناصر

کادمیوم، مس و روی اغلب به خاطر فعالیت‌های کشاورزی است، در صورتی که دو عنصر آرسنیک و سرب از مواد مادری، و جیوه بدلیل فرونشست جوی در شهر موجب آلودگی خاک در این منطقه شده‌اند. آن‌ها از کریجینگ برای نشان دادن توزیع مکانی عناصر استفاده کردند و در هر کدام از این تخمینگرها از سه مدل نمایی، کروی و خطی استفاده کردند. از آنجایی که شهرستان فلاورجان از مراکز عمده کشاورزی استان اصفهان به شمار می رود لذا مطالعه ی حاضر به منظور بررسی پراکنش مکانی دو فلز سرب و کادمیوم در خاک های سطحی زراعی این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه منطقه موردنظر برخی از اراضی کشاورزی شهرستان فلاورجان انتخاب گردید .شهرستان فلاورجان (لنجان سفلی) با مساحت ۵۱۰ هکتار با مرکزیت شهر فلاورجان می‌باشد و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۰۰ متر و از شمال به شهرستان خمینی‌شهر و از جنوب به شهر دیزیچه و از غرب به شهرستان نجف آباد و از شرق به شهرستان اصفهان محدود می گردد. مهمترین فرآورده‌های کشاورزی فلاورجان گندم؛ برنج؛ صیفی و سبزی است .

در این پژوهش از روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده برای جمع‌آوری نمونه‌ها استفاده شد. در مطالعه حاضر ۹۰ نمونه مرکب از عمق صفر تا ۲۰ سانتی متری از سطح زمین برداشته شد به این صورت که از هر نقطه مشخص شده به فاصله ۲۵ متری تعداد سه نمونه در قالب شکل رئوس یک مثلث برداشت شد و سپس ۴ نمونه‌ی خاک باهم مخلوط و در نهایت یک نمونه کلی از آن به‌دست آمد. لازم به ذکر است که موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها با دستگاه سامانه موقعیت جغرافیایی (GPS) تعیین شدند.

نمونه‌ها بعد از هوا خشك شدن در محیط آزمایشگاه، کوبیده و از الك ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برای تعیین غلظت کل عناصر سرب و کادمیوم در خاک از روش هضم اسیدی با اسید نیتریک ۴ مولار استفاده شد (اسپوزیتو و همکاران، ۱۹۸۲). غلظت کل عناصر سرب و کادمیوم خاک پس از آماده‌سازی نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل پرکین المر قرائت شد. برای مدل سازی از نرم‌افزار واریووین Variowin ۲.۲ (پاناتیر، ۱۹۹۶) برای ترسیم واریوگرام و انتخاب مدل مناسب؛ و برای پهنه‌بندی غلظت عناصر و ترسیم نقشه‌های پیوسته‌ی حاصل از کریجینگ در خاک از نرم‌افزار ArcGIS ۹.۳استفاده شد. در این تحقیق از روش کریجینگ معمولی برای بررسی توزیع غلظت عناصر استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه آماری عناصر سرب و کادمیوم بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در منطقه مورد مطالعه آورده شده است.

میانگین غلظت کادمیوم در سراسر منطقه در دامنه ۱۸/۰ تا ۹۴/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نوسان بوده است (جدول ۱).

در این تحقیق برای حدود آستانه دو عنصر کادمیوم و سرب از استاندارد این عناصر در خاک‌های غیرآلوده که برای کشور سوئیس تعریف شده بود جهت مقایسه استفاده شد. این حدود آستانه برای کادمیوم و سرب به ترتیب ۸/۰و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک گزارش شده است (دفتر محیط زیست سوئیس، ۱۹۹۸).

جدول ۱- خلاصه آماری عناصر سرب، کادمیوم (بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم) در منطقه مطالعاتی

عنصر	میانگین	میانه	مینیمم	ماکزیمم	انحراف استاندارد	ضریب تغییرات٪	چولگی	افراشتگی
کادمیوم	۸۸/۰	۹۱/۰	۱۸/۰	۹۴/۲	۵۶/۰	۶۳/۶۳	۴۳/۱	۳
سرب	۷۳/۱۵	۱۲/۱۴	۵	۲/۳۳	۸۳/۵	۰۶/۳۷	۱/۱	۶۳/۱

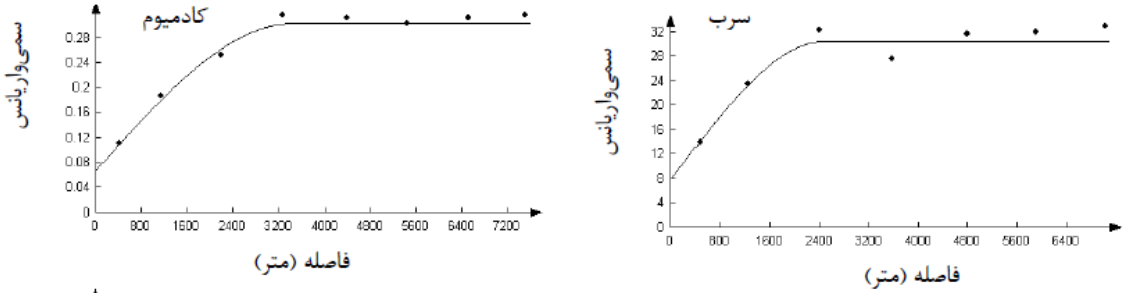
امینی (۱۳۸۳) در مطالعه قبلی در اراضی با کاربری‌های متفاوت استان اصفهان دامنه‌ی این فلز را بین ۲/۰ تا ۵ میلی گرم بر کیلوگرم به‌دست آورده بود. در این منطقه تنها ۵۵ درصد نمونه‌ها بیشتر از حد مجاز کادمیوم داشتند. یکی دیگر از دلایل افزایش کادمیوم در کل منطقه را می‌توان کاربرد بیش از حد کودهای فسفاته توسط زارعین نام برد که هرساله موجب افزایش این فلز سنگین در خاک می‌شوند. بیش از ۹۰ درصد کادمیوم در محیط از منابع غیر طبیعی شامل کودهای شیمیایی فسفاته، احتراق سوختهای فسیلی، مواد زائد استخراج شده از کارخانجات سیمان و ذوب فلزات و فرونشست جوی می‌باشد. در اغلب کشورهای غربی بیش از ۹۰ درصد منشاء غیر طبیعی کادمیوم در خاک، کودهای شیمیایی فسفاته و فرونشست جوی می‌باشند (پان و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به نتایج جدول (۲-۱۶) در کل منطقه، دامنه‌ی تقریبی مقادیر میانگین کل سرب خاک بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم برابر ۵ تا ۲/۳۳ می‌باشد. دنکوب (۱۳۸۹) بیان‌کرد که دود ناشی از اگزوز وسایل نقلیه یکی از عوامل اصلی افزایش سرب در خاک است.

پارامترها و مدل های واریوگرامی عناصر کادمیوم و سرب منطقه مطالعاتی به ترتیب در جدول (۲) و شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج آنالیزهای زمین آماری نشان داد که مدل کروی بهترین مدل برازش داده شده برای این متغیرها می باشد. از نسبت بین واریانس قطعه‌ای (Nugget variance) و حد آستانه (Sill) می‌توان جهت تعیین کلاس‌های مختلف تغییرپذیری مکانی استفاده نمود. این نسبت که معمولاً به صورت درصد بیان می‌شود، را اثر قطعه‌ای نسبی (Relative nugget effect) هم می‌نامند (کمبردلا و همکاران، ۱۹۹۴). اگر این نسبت کمتر از ۲۵٪ باشد نمایانگر وابستگی مکانی قوی، مقادیر ۲۵٪ تا ۷۵٪ به عنوان وابستگی مکانی متوسط و مقادیر بیشتر از ۷۵٪ معرف وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود (چونفا وو و همکاران، ۲۰۰۸). تجزیه و تحلیل ساختار مکانی سرب و

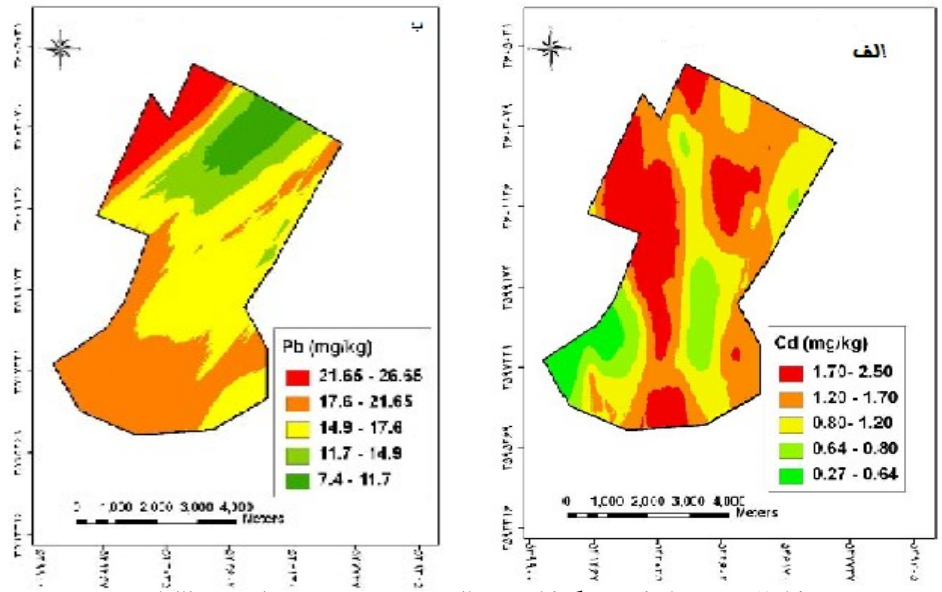
کادمیوم کل نشان دهنده وجود تغییر پذیری قوی می‌باشد. دلیل وجود ناهمسانگردی برای دو فلز سرب و کادمیوم احتمالاً به‌خاطر این است که جهت بادهای غالب این منطقه عمدتاً از سمت غرب به شرق و همچنین جنوب غربی به شمال شرقی بوده که بدلیل نزدیکی کارخانه ذوب آهن که در سمت جنوب غربی این منطقه واقع شده است باعث شده گازهای خروجی از دودکش‌ها که حاوی این عناصر هستند به‌سمت منطقه حرکت و بر روی سطح خاک تجمع کنند. پژوهشگران دیگر نیز، باد را عامل موثری در پراکنش و انتقال فلزات سنگین عنوان کردند (آتیا و دوبویس، ۱۹۹۴ و شایسته‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). نقشه‌های کریجینگ دو عنصر مورد مطالعه در شکل (۲) ارائه شده‌اند.

جدول ۲ - مدل‌های واریوگرامی، درصد وابستگی مکانی و آماره‌های اعتبارسنجی ویژگی‌های فلزات سنگین مطالعه شده

عنصر	مدل	واریانس قطعه‌ای	حد آستانه	دامنه (متر)	نسبت همبستگی (درصد)	مقدار ناهمسانگردی	آماره‌های اعتبارسنجی	
							RMSE	ME
سرب	کروی	۸۲/۷	۶/۳۰	۲۴۸۵	۲۵	۵/۳	۵/۴	۰۴/۰
کادمیوم	کروی	۰۶۸/۰	۳۰۴/۰	۳۴۲۰	۲۰	۳/۲	۵۱/۰	-۰۱/۰



شکل ۱ - واریوگرام‌های فلزات سنگین مورد مطالعه در خاک منطقه مطالعاتی



شکل ۲ - نقشه های کریجینگ کادمیوم (الف) و سرب (ب) در منطقه ی مطالعاتی

منابع

خداکرمی، ل. سفیانیان، ع.ر. میرغفاری، ن. افیونی، م و گلشاهی، ا. ۱۳۹۰. پهنه بندی غلظت فلزات سنگین کروم، کبالت و نیکل در خاک های سه زیر حوزه آبخیز استان همدان با استفاده از فناوری های GIS و زمین آمار . مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاك ، سال پانزدهم، شماره ۵۸ . صفحات ۲۴۳-۲۵۴.

امینی م. ۱۳۸۳. مدل‌سازی روند تجمع عناصر سنگین در اکوسیستم های زراعی و ارزیابی عدم قطعیت آن در منطقه اصفهان. رساله دکترای خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

دنکوب، ز .۱۳۸۹. ارتباط مکانی پذیرفتاری مغناطیسی با غلظت کل برخی فلزات سنگین در خاك‌های سطحی منطقه اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

شایسته‌فر، م.ر. شفیعی، ن. شیرانی، ح. رضایی، ع. و کارگر دیانتی، م.ر. ۱۳۹۱. توزیع عناصر آرسنیک و سلنیوم در خاک‌های اطراف معدن مس سرچشمه کرمان. نشریه آب و خاک جلد ۲۶. صفحات ۵۴۴-۵۳۳.

Atteia O. and Dubois J.P. ۱۹۹۴. Geostatistical analysis of soil contamination in the Swiss Jura. Environmental Pollution ۸۶:۳۱۵-۳۲۷.

Keller A. ۲۰۰۰. Assessment of uncertainty in modeling heavy metal balances of regional agro ecosystems. PH.D thesis, Swiss federal institute of technology, Zurich.

Yong R. ۲۰۰۱. Geoenvironmental engineering: contaminated soils, pollutant fate and mitigation. CRC press, LLC, USA.

Chrisakos G. ۱۹۹۸. Spatiotemporal information systems in soil and environmental sciences. Geoderma ۸۵:۱۴۱-۱۷۹.

Hendficks Franssen H.J.W.M. van Eijnsbergen A.C. and Stein A. ۱۹۹۷. Use of spatial prediction techniques and fuzzy classification for mapping soil pollutants. Geoderma ۷۷:۲۴۳-۲۶۲.

Ferguson C.C. Darmendrail D. Freier K. Jensen B.K. Jensen J. Kasamas H. Urzelai A. and Vegter J. (Eds.). ۱۹۹۸. Better methods for risk assessment. Risk Assessment for Contaminated Sites in Europe, vol. ۱. LQM Press, Nottingham, Scientific Basis. pp. ۱۳۵-۱۴۶

Lu A. Wang J. Qin X. Wang K. Han P. and Zhang S. ۲۰۱۲. Multivariate and geostatistical analyses of the spatial distribution and origin of heavy metals in the agricultural soils in Shunyi, Beijing, China. Science of the Total Environment ۴۲۵: ۶۶-۷۴.

Wu C. Wu J. Luo Y. Zhang H. and Teng Y. ۲۰۰۸. Statistical and geoestatistical characterization of heavy metal concentrations in a contaminated area taking into account soil map units. Geoderma ۱۴۴:۱۷۱-۱۷۹.

Sposito G. Lund L.J. and Chang A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in aird-zone field soils amended sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, Pb in solid phases. Soil Science Society of America journal ۴۶:۲۶۰-۲۶۴.

Pannatier Yvan. ۱۹۹۶. Variowin Software for spatial data analysis in ۲D. Springer-Verlag,New York. USA.

FOEFL (Swiss Federal Office of Environment, Forest and Landscape), ۱۹۹۸. Commentary on the Ordinance Relating to Pollutants in Soils, VBBo of July ۱, Bern.

Pan J. Plant J.A. Voulvoulis N. Oates C.J. and Ihlenfeld C. ۲۰۱۰. Cadmium levels in Europe: implications for human health. Environmental Geochemistry and Health ۳۲(۱): ۱-۱۲.

Cambardella C.A. Moorman T.B. Parkin T.B. Karlen D.L. Novak J.M. Turco R.F. and Konopka A.E. ۱۹۹۴. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society of America Journal ۵۸:۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Abstract

Nowadays, accumulation of heavy metals in contaminated soils and agriculture is one of the most important global environmental issues. In this study, spatial distribution and the maps of two metals lead and cadmium in Falavarjan agricultural soils were studied. Ninety topsoil samples were collected and analyzed for heavy metals. The total Cd concentration in %۵۵ of the samples exceeded the suggested Swiss thresholds. The variography results showed a strong spatial dependency in total Cd and Pb. Kriged maps showed that the main reason of anisotropy distribution of metals in the area is the wind direction and the transfer of lead and cadmium from emissions smelter factory iron.

تناسب اراضی کیفی دشت ابولوردی برای محصولات گندم، ذرت و جو در استان فارس

غلامرضا زارعیان [۱] و محمدهادی فرپور [۲]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس و دانشجوی دکتری دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲-استاد گروه علوم خاك دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده
استفاده صحیح از اراضی یکی از اهداف مهم علم خاك شناسی است بطوریکه با حفظ منابع طبیعی بیشترین سود حاصل گردد. هدف اصلی این تحقیق ارزیابی تناسب اراضی واحدهای خاک برای محصولات عمده زراعی (گندم، ذرت و جو) و شناخت محدودیتهای هر واحد خاك در نهایت تعیین کلاس آتی تناسب اراضی برای واحدهای خاک است. در همین راستا دشت ابولوردی با مساحت تقریبی ۱۳۶۰۰۰هکتار در ۱۱۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز جهت این منظور انتخاب گردید. این منطقه دارای رژیم رطوبتی Xeric ورژیم حرارتی Mesic می‌باشد . جهت این تحقیق ابتدا براساس مطالعه خاکشناسی مرز بین خاکها تعیین و در هر واحد خاك یك نیمرخ حفر می‌نماییم. در مرحله بعد اطلاعات خاکی ومشخصات اقلیمی منطقه را با جداول استاندارد نیازخاکی محصولات مختلف مقایسه و برای هر واحد خاك تحت‌کلاس تناسب و نوع محدودیت‌های واحد خاك به روش پارامتریک (ریشه دوم) تعیین گردید. بطورکلی کلاس تناسب واحدهای خاک برای این محصولات از خیلی مناسب (S۱) تا همیشه نا مناسب (N۲) و کلاس تناسب اقلیم برای هر سه محصول(گندم، ذرت و جو) مناسب (S۱) می‌باشد و مهمترین عامل محدودکننده منطقه مورد مطالعه شامل: سنگریزه عمقی و سطحی ، شیب، کربنات‌کلیسم، واکنش خاک می‌باشد.

واژه های کلیدی: دشت ابولوردی، تناسب اراضی کیفی، جو، ذرت و گندم

مقدمه
یکی از راههای افزایش تولید در واحد سطح ، شناخت خاکها واستفاده مناسب از اراضی با درنظر گرفتن استعدادها وپتانسیل آنها است بطوری که از توان بالقوه اراضی حداکثر استفاده گردد. تناسب اراضی مناسب بودن نوع مشخصی از اراضی را برای کاربری تعیین می‌کند. در واقع ارزیابی اراضی فرآیند پیش‌بینی پتانسیل استفاده از زمین بر مبنای ویژگی های زمین می‌باشد.
Ziadat (۲۰۰۷) با استفاده از منابع مختلف اطلاعاتی شامل نقشه‌های خاک و صفات تخمین زده شده خاک، نقشه تناسب اراضی را تهیه کرد. هدف ایشان مقایسه دقت طبقه‌بندی تناسب اراضی بر اساس مشخصات تخمین زده شده خاک و نقشه‌های قدیمی خاک بوده است. نتایج پژوهش ایشان نشان داده که دقت طبقه بندی تناسب بر مبنای مشخصات تخمین زده شده خاک در مقایسه با دقت طبقه بندی بر اساس نقشه های قدیمی خاک، سودمندتر است و اطلاعات خاک مناطقی که نقشه خاک در دسترس نیست، را فراهم می نماید.
Igue و همکاران (۲۰۰۵) به منظور ارزیابی و تعیین توانایی واحدهای اراضی برای تولید کتان، داده‌های خاک و رقومی ناحیه آزوکان جمع آوری و با استفاده از روش فائو(LSC[۲]/FAO) شاخص زمین برای خاک‌های مختلف منطقه مورد مطالعه دارای تناسب بحرانی تا نامناسب بوده است. نتایج نشان دهنده سطوح محدودیت شیمیایی و فیزیکی (بافت خاک وکربن آلی) بوده است. به علاوه شرایط آب وهوایی نامساعد تعیین کنندهٔ تناسب این ناحیه برای تولید کتان بوده است.
Zhang وهمکاران(۲۰۰۴) گزارش کردند در ۸۱۶۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی چین، که ۱۹ خصوصیت خاک به همراه ۷۳۶۷ واحد ارزیابی به عنوان فاکتورهای ارزیابی انتخاب شدند و به منظور کمی کردن عوامل ارزیابی، تجزیه وتحلیل فازی با روش دلفی ترکیب شدند. این سیستم در مقایسه با روش ارزیابی اراضی وزارت کشاورزی چین[۳](CAMLES) چندین مزیت دارد، به دلیل استفاده از جزئیات اطلاعات خاک و تعیین بهترین مدیریت کشاورزی وکاربری، می‌تواند موجب رسیدن به تولیدات بیشتر وافزایش قابلیت استفاده از زمین گردد. در همین راستا دشت ابولوردی که یکی از دشتهای مهم استان فارس میباشد جهت این تحقیق انتخاب گردید. پتانسیل واقعی اراضی این منطقه بعلت داشتن محدودیت های مختلف ناشناخته مانده و نیاز است با یك مطالعه تناسب اراضی این محدودیت‌هاشناخته وراههای اصلاح آنها مشخص گردید.
هدف اصلی این تحقیق کاربردی کردن مطالعات خاکشناسی، شناخت محدودیت‌های هر واحد خاك و استفاده بهینه از منابع با بررسی خصوصیات اراضی است تا بدون تخریب منابع خاک حداکثر درآمد حاصل شود.

۲. Land Suitability Classification
۳. China Agriculture Ministry Land Evaluation System

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۳۶۰۰ هکتار واقع در استان فارس، در ۱۱۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز با ۵۳ درجه ۰۳ دقیقه تا ۵۳درجه ۱۷دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه ۰۴دقیقه تا ۳۰ درجه ۱۷دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است.

بر اساس آمار هواشناسی متوسط بارندگی ۶/۲۳۵میلیمتر و میانگین سالیانه درجه حرارت ۵/۱۵ می‌باشد. این منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد. ارزیابی کیفی تناسب اراضی در سه مرحله انجام گردید: مرحه اول تهیه اطلاعات خاکی واقلیمی منطقه مورد مطالعه، مرحله دوم تعیین مشخصات مورد نیاز گیاهان عمده منطقه، و مرحله سوم مقایسه این اطلاعات و مشخصات(مرحله یک و دو) با یکدیگر به دو روش تناسب اراضی ساده و پارامتریک بود.

جهت تهیه اطلاعات خاکی ابتدا با استفاده از مطالعات اجمالی دشت قادرآباد (پاسارگاد) حسن‌شاهی(۱۳۷۴) واحدهای مختلف خاك شناسایی ودر هر واحد جهت بررسی خاکها وتکمیل اطلاعات، اقدام به حفر ۲۲ نیمرخ شد که در نهایت در هرنیمرخ شاهد پس از تشریح افقها، مشخصات مورفولوژیکی مانند بافت، ساختمان، چسبندگی، شکل پذیری، وجود آهك وگچ ثانویه تعیین گردید و از هر افق یك نمونه خاك تهیه وجهت انجام آزمایشات مختلف شامل بافت خاك، ماده آلی، کربنات کلسیم، گچ، شوری، اسیدیته خاك ودرصد سدیم تبادلی به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد. نتایج حاصل با استفاده از ضرایب عمقی گیوی(۱۳۷۶) تا عمق یك متری متوسط وزنی گرفته شد. سایر فاکتورهای خاکی که تعیین گردید عبارت است از : پستی وبلندی (شیب و ناهمواریهای کوچك) ، خیس بودن خاك (سیلگیری، زهکشی، عمق سفره آب زیرزمینی) ، خواص فیزیکی خاك (مقدار سنگ وسنگریزه، عمق خاك وساختمان خاك)

برای تهیه اطلاعات هواشناسی واقلیمی از اطلاعات ایستگاه هواشناسی کمین استفاده شد. این اطلاعات عبارتند از: درجه حرارت، تابش نور خورشید، رطوبت نسبی، مقداربارندگی وطول روز که برای ماههای مختلف به تفکیك تهیه گردید. جهت تهیه دوره رشد فیزیولوژیکی محصولات عمده زراعی از اطلاعات کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی ومراکز خدمات کشاورزی وکشاورزان تحصیل کرده استفاده شد ومراحل مختلف رشد (جوانه زنی، رشد رویشی، پنجه زنی، گلدهی و...) گیاهان عمده منطقه مشخص وپارامترهای هواشناسی را برای آن مراحل از آمارهای هواشناسی موجود استخراج گردید.

در مرحله دوم لازم بود شرایط مطلوب خاکی و اقلیمی رشد هرگیاه مشخص گردد واثر هر پارامتر در کاهش عملکرد تعیین شود. جهت این امر از جداول ارائه شده در نشریه سایز وهمکاران(۱۹۹۳) ونشریه ۱۰۱۵ موسسه تحقیقات خاك و آب گیوی(۱۳۷۶) استفاده گردید. درمرحله سوم شرایط خاکی واقلیمی منطقه را با جداول فوق مقایسه وکلاس تناسب اراضی فعلی هر واحد جهت هر گیاه زراعی به روش پارامتریک(ریشه دوم) مشخص گردید.

نتایج و بحث

براساس مشخصات مورفولوژیکی و نتایج تجزیه خاك، خاکها براساس تاکسونومی ۲۰۱۲ طبقه بندی گردید. این اراضی در دو رده خاك انتی‌سول و اینسپتی سول و هشت فامیلی مختلف خاک طبقه بندی می‌گردد.

در این ارزیابی با توجه به مشخصات اقلیمی، خاک و توپوگرافی منطقه و مطابقت آنها با نیازهای رویشی، کلاس تناسب این محصولات از خیلی مناسب (S1) تا همیشه نا مناسب (N2) طبقه‌بندی گردید و کلاس تناسب اقلیم برای هر سه محصول مناسب (S1) ارزیابی گردید (جدول ۱).

ارزیابی اراضی برای گندم نشان داد که حدود ۶۶/۵۳% (۶۵۴۷هکتار) از اراضی در کلاس خیلی مناسب (S1)، حدود ۸۹/۳۳% (۴۱۳۴هکتار) از اراضی در کلاس مناسب (S2)، حدود ۰۳/۷% (۸۵۷هکتار) از اراضی در کلاس تناسب کم (S3)، حدود ۰۷/۴% (۴۹۵) از اراضی در کلاس فعلا نامناسب (N1) و حدود ۳۵/۱% (۵/۱۶۴) از اراضی در کلاس همیشه نامناسب (N2) قرار می‌گیرند. محدودیتهای عمده منطقه برای گندم شامل: آهک، بافت، گچ، سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، شیب و شوری است (جدول ۱).

ارزیابی اراضی برای ذرت نشان داد که حدود ۲۴/۴% (۵۱۸هکتار) از اراضی در کلاس خیلی مناسب (S1)، حدود ۲۴/۷۳% (۸۹۳۵هکتار) از اراضی در کلاس مناسب (S2)، حدود ۷۷/۱۵% (۱۹۲۲ هکتار) از اراضی در کلاس تناسب کم (S3)، حدود ۰۷/۴% (۴۹۵) از اراضی در کلاس فعلا نامناسب (N1) و حدود ۶۸/۲% (۳۲۷) از اراضی در کلاس همیشه نامناسب (N2) قرار می‌گیرند. محدودیتهای عمده منطقه برای ذرت شامل: آهک، بافت، گچ، سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، شیب و شوری می باشند (جدول ۱).

ارزیابی اراضی برای چغندر قند نشان داد که حدود ۲۹/۲۰% (۲۴۷۷هکتار) از اراضی در کلاس خیلی مناسب (S1)، حدود ۰۴/۶۰% (۷۳۳۵هکتار) از اراضی در کلاس مناسب (S2)، حدود ۲۵/۱۴% (۱۳۷۵ هکتار) از اراضی در کلاس تناسب کم (S3)، حدود ۰۷/۴% (۴۹۵) از اراضی در کلاس فعلا نامناسب (N1) و حدود ۳۵/۱% (۵/۱۶۴) از اراضی در کلاس همیشه نامناسب (N2) قرار می‌گیرند. محدودیتهای عمده منطقه برای ذرت شامل: آهک، بافت، گچ، سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، شیب و شوری است (جدول ۱).

برای ارزیابی منطقه جهت کشت دیم دوره کشت منطقه محاسبه گردید این دوره از ۷ آذر شروع و ۲۲ اسفند پایان می‌پذیرد و طول آن بالغ بر ۱۰۵ روز است. با توجه به سیکل رشد محصولات عمده منطقه طول دوره رشد برای کاشت محصولات به صورت دیم در منطقه پاسارگاد مناسب نیست و در صورت انجام کشت دیم در این مناطق در پایان سیکل رشد حتما بایستی آبیاری تکمیلی انجام گردد در غیر اینصورت با کاهش شدید عملکرد مواجه خواهیم شد.

جدول شماره (۱): کلاس تناسب فعلی و آتی واحدهای مختلف خاك برای محصولات عمده برای دشت ابولوردی

واحد خاك	گندم فعلی	ذرت فعلی	جو فعلی	گندم آتی	ذرت آتی	جو آتی
۱.۱	S۳s	S۳s	S۳s	S۲s	S۳s	S۲s
۴.۱	S۳s	S۳s	S۳s	S۲s	S۳s	S۲s
۵.۱	S۲s	S۳s	S۲s	S۲s	S۳s	S۲s
۵.۲	S۲s	S۳s	S۲s	S۲s	S۳s	S۲s
۶.۱	S۱	S۲sf	S۱	S۱	S۲sf	S۱
۶.۲	S۱	S۲sf	S۱	S۱	S۲sf	S۱
۶.۵	S۲ts	S۲tsf	S۲ts	S۲s	S۲sf	S۲s
۶.۶	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s
۷.۱	S۲f	S۲sf	S۲f	S۲f	S۲sf	S۲f
۷.۲	S۱	S۲s	S۱	S۱	S۲s	S۱
۸.۱	S۱	S۲s	S۱	S۱	S۲s	S۱
۹.۱	S۱	S۲sf	S۱	S۱	S۲sf	S۱
۹.۲	S۱	S۲f	S۱	S۱	S۲f	S۱
۱۰.۱	S۲f	S۳f	S۲f	S۲f	S۳f	S۲f
۱۲.۱	S۳s	S۳s	S۳s	S۲s	S۲s	S۲s
۱۳.۱	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱
۱۳.۲	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱
۱۳.۳	S۲s	S۲s	S۲s	S۱	S۲ s	S۱
۱۳.۴	S۱	S۲f	S۱	S۱	S۲f	S۱
۱۳.۵	S۲ts	S۲ts	S۲ts	S۲s	S۲s	S۲s
۱۳.۶	S۲ts	S۲ts	S۲ts	S۲s	S۲s	S۲s
۱۴.۱	S۳s	S۳s	S۳s	S۲s	S۲s	S۲s

اغلب عوامل محدود کننده در منطقه که باعث کاهش درجه تناسب اراضی گردید است شامل: آهک، توپوگرافی(درصد شیب و پستی و بلندی)، سنگ و سنگریزه سطحی وعمقی، عمق خاک و اسیدیته می‌باشد. که بایستی نسبت به کاهش یا رفع محدودیت آنها اقدام نمود تا ساز گاری زمین افزایش یابد. در بعضی از واحدها شدت این محدودیتها بسیار زیاد بوده و بنابراین عملیات اصلاحی برای این واحدها اقتصادی نمی‌باشد و در برخی واحد ها شدت این محدودیتها زیاد نیست لذا می‌توان با انجام عملیات اصلاحی برای فاکتورهای قابل اصلاح نظیر تسطیح اراضی و جمع آوری سنگ وسنگریزه از سطح خاک باعث افزایش قابل توجه‌ی در عملکرد محصول گردد.

منابع

حسن‌شاهی، ح. ۱۳۶۸. مطالعات خاکشناسی اجمالی دشت قادر آباد (استان فارس). موسسه تحقیقات خاک و آب . نشریه فنی ۹۷۳، ۸۲ ص.

گیوی، ج.، ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی و باغی، موسسه تحقیقات خاک وآب، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵ ۱۰۰ص.

Igue A.M., Maier R., Gaiser T. and Stahr K. ۲۰۰۵. Land evaluation of cotton production in the Azoka's Catchment in the Moist Savannah of Benin. , Pp: ۵۹-۶۴. Proceedings of the Conference on International Agricultural Reserch for Development

Sys C., Van Ranst E., Debaveye J. and Beernaert F. ۱۹۹۳. Land Evaluations. Part III: crop requirement. General Administration for Development Cooperation Agric, publ. No.۷ Brussels. Belgium. P.۱۹۹.

United state department of Agriculture, Natural Resources conservation Service, Soil Survey Stuff, ۲۰۱۲. keys to soil taxonomy, ۱۲th, ed. Blackburg, VA: Virginia polytechnic Institute.

Zhang B., Zhang Y. and Chen D. ۲۰۰۴. A quantitative evaluation system of soil productivity for intensive agriculture in China, Geoderma ۲۳: ۳۱۹-۳۳۱.

Ziadat, F.M. ۲۰۰۷. Land Suitability classification using different sources of information, soil maps and predicted soil attributes in Jordan. Geoderma, ۱۴۰:۷۳-۸۰.

Abstract

Optimum use of land is one of the way for increasing yield in the area. The aim of this study is evaluation and determination of land qualitative suitability for major crops(wheat, maize and barley) in the study area. The area covers about ۱۳۶۰۰ hectares, located in ۱۱۰ kilometers of Eastern north's of Shiraz. The studied sites were selected based on soil survey report of Ghaderabad plain. A profile was dug in each soil unit and horizons' of that profile were districted. After data collection, climatic, landscape and soil requirements of selected crops were determined. The parametric method (Square root method) was used to determine land suitability classes according to FAO system. Climatic data and land characteristics of the study area were compared with climatic and crop requirements respectively and the land suitability class was attributed according to the less favorable characteristics. Result of climatic suitability classification based on different methods showed that climatic class of area studied was suitable (S۱) for planting wheat, maize and barley. Considering the existing limitations, the studied area was classified from suitable (S۱) to not suitable (N۲) based on the parametric method. However determination of the final class of this area depends on soil limitations such as percent of surface and subsurface stone and gravel, land slope and the amount of lime.

مقایسه مدل استنباطی خاک - محیط (SIE) و مدل استنباطی خاك - سرزمین(SoLIM) در نقشه‌برداری خاک با تأکید بر استفاده از منطق فازی

آذر فاریابی [۱]، حمید رضا متین فر [۲]
۱-دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان، ۲-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان

چکیده
نقشه‌برداری رقومی خاک، با استفاده از مدل‌های مختلف خاک- سیمای زمین، منجر به ساده‌سازی پیچیدگی‌های موجود در سامانه‌ی طبیعی خاک می‌شود. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه مدل استنباطی خاک - محیط (SIE) و مدل استنباطی خاك- سرزمین(SoLIM) در نقشه‌برداری خاک با تأکید بر استفاده از منطق فازی می باشد. برای این منظور لایه‌های ورودی مدل SIE و مدل SoLIM ، لایه رقومی زمین‌شناسی ، داده های اقلیمی منطقه، کاربری اراضی و لایه‌های محیطی از مدل رقومی ارتفاع استخراج شدند. سپس نقشه‌های فازی برای پنج نوع خاک تهیه‌شده و نقشه نهایی پیش‌بینی خاک با عمل غیرفازی کردن ایجاد شد. نتایج نشان داد که مدلهای SIE و SoLIM که از متغیرهای محیطی استفاده می‌کنند، توانایی بالایی در جداسازی انواع خاک با جزئیات بیشتر دارد. مقایسه ماتریس خطا نشان می‌دهد که صحت کلی نقشه استنتاج شده از مدل SIE و مدل SoLIM به ترتیب برابر ۷۵ و ۱۰۰ درصد می‌باشد.

واژه های کلیدی: نقشه‌برداری رقومی خاک، مدل رقومی ارتفاع، منطق فازی،مدل SIE، مدل SoLIM

مقدمه
نقشه‌برداری رقومی خاک بر اساس پیدایش خاک و درنتیجه اطلاعات منتج شده از متغیرهای کمکی خاک بر اساس عوامل پنج‌گانه تشکیل خاک، می‌باشد (McBratney et al,۲۰۰۳). لئو و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که توزیع رده‌های خاک به مقدار زیادی تحت تأثیر مواد مادری و توپوگرافی است، اما امکان دارد که پوشش گیاهی بسیار مشابهی داشته باشند. ازاین‌رو، اطلاعات مواد مادری محلی و توپوگرافی می‌توانند به‌عنوان متغیرهای کمکی خاک برای نقشه‌برداری رده‌های خاک در مناطق کوهستانی محلی استفاده شوند. مدل استنباطی خاك- سرزمین[۴](SoLIM)، از جمله مدل هایی است که به منظور غلبه بر محدودیت های موجود در روش های شناسایی سنتی خاك، توسط ژو و همکاران (۱۹۹۶) ارایه شده است . ژو محدودیت آگاهی و دانش موجود درباره ی مدل های ذهنی خاك- سرزمین در نقشه های چندگوشه و تعمیم نتایج حاصل ازبررسی ویژگی های خاك و تغییرپذیری مکانی آن ها را دلیل ناکارآمدی نقشه برداری سنتی خاك می داند. مدل SoLIM براساس مفهوم همبستگی عوامل تشکیل خاک برای توسعه نهادهای طبیعی خاک در واحدهای چشم انداز خاک می باشد. مدل استنباطی خاک- محیط[۵](ArcSIE) ازجمله مدل‌هایی است که به‌منظور غلبه بر محدودیت‌های موجود درروش های شناسایی سنتی خاک، توسط شی در سال ۲۰۰۴ ارائه‌شده است(Shi, ۲۰۰۴). در این مدل نقشه‌ی خاک بر پایه‌ی مدل خاک محیط ایجاد می‌گردد. بدین معنا که خاک تابعی از عوامل محیطی است.

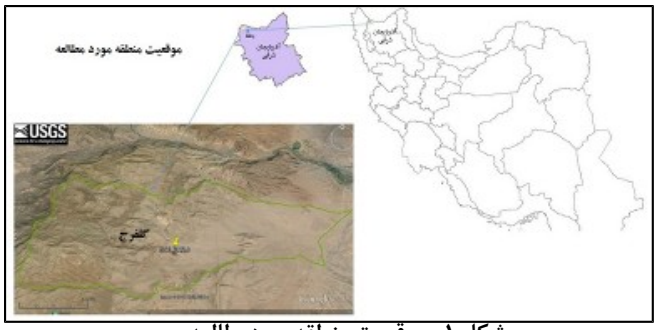
$$S = f(E) \quad (۱)$$

این مدل بیان می‌کند که اطلاعات در مورد خاک (S) را می‌توانید از اطلاعات مربوط به محیط‌زیست، شکل‌گیری خاک (E)، ازجمله توپوگرافی، زمین‌شناسی، آب‌وهوا، پوشش گیاهی و غیره به دست آورد. مؤلفه‌های مهم در این مدل ارتباط بین خاک و محیط‌زیست آن (f) است ArcSIE. یک رویکرد مبتنی بر دانش، برقراری این ارتباط را پشتیبانی می‌کند ArcSIE. ابزاری برای دانشمندان خاک برای رسمی کردن ارتباط بر اساس دانش موجود از خاک محلی را فراهم می‌کند. ArcSIE با دو نوع دانش کار می‌کند: یکی استدلال قاعده‌ها که به‌صورت مقادیر سیمای محیطی تعریف می‌شوند و دیگری استدلال موردها که در فضای جغرافیایی تعریف می‌شوندکه می تواند به صورت نقطه، خط، پلی گون و یا پیکسل باشد. این مدل بر پایه‌ی منطق فازی استوار است که خروجی اولیه حاصل از مدل استنباطی، یک سری از نقشه‌های تابع عضویت فازی با فرمت رستری است. (شی، ۲۰۱۰) الگوریتم استنباط در مدل SIE از ۹ تابع P، E و T تشکیل‌شده است
SIE ابزاری برای اعتبار سنجی نتیجه، تجزیه‌وتحلیل زمین، قبل و بعد از پردازش داده‌های رستری برای، تبدیل فرمت اطلاعات فراهم می‌کند (Shi, ۲۰۰۶). هدف از پژوهش حاضر، مقایسه مدل استنباطی خاک - محیط (SIE) و مدل استنباطی خاك- سرزمین(SoLIM) در نقشه‌برداری خاک با تأکید بر استفاده از منطق فازی در منطقه گلفرج استان آذربایجان شرقی می باشد .

[۴] Soil-Land Inference Model; SoLIM
[۵] Soil Inference Engine (ArcSIE)

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مطالعاتی: منطقه‌ی موردمطالعه بین عرض‌های شمالی ۴۴′ ۵۱ ۳۸ تا ۸′ ۵۶ ۳۸ و طول‌های شرقی ۵۰′ ۲۳ ۴۵ و ۲۶′ ۳۶ ۴۵ در ۲۰ کیلومتری شهرستان جلفا واقع‌شده است. (شکل ۱) بر اساس کلید رده‌بندی آمریکایی خاک (Soil Survey Staff. ۲۰۱۰) ، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک منطقه‌ی مطالعاتی، زریک و مزیک می‌باشند(بنایی،۱۳۷۷).



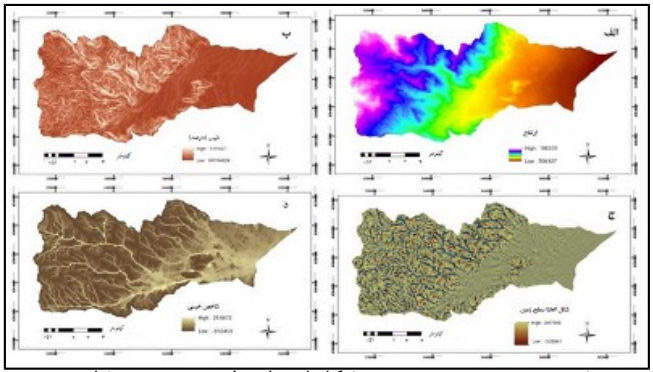
شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

- تهیه‌ی داده‌های رقومی و پردازش آن‌ها

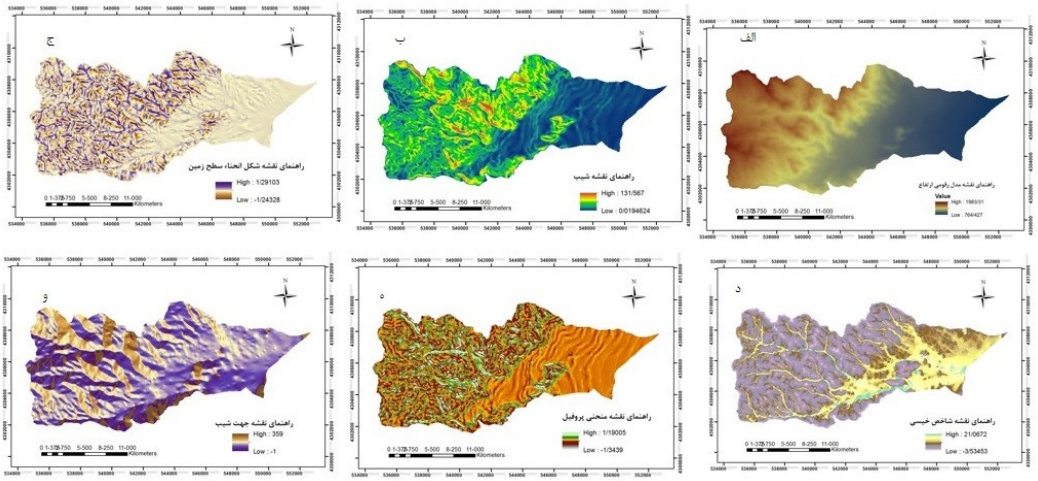
به‌منظور ایجاد لایه‌های رقومی ورودی مدل ArcSIE و مدل SoLIM لایه رستری مدل رقومی ارتفاع (DEM) مورداستفاده قرارگرفته است. لایه‌های ورودی مدل SIE ، لایه رقومی زمین‌شناسی و لایه‌های محیطی منتج شده از مدل رقومی ارتفاع (DEM)، شامل: ارتفاع ، شیب‌بر حسب درصد ، شکل انحنا سطح زمین، شاخص خیسی می‌باشند (شکل ۲). لایه‌های ورودی مدل SoLIM ، لایه رقومی زمین‌شناسی، داده های اقلیمی منطقه ، لایه رقومی کاربری اراضی و لایه‌های محیطی منتج شده از مدل رقومی ارتفاع (DEM)، شامل: ارتفاع ، شیب‌بر حسب درصد ،جهت شیب، شکل انحنا سطح زمین،منحنی پروفیل، شاخص خیسی می‌باشند (شکل ۳). به‌منظور تولید لایه‌های عوارض سطحی (مانند لایه درجه شیب و شکل انحنا سطح) اندازه همسایگی ۳۰ متر و به‌منظور محاسبه از الگوریتم ایوانز - یانگ استفاده‌شده است (Pennock etal, ۱۹۸۷). شاخص خیسی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$w = \ln(\text{جریان تجمعی} / \text{درجه شیب}) \quad (۲)$$

در این رابطه w شاخص خیسی می‌باشد که از رابطه(۲) با در دست داشتن جریان تجمعی و درجه شیب محاسبه می شود.. مدل ArcSIE و مدل SoLIM برای پنج تیپ خاک، یک تابع عضویت فازی شبکه‌ای (رستری) برای هرکدام از انواع خاک ارائه می‌کند. هر پیکسل از این توابع عضویت فازی عددی بین صفرتا صد را به خود اختصاص می‌دهد. نقشه‌های تابع عضویت فازی ایجادشده غیر فازی می‌شوند. در طی فرآیندغیر فازی کردن، خاک با مقادیر بیشینه تابع عضویت فازی در یک موقعیت مکانی به‌عنوان خاک آن موقعیت مکانی انتخاب می‌گردد.فرآیند غیرفازی کردن چندین نقشه تابع عضویت فازی مربوط به خاک‌های مختلف را تبدیل به یک نقشه شبکه‌ای (رستری) می‌کند که در آن نقشه خروجی هر پیکسل تنها متعلق به یک نوع خاک است.



شکل ۲- (الف) نقشه ارتفاع ، (ب) درجه شیب‌بر حسب درصد ، (ج) شکل انحنا سطح زمین ، (د) شاخص خیسی منتج شده از مدل رقومی ارتفاع منطقه موردمطالعه توسط مدل SIE



شکل ۳- (الف) نقشه ارتفاع ، (ب) درجه شیب‌بر حسب درصد ، (ج) شکل انحنا سطح زمین ، (د) شاخص خیسی ه) منحنی پروفیل و) جهت شیب منتج شده از مدل رقومی ارتفاع منطقه موردمطالعه توسط مدل SoLIM

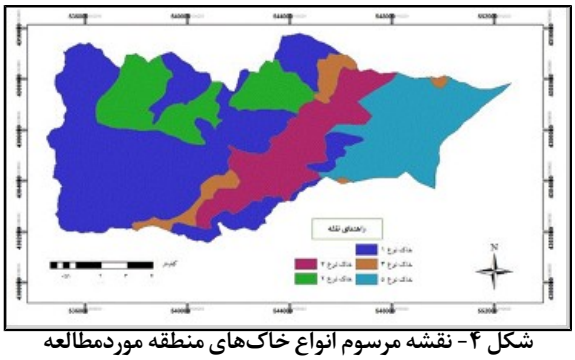
ارزیابی نتایج نهایی مدل ArcSIE و مدل SoLIM از طریق محاسبه‌ی صحت کلی نقشه (OA) انجام گرفت (Rossiter,۲۰۰۰)، این ویژگی، با تشکیل ماتریس خطا توسط مدل SIE و نقاط کنترلی و بر اساس فرمول زیر قابل‌محاسبه می‌باشد (Rossiter,۲۰۰۰ ،Legros,۲۰۰۶).

$$O.A = \frac{\sum_{i=1}^{c} Eii}{N} \qquad (۴)$$

که در آن c تعداد کلاس‌ها، N تعداد کل پیکسل‌های معلوم، Eii اعضا قطری ماتریس خطا و O.A. دقت کلی طبقه‌بندی می‌باشد.

نتایج و بحث

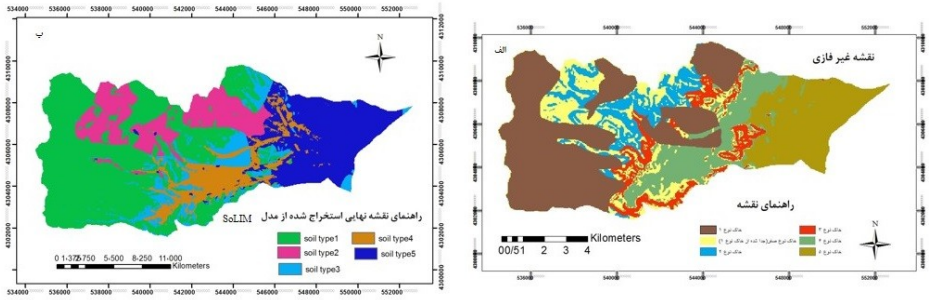
بر اساس مطالعات انجام‌گرفته ستادی و صحرایی، که بر اساس تفسیر عکس‌های هوایی، نقشه توپوگرافی منطقه، نقشه زمین‌شناسی و نیز انطباق آن‌ها با پیمایش صحرایی انجام‌یافته، در حوضه گلفرج ۵ تیپ خاک تشخیص داده شد و بر این اساس نقشه انواع خاک تهیه شد که همان روش مرسوم تهیه نقشه خاک (شکل ۴) می‌باشد. نقشه‌های خروجی اولیه مدل SIE و مدل SoLIM به صورت نقشه های فازی برای هر سری خاک تهیه شد. در هر یک از این نقشه‌ها، رنگ تیره‌تر به معنی عضویت فازی بالاتر برای خاک می‌باشد. نقشه پیش‌بینی نهایی (شکل ۵) برای منطقه موردمطالعه نقشه غیر فازی، نتایج SIE و مدل SoLIM می باشد. نقشه رقومی سری‌های خاک که به‌وسیله غیرفازی کردن ایجادشده‌اند کلاس‌های با بالاترین مقادیر عضویت فازی برای هر ۳۰ متر واحد سلول را به تصویر می‌کشند. در نتایج به دست آمده به‌طور قابل‌توجهی قدرت تفکیک مکانی، توزیع و پیچیدگی سری‌های خاک ، بیشتر از اشغال موقعیت‌های توپوگرافی در زمین‌نما می‌باشد. خاک نوع یک در نقشه پیش‌بینی نهایی (غیرفازی) توسط مدل SIE به دو قسمت بانام‌های خاک نوع صفر و نوع یک تقسیم‌شده است. مرز تفکیک نوع یک و نوع صفر توسط لایه زمین‌شناسی ایجادشده است؛ زیرا در قسمت خاک نوع یک که در نقشه‌های سنتی مشخص‌شده است لایه‌های زمین‌شناسی متفاوتی داریم، اما در روش‌های مرسوم تهیه نقشه خاک، بیشتر تابع توپوگرافی و واحدهای همگن در عکس‌های هوایی می‌باشد. اما در مدل SoLIM فقط ۵ تیپ خاک جدا شده است. جدول ۱ مقایسه ماتریس خطا نقشه غیرفازی حاصل از مدل SIE و مدل SoLIM بر اساس سطح زیرگروه برای تمامی خاک رخ‌های منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد. که صحت کلی نقشه مدل SIE برابر ۷۵ درصد می‌باشد. اعتبارسنجی نقشه استخراج‌شده از مدل مدل SoLIM بااستفاده از نقاط کنترلی منطقه موردمطالعه ،صحت نقشه رقومی این مدل با توجه به جدول ماتریس خطا که توسط مدل SoLIM محاسبه شده ، برابر ۱۰۰ درصد می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده کیفیت و صحت نقشه‌ی رقومی خاک توسط مدل SoLIM است. زیرا در مدل SoLIM از لایه های اطلاعاتی و داده های محیطی بیشتری استفاده می شود .



شکل ۴- نقشه مرسوم انواع خاک‌های منطقه موردمطالعه

جدول ۱- ماتریس خطا نقشه رقومی حاصل از مدل SIE و مدلSoLIM بر اساس سطح زیرگروه برای تمامی خاک رخ‌های منطقه موردمطالعه

استنباط شده مشاهده‌شده	مدل	خاک نوع ۱	خاک نوع ۱	خاک نوع ۲	خاک نوع ۳	خاک نوع ۴	خاک نوع ۵	کل	دقت کاربر
خاک نوع ۰	ArcSIE	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰
	SoLIM	-	-	-	-	-	-	-	-
خاک نوع ۱	ArcSIE	۹	۶	۰	۰	۰	۰	۱۶	۶۰
	SoLIM	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶	۱۰۰
خاک نوع ۲	ArcSIE	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۳	۱۰۰
	SoLIM	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۳	۱۰۰
خاک نوع ۳	ArcSIE	۰	۲	۰	۳	۰	۰	۵	۶۰
	SoLIM	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۵	۱۰۰
خاک نوع ۴	ArcSIE	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۵	۱۰۰
	SoLIM	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۵	۱۰۰
خاک نوع ۵	ArcSIE	۰	۰	۰	۰	۰	۸	۸	۱۰۰
	SoLIM	۰	۰	۰	۰	۰	۸		۱۰۰
صحت کل	ArcSIE	۷۵%							
	SoLIM	۱۰۰%							



شکل ۵- نقشه پیش‌بینی نهایی (غیرفازی) منطقه موردمطالعه استخراج شده ازمدل الف) Arc SIE ب) SoLIM

مک کی در سال ۲۰۱۰ از سیستم های مبتنی بر دانش(Arc SIE) برای تست انتقال مدل خاک - زمین نما در شمال شرق ورمونت استفاده کرد و به این نتیجه رسید که مدل پیش بینی به سیماهای محیطی با خصوصیات خاک مشابه قابل انتقال است و با این حال شناسایی محدودیت ها و آستانه ها در مدل های پیش بینی خاک - محیط مهم می باشد .الگوی سنتی یا معمول مطالعات خاک، بر اساس میزان توانایی و تجربه کارشناسان در تفسیر فرایندهای اصلی خاکساری و فاکتور های¬محیطی¬دخیل¬درتشکیل سیمای سرزمین ویا سیمای خاک، پایه‌ریزی شده است. بنابراین، داده‌ها و نقشه‌های استخراج‌شده از چنین الگویی، معمولاً ناتوانی مطالعات خاک در تشریح ساختار خصوصیات دینامیکی و ممتد سیمای سرزمین را آشکار می‌سازند. (Zhu et al, ۲۰۰۱).

منابع

- بنایی، م. ح. ۱۳۷۷. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور.

Legros, J.P. ۲۰۰۶. Mapping of the Soil. Science publishers, NH, USA, ۴۱۱ pp.
Luo, Y.M., Z.G. Li, L.H. Wu, S.C. Wu, G.L. Zhang, S.L. Zhou, Y.G. Zhao, Q.G. Zhao, M.H. Wong. and H.B. Zhang. ۲۰۰۷. Hong Kong Soils and Environment (in Chinese). Science Press, Beijing
McBratney, A.B., M.L. Mendonca-Santos. and B. Minasny. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma. ۱۱۷:۳۰-۵۲.
McKay, J, S.Grunwald, X.Shi, , R.F. Long,. ۲۰۱۰. Evaluation of the Transferability of a Knowledge-Based Soil-Landscape Model. Digital Soil Mapping Progress in Soil Science Volume ۲, pp ۱۶۵-۱۷۸
Pennock, D.J, B.J. Zebarth, and E. Dejong,. ۱۹۸۷. Landform classification and soil distribution in Hummocky terrain, Saskatchewan, Canada. Geoderma ۴۰:۲۹۷-۳۱۵.
Rossiter, D.G. ۲۰۰۰. Methodology for Soil Resource Inventories, ۲nd Revised Version, Soil Science Division, International institute for Aerospace Survey & Earth Science (ITC), ۱۳۲ pp.
Shi, X. ۲۰۰۶. Soil inference engine user's guide. In progress, unpublished.
Shi, X., A.X. Zhu, J.E. Burt, F.Qi. and D .Simonson. ۲۰۰۴. A Case-based reasoning approach to fuzzy soil mapping. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۸:۸۸۵-۸۹۴.
Smith, S., C.Bulmer, E.Flager, G.Frank. and D.Filatow. ۲۰۱۰. Digital soil mapping at multiple scales in British Columbia, Canada. In Program and Abstracts, ۴th Global Workshop on Digital Soil Mapping, ۲۴-۲۶ May ۲۰۱۰, Rome, Italy. p ۱۷.
Soil Survey Staff. ۲۰۱۰. Keys to soil taxonomy (۱۱th Ed). NRCS, USDA, USA
Zhu A., Band L., Dutton B., and Nimlos T.J. ۱۹۹۶. Automated soil inference under fuzzy logic. Ecological Modelling, ۹۰ : ۱۲۳-۱۴۵.
Zhu, A., B.Hudson, J.Burt, K.Lubich. and D.Simonson. ۲۰۰۱. Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic. Soil Science Society of America Journal, ۶۵: ۱۴۶۳-۱۴۷۲.

ABSTRACT

One problem with traditional mapping and identification of soils, relying on the expertise, time-consuming and time-consuming to prepare and update the map. While digital soil mapping, using different models, soil-Landscape, Leads to simplification of the inherent complexity of the natural system of soil. The purpose of digital mapping, predict soil categories or characteristics, based on the environmental variables or characteristics of the soil. The purpose of this study, inferential model soil - environment (SIE) and Soil-Land Inference Model(SoLIM) in soil mapping on the use of fuzzy logic in the Golfaraj area of East Azerbaijan province is. For this purpose the input layer of the SIE and SoLIM , layer of digital geological and environment Layers of a digital elevation model (DEM), including elevation, slope in percent, aspect, profil curvature, the curvature of the earth, wet index were extracted. These features, along with five subgroups of soil make up the SIE and SoLIM models input data in the study area, then the phase maps for the five soil types provided and the final map predicting soil was created by harden. The results showed that the SIE model that uses the environment variables high ability to separate the soil types in greater detail and soils with different parent materials separates completely. The error matrix shows conclusion the overall accuracy of the conclusion map of the models SIE and SoLIM respectively is equal to ۷۵% and ۱۰۰%.

تأثیر نظر افراد خبره در نقشهبرداری رقومی خاک و روش نمونهبرداری

محسن باقری بداغ‌آبادی [۱]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]، محمدحسن صالحی [۳]، جهانگرد محمدی [۴] و نورایر تومانیان [۴]
۱-استادیار گروه جغرافیا دانشگاه آزاد واحد نجف‌آباد، ۲-دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۳- استاد گروه خاک‌شناسی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۴- دانشیارگروه خاک شناسی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۵- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
در نقشه‌برداری خاک، روش‌های متعددی برای برآورد انواع خاک و نیز برای نمونه‌برداری از خاک استفاده شده است. برای نمونه‌برداری از خاک، روش‌های شبکه‌بندی و آزاد (تعیین موقعیت خاکرخ بر اساس نظر کارشناس) بسیار مورد کاربرد است. این پژوهش به بررسی تأثیر و کارایی نظر افراد خبره در کاهش زمان و هزینه‌های نقشه‌برداری رقومی خاک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌پردازد (ANN). برای این منظور از ۹۰ خاکرخ به روش شبکه‌بندی و ۲۰ خاکرخ براساس نظر افراد خبره در برآورد خاک‌ها برای اجرای ANN استفاده شد. نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی می‌توانند پراکنش خاک‌ها را با استفاده از داده‌های پایه (مانند ویژگی‌های DEM و واحدهای ژئومورفیک) به خوبی برآورد کنند. همچنین نظر افراد خبره می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش زمان و هزینه داشته باشد به‌طوری که نتایج حاصل از ۲۰ خاکرخ انتخاب‌شده توسط افراد خبره با نتایج ۵۴ خاکرخ استفاده‌شده در روش شبکه‌بندی، برابر بود.

واژه‌های کلیدی: روش‌های نمونه‌برداری خاک، نقشه‌برداری رقومی خاک، شبکه‌های عصبی مصنوعی

مقدمه
هرچند درخواست‌های زیادی برای مطالعات تفصیلی خاک وجود دارند، لیکن در بیشتر کشورها نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و بزرگ‌تر، بسیار کم تهیه شده‌اند. مطالعات تفصیلی خاک، به غیر از افراد خبره، نیازمند زمان و هزینه‌های تقریباً زیادی می‌باشند (باقری بداغ‌آبادی و همکاران، ۲۰۱۵). این عوامل در نقشه‌برداری خاک برای مقیاس‌های بزرگ به‌شدت نقش محدودکننده دارند. به همین دلیل، پیش‌بینی و برآورد خاک‌ها بر اساس ارتباط خاک و عوارضی که به‌راحتی در سطح زمین قابل مشاهده و اندازه‌گیری باشند، به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنچه در این بین همواره برای خاک‌شناسان مورد بحث و بررسی است، ارایه‌ی راهکارهایی برای کاهش زمان و هزینه و افزایش دقت نقشه‌های خاک بوده است. بنابراین، روش‌های نوین که به‌طور کلّی با عنوان "نقشه‌برداری رقومی خاک" شناخته می‌شوند، پیشنهاد و ارایه شده‌اند و همواره این روش‌ها بهبود و افزایش می‌یابند.
نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM)، بیان‌گر یک مجموعه یا بسته‌ی محاسبات رایانه ای برای پیشبینی پراکنش خاکها در زمین‌نما[۶] است. این مجموعه، از آغاز شناسایی و نقشه‌برداری خاک، رشد و نمو یافته است و بر اساس پیشرفتهای به‌وجود آمده در پردازش اطلاعات (از حدود ۳۰ سال پیش)، شکل گرفته است (بویی، ۲۰۰۷). هم‌چنین، DSM سامانه هایی را برای اطلاعات مکانی خاک گردآوری و ایجاد میکند که میتواند کاربران را در تصمیمسازی برای رسیدگی به مسایل کشاورزی و کشاورزی-محیطی[۷] کمک کند (لاگاشریه و مکبراتنی، ۲۰۰۷).
شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) در علوم خاک، در زمینه‌های گوناگون (مانند شیمی خاک، فیزیک خاک، فرسایش خاک و غیره) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مطالعات ناچیزی در رابطه با استفاده از شبکه‌های عصبی در زمینه‌ی نقشه‌برداری خاک موجود می‌باشند. از جمله نخستین پژوهش‌ها در این زمینه، می‌توان به مطالعه‌ی لهمان و همکاران (۱۹۹۹) اشاره نمود که به الگوریتم‌های یادگیری و ساختار شبکه‌ی عصبی در زمینه‌ی نقشه‌برداری خاک پرداخته‌اند؛ لیکن دقت نقشه‌های خاک تهیه‌شده را مورد بررسی قرار نداده‌اند. ژو (۲۰۰۰) با استفاده از منطق فازی، رویکرد شبکه‌های عصبی را برای ایجاد یک مدل تشابه خاک بهکار گرفت. خروجی این رویکرد، مجموعه‌ای از اعداد تشابه برای کلاس‌های خاک بود. نقشه‌ی خاک حاصل از این پژوهش برای مدل‌های هیدرولوژیکی در آبخیز مورد استفاده قرار گرفت. نتایج وی نشان داد که نقشه‌ی خاک حاصل از شبکه‌ی عصبی، دارای دقت بیشتری نسبت به نقشه‌ی خاک سنتی است و به‌علاوه جزئیات مکانی بیشتری را هم شامل می‌شود. مک‌کنزی و ریان (۱۹۹۹) بیان داشتند که استفاده از متغیرهای محیطی مناسب، مهم‌تر از انتخاب روش برآورد یا پیش‌بینی می‌باشد. بر همین اساس، بهرنس (۲۰۰۵) به توسعه‌ی رویکردی بر پایه‌ی شبکه‌های عصبی با به‌کارگیری داده‌های رقومی ارتفاع برای برآورد واحدهای خاک اقدام نمود و نتیجه گرفت که ترکیب ANN و DEM، علاوه‌بر صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها، نتایج قابل قبولی را در دسترس قرار داد. باقری بداغ‌آبادی و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از ANN و DEM اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی خاک نمودند. نتایج نشان داد که DEM به تنهایی نمی‌تواند در سطح فامیل نتایج دقیقی ارایه کند. در نقشه‌برداری خاک (از جمله در مطالعات فوق) روش‌های متعددی برای نمونه‌برداری استفاده

[۶] Landscape
[۷] Agro-environmental

شده است که از آن بین روش شبکه‌بندی و روش آزاد (تعیین موقعیت خاکرخ بر اساس نظر کارشناس) بسیار مورد کاربرد است. این پژوهش به بررسی تأثیر و کارایی نظر افراد خبره در کاهش زمان و هزینه‌ها در نقشه‌برداری رقومی خاک با استفاده از روش ANN می‌پردازد.

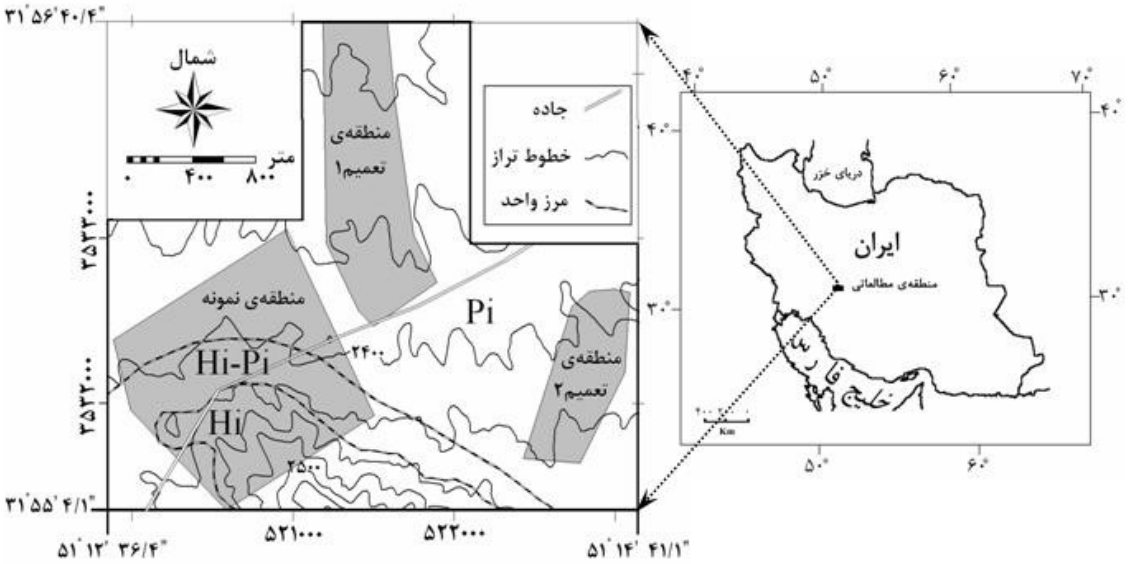
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی مطالعاتی

منطقه‌ی مطالعاتی به مساحت تقریبی ۹۰۰ هکتار و ارتفاع متوسط ۲۲۷۷ متر از سطح دریا در بین طول‌های جغرافیایی "۴/۳۶ ' ۵۱ ۰۱۲ تا "۱/۴۱ ' ۵۱ ۰۱۴ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱/۴ ' ۳۱ ۰۵۵ تا "۴/۴۰ ' ۳۱ ۰۵۶ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). میانگین بارش سالانه‌ی منطقه، ۲۵۵ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه‌ی آن، ۷/۱۰ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک منطقه‌ی مطالعاتی، به‌ترتیب، زریک و مزیک می‌باشند. از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی[۸]، منطقه‌ی مورد مطالعه، دو سیمای سرزمینی مختلف شامل اراضی تپه‌ماهوری[۹] و دامنه[۱۰] را در بر می‌گیرد. کشت آبی گندم و مرتع، مهم‌ترین کاربری‌های سرزمینی موجود در منطقه را شامل می‌شوند.

پایگاه داده‌های خاک

پایگاه داده‌های خاک در پژوهش حاضر، دربرگیرنده‌ی داده‌های مربوط به تعداد ۹۰ خاکرخ در منطقه‌ی نمونه، ۱۵ خاکرخ در منطقه‌ی تعمیم اول و ۲۰ خاکرخ در منطقه‌ی تعمیم دوم می‌باشد (خاکرخ‌ها در منطقه‌ی نمونه به روش شبکه‌ای با فواصل تقریبی ۱۲۵ متر و در مناطق تعمیم به‌صورت تصادفی مشخص شده‌اند). در کل، ۲۳ فامیل خاك مشاهده گردید که از این بین، هفت فامیل بیش از ۷۰ درصد مشاهدات را در بر می‌گیرند. جدول ۱ رده‌بندی هفت فامیل غالب خاك را نشان می‌دهند.



شکل ۱- موقعیت کل منطقه‌ی مطالعاتی، به‌همراه منطقه‌ی نمونه و مناطق تعمیم (Pi: دامنه؛ Hi-Pi: حدواسط دامنه و اراضی تپه‌ماهوری؛ Hi: اراضی تپه‌ماهوری).

جدول ۱- رده‌بندی هفت فامیل غالب خاك در منطقه

فامیل خاک	علامت فامیل	تعداد خاک‌رخ	فراوانی نسبی (٪)	علامت زیرگروه
Clayey-skeletal, Carbonatic, Mesic Petrocalcic Calcixerepts	A	۱۳	۴/۱۰	PCP
Fine, Carbonatic, Mesic Petrocalcic Calcixerepts	B	۱۳	۴/۱۰	PCP
Fine, Carbonatic, Mesic Typic Calcixerepts	C	۱۲	۶/۹	TCP
Fine, Mixed, Active, Mesic Typic Calcixerepts	D	۱۲	۶/۹	TCP
Fine-loamy, Carbonatic, Mesic Typic Calcixerepts	E	۱۳	۴/۱۰	TCP

[۸] Geomorphology
[۹] Hill-land
[۱۰] Piedmont

Loamy-skeletal, Carbonatic, Mesic Typic Calcixerepts	F	۱۲		
			۶/۹	TCP
Fine, Mixed, Active, Mesic Calcic Haploxeralfs	G	۱۴	۲/۱۱	CHF
کل		۸۹	۲/۷۱	

پایگاه داده‌های محیطی

داده‌های محیطی مورد نیاز در این پژوهش شامل داده‌های مربوط به ناهمواری‌ها (ویژگی‌های مدل رقومی ارتفاع یا DEM)، داده‌های زمین‌شناسی و داده‌های واحدهای ژئومرفیک می‌باشند. برای تهیه‌ی ویژگی‌های DEM، با استفاده از نقشه‌های ناهمواری‌های منطقه‌ی مطالعاتی (به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)، تصحیح‌های لازم بر روی مدل رقومی ارتفاع خریداری‌شده از سازمان نقشه‌برداری کشور (با اندازهی پیکسلی و دقت ارتفاعی ۱۰ متر) انجام گرفت. سپس ویژگی‌های اولیه و ثانویه‌ی مدل رقومی ارتفاع (ویلسون و گالانت، ۲۰۰۰) تهیه شدند.

ایجاد ماتریس داده‌های محیطی

داده‌های محیطی به سه صورت استخراج شدند. یکی بر اساس مکان خاک‌رخ‌ها در منطقه‌ی نمونه، دیگری بر اساس ۲۰ خاک‌رخ انتخاب‌شده توسط افراد خبره و سومی بر مبنای ۲۰ خاکرخ انتخاب‌شده به‌صورت تصادفی. برای این منظور، با استفاده از مختصات جغرافیایی هر کدام از خاکرخ‌ها نقشه‌ی مکان حفر خاکرخ‌ها تهیه شد و با به‌کارگیری عملیات تقاطع[11]، مقدار عددی هر یک از ویژگی‌های مدل رقومی ارتفاع برای هر خاکرخ به‌دست آمد. به‌منظور تسهیل در انجام محاسبات و با توجه به این‌که برخی از کلاس‌های خاک، فراوانی ناچیزی داشتند؛ این کلاس‌ها از ماتریس اولیه حذف شدند و ادامه‌ی کار، تنها بر روی هفت فامیل خاک غالب (شامل ۸۹ خاک‌رخ) که حدود ۷۰ درصد پوشش خاکی منطقه‌ی مطالعاتی را شامل می‌شدند (جدول ۱)، انجام گرفت. دلیل دیگر انتخاب خاک‌های غالب این است که در گزارش‌های مرسوم خاک نیز خاک‌های غالب، ملاک نام‌گذاری، تفسیر و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در مرحله‌ی بعد، نقشه‌ی ناهمواری‌ها در اختیار افراد خبره قرار داده شد و ایشان بهترین مکان‌ها را برای حضور خاک‌های غالب و حفر خاک‌رخ تعیین نمودند. تعداد خاک‌رخ انتخاب‌شده برابر ۲۰ عدد در نظر گرفته شد. سپس، نقشه‌ی حاصل از مناطق مورد نظر کارشناس خبره با نقشه‌های به‌دست آمده از DEM تقاطع داده شدند و همانند آن‌چه در بالا گفته شد، ماتریس مورد نظر تهیه گردید. ماتریسهای گفته‌شده پایگاه داده‌های خاک- محیط را می‌سازند که پایه و اساس پژوهش حاضر را فراهم می‌کنند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs)، شبکه‌های محاسباتی انعطاف‌پذیری هستند که می‌توانند روابط غیرخطی پیچیده‌ی بین متغیرهای مربوط را شرح دهند (ریپلی، ۱۹۹۶). فرآیند محاسبه‌ی صحیح وزن‌های یک شبکه‌ی عصبی را برای حل یک مساله، در اصطلاح، آموزش یا یادگیری شبکه می‌نامند. هدف از آموزش یک شبکه، کمینه کردن خطای بین خروجی شبکه و مقدار مطلوب آن (هدف) است. موفقیت شبکه‌های عصبی را می‌توان ناشی از دو عامل اصلی زیر دانست:

۱) قدرت: شبکههای عصبی قادر به مدلسازی توابع بسیار پیچیده هستند.

۲) سهولت استفاده: در مقایسه با روشهای خطی و غیرخطی رگرسیونی، در شبکههای عصبی نیازی به تعیین شکل مدل نیست و تنها از طریق یادگیری، ساختار دادهها و رابطهی متغیرهای ورودی و خروجی کشف میشود (اسکاپ و همکاران، ۱۹۹۸).

در بیشتر مطالعات انجام‌شده، از مدل پرسپترون چندلایه (MLP) استفاده شده است. MLP با استفاده از داده‌های آموزشی، یک مدل بین داده‌های ورودی و خروجی می‌سازد. این مدل می‌تواند با استفاده از داده‌های ورودی معلوم، داده‌های خروجی نامعلوم را برآورد کند.

در این پژوهش، نقشه‌های خاک، به سه صورت تهیه شد. در حالت اول، تمام خاکرخ های حفر شده در فرآیند ANN بکار رفت. در حالت دوم، تنها از ۲۰ خاک‌رخ انتخاب‌شده توسط افراد خبره در منطقه‌ی نمونه استفاده شد. در حالت سوم نیز تنها از ۲۰ خاک‌رخ استفاده گردید که به‌صورت تصادفی در منطقه‌ی نمونه انتخاب شدند (این کار برای ۱۳ بار تکرار شد). لازم به ذکر است که چون تعداد ۲۰ خاکرخ برای فرآیند آموزش ANN کم است، برای هر خاکرخ، تعداد ۴ پیکسل (محدوده‌ی ۲*۲ پیکسل) انتخاب شد. در مرحله‌ی بعد، ماتریس درهمی برای نقشه‌های خاک تعیین گردید و صحت عمومی نقشه‌ها محاسبه شد.

[11] Cross operation

ارزیابی نتایج از طریق محاسبه‌ی صحت عمومی نقشه[12] انجام گرفت. این ویژگی، به‌واسطه‌ی تشکیل ماتریس درهمی[13] و با توجه به فرمول زیر قابل محاسبه می‌باشد (باقری بداغ‌آبادی و همکاران، ۲۰۱۵):
(۱

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{ii}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}}$$

که در آن، i و j، به‌ترتیب، بیان‌گر سطر iاُم و ستون jاُم برای مشاهده‌ی X موجود در ماتریس درهمی می‌باشند.
صحت عمومی نقشه (OA)، نشان‌دهنده‌ی آن است که چه تعداد از مشاهدات یا طبقات جداشده، صحیح می‌باشند. بهعبارت دیگر، چه اندازه از نمونه‌ها به‌درستی در طبقات مربوط جای گرفته‌اند.

نتایج و بحث

جدول ۲ مقادیر درصد صحت عمومی برای ویژگی مدل رقومی ارتفاع بههمراه ژئوفرم را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تفاوت چندانی بین نتایج افراد خبره و روش شبکه‌بندی وجود ندارد. بهعبارتی، به‌نظر می‌رسد که افراد خبره یا کارشناسان نتوانسته‌اند سبب بهبود برآورد خاک‌ها شوند. ولی باید توجه داشت که این نتایج بر اساس ۲۰ خاکرخ به‌دست آمده‌اند؛ در حالی که بدون نظر افراد خبره با ۵۴ خاکرخ این کار صورت گرفته است. بنابراین، تأثیر نظر کارشناسان در کاهش زمان و هزینه‌ها بهخوبی نمایان است. از آن‌جا که برای ارزیابی دقیق، باید تعداد خاک‌رخ‌ها در هر دو حالت برابر باشند، در منطقه‌ی نمونه، ۲۰ خاک‌رخ به‌طور تصادفی انتخاب شدند. به‌منظور جلوگیری از اُریب شدن نتایج، انتخاب تصادفی خاک‌رخ‌ها ۱۳ بار تکرار گردید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود (جدول ۲)، صحت عمومی برای درون‌یابی‌ها و برون‌یابی‌ها بر اساس ۲۰ خاک‌رخ تصادفی، تفاوت چشم‌گیری با ۲۰ خاک‌رخ انتخاب‌شده توسط افراد خبره دارد. به‌عبارت دیگر، نتایج نشان می‌دهند که نظر افراد خبره یا کارشناسان سبب بهبود برآورد خاک‌ها شده است. به‌طور میانگین و بدون نظر افراد خبره، صحت در برون‌یابی، حدود ۵۰ درصد (۸/۱۵ در مقابل ۲/۳۶) و در درون‌یابی، حدود ۲۸ درصد (۱/۵۵ در مقابل ۸/۷۵) کم‌تر از حالتی است که با نظر افراد خبره خاک‌رخ‌ها انتخاب شدند. صحت برای آموزش شبکه (OA_{train}) در هر دو حالت، تقریباً برابر است (۹۵ درصد) که این موضوع، بیان‌گر کارآیی خوب و یکسان شبکه عصبی در هر دو حالت است. در مجموع، نتایج حاصل بهخوبی تأثیر نظر افراد خبره یا کارشناسان را هم در افزایش بهبود برآورد خاک‌ها و هم در کاهش زمان و هزینه‌ها نشان می‌دهند.

جدول ۲: درصد صحت عمومی برای نقشه‌های خاک بر اساس سه روش نمونه‌برداری

ترکیب ویژگی‌های مدل رقومی ارتفاع*	صحت عمومی برای سطح فامیل خاک		
	OA_{valid}	OA_{test}	OA_{train}
تمام خاکرخ‌ها	۱/۳۵	۵/۷۴	۳/۹۳
۲۰ خاکرخ افراد خبره	۲/۳۶	۸/۷۵	۳/۹۵
میانگین ۱۳ تکرار برای ۲۰ خاکرخ تصادفی	۸/۱۵	۱/۵۵	۴/۹۵

* همه ویژگی‌های مشتق از DEM به همراه ژئوفرم

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که شبکه‌های عصبی می‌توانند پراکنش خاک‌ها را با استفاده از داده‌های پایه (مانند ویژگی‌های DEM و واحدهای ژئومورفیک) تعیین کنند. بر اساس نتایج کسب‌شده، نقش و اهمیت ویژگی‌های DEM در مدل‌سازی خاک- زمین‌نما به‌خوبی نمایان می‌باشند (به‌ویژه در فرآیند درون‌یابی). استفاده از نظر افراد خبره، علاوه‌بر این‌که می‌تواند در دقت و صحت نقشه تأثیرگذار باشد؛ تأثیر قابل توجهی در کاهش هزینه‌ها و زمان دارد.

منابع

اسفندیارپور بروجنی ع، صالحی م ح، تومانیان ن و محمدی ج. ۱۳۸۸. تأثیر موقعیت منطقه‌ی نمونه و نظر کارشناس بر نتایج روش ژئوپدولوژی در نقشه‌برداری خاک (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی بروجن، استان چهارمحال و بختیاری). مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ویژه‌نامه‌ی علوم آب و خاک، شماره‌ی چهل و نهم، صفحات ۱۱۳ تا ۱۲۷.

[12] Overall map accuracy
[13] Confusion matrix

Bagheri Bodaghabadi M, Mart´ nez-Casasnovas J A, Salehi M H, Mohammadi J, Esfandiarpoor Borujeni I, Toomanian N, Gandomkar A. ۲۰۱۵. Digital soil mapping using artificial neural networks and terrain-related attributes.Pedosphere. ۲۵(۴): ۵۸۰-۵۹۱.

Behrens, T., H. Forster, T. Scholten, U. Steinrucken, E.D. Spies and M. Goldschmitt. ۲۰۰۵. Digital soil mapping using artificial neural networks. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, ۱۶۸(۱): ۲۱-۳۳.

Bui, E.N., ۲۰۰۷, A review of digital soil mapping in australia, Digital soil mapping An Introductory Perspective, Developments in Soil Science, ۳۱: ۲۵-۳۷.

Lagacherie P. and McBratney A.B. ۲۰۰۷. Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. Digital soil mapping: An introductory perspective. Developments in Soil Science, ۳۱: ۳-۲۲.

Lehmann, D., Billen, N., Lenz, R., ۱۹۹۹. Anwendung von Neuronalen Netzen in der Landschafts kologie ± Synthetische Boden kartierung im GIS, in Strobl, J., Blaschke, T.: Anwendung von Neuronalen Netzen in der Landschafts kologie – Synthetische Bodenkartierung im GISBook. Wichmann, Heidelberg, ۳۳۰- ۳۳۶.

McKenzie, N.J. and Ryan, P.J., ۱۹۹۹. Spatial prediction of soil properties using environmental correlation, Geoderma, ۸۹: ۶۷-۹۴.

Ripley, B.D., ۱۹۹۶. Pattern recognition and neural networks. Cambridge University Press, Cambridge, N.Y.

Schaap, M. G., F. L. Leij and M. Th. van Genuchten. ۱۹۹۸. Neural network analysis for hierarchical prediction of soil hydraulic properties. Soil Sci. Soc. Am.J., ۶۲:۸۴۷-۸۵۵.

Zhu A.X., ۲۰۰۰. "Mapping soil landscape as spatial continua: the neural network approach", Water Resour Res, ۳۶(۳): ۶۶۳-۶۷۷.

Abstract

There are various methods to predict and determine soils and also to sample in soil survey, in which free sampling and grid methods have been used a lot. The study investigates assessment of the expert knowledge's effect and prediction method to reduce the time and the cost of digital soil mapping using Artificial Neural Networks (ANN). To run ANN, ۹۰ profiles in grid sampling and ۲۰ profiles, selected by experts, were used. Results showed an acceptable and accurate prediction of different soils using axillary data including DEM attributes and geomorphic data. In addition, results proved the expert knowledge have a significant effect in reducing the time and costs of soil survey, so that the ۲۰ profiles (selected by experts) showed a prediction as well as the ۵۴ profiles in grid method sampling.

ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج در منطقه سنگر وسراوان استان گیلان

امیر مولودی [۱]، نفیسه یغمائیان مهابادی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشدگروه علوک خاک دانشگاه گیلان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
این مطالعه در بخشی از شالیزارهای سنگر و سراوان شهرستان رشت استان گیلان با هدف بررسی تناسب کیفی برنج با دو روش محدودیت ساده و پارامتریک صورت گرفت. نتایج رده‌بندی خاک‌های مورد مط العه نشان داد که خاک‌ها در رده‌های انتی‌سولز، اینسپتی‌سولز و آلفی‌سولز قرار گرفته‌اند. اراضی منطقه مطالعاتی برای کشت برنج دارای تناسب بحرانی (S۳c) با روش محدودیت ساده می‌باشند که رطوبت نسبی در زمان برداشت عامل محدودیت بود. نتایج حاصل از روش پارامتریک حاکی از آن است که اراضی منطقه مطالعاتی برای تولید برنج دارای محدودیت شدید (S۳) و خیلی شدید (N) می‌باشند؛ بطوریکه با استفاده از فرمول استوری، کلاس تناسب کیفی تمام پروفیل‌ها N و با استفاده از فرمول ریشه دوم، برای اکثریت پروفیل‌ها، کلاس تناسب بحرانی(S۳) به دست آمد. عامل ایجاد کننده محدودیت پایین بودن درجه تناسب اقلیم منطقه می‌باشد.

واژه های کلیدی: ارزیابی کیفی تناسب اراضی، برنج، محدودیت ساده، استوری، ریشه دوم

مقدمه
تناسب اراضی عبارت است از میزان مناسب بودن اراضی، برای یک کاربری خاص، که ارزیابی تناسب اراضی می‌تواند برای وضع موجود خاک صورت گیرد (تناسب اراضی واقعی) و یا اینکه ارزیابی برای شرایط بعد از بهبود خاک صورت گیرد (تناسب اراضی بالقوه). ارزیابی تناسب اراضی شامل توصیف ویژگی هایی از خاک است که برای نوع خاصی از کاربری اراضی نیاز است. این اطلاعات که از طریق بررسی خاک به دست می‌آید در توسعه برنامه‌های کاربری اراضی و بیش بینی اثرات کاربری اراضی بر محیط زیست کمک می‌کند .(Van Diepenet al. ۱۹۹۱; Rossiter. ۱۹۹۶) برای ارزیابی تناسب اراضی برای تولید یک محصول باید نیازهای خاکی و اقلیمی گیاه شناخته شود. طبقه بندی ارزیابی تناسب اراضی اصولا برپایه شناخت نیازهای گیاه، شرایط خاک و میزان مطابقت نیازهای گیاه با شرایط خاک می‌باشد. تا به امروز دستور العمل FAO به طور گسترده‌ای برای ارزیابی تناسب اراضی پذیرفته شده است.

برنج یکی از مهمترین مواد غذایی در دنیا محسوب می‌شود به طوریکه حدود ۳/۲ از جمعیت جهان از این ماده غدایی تغذیه می‌کنند. و همچنین این ماده غذایی ۲۱ درصد از سرانه انرژی و ۱۵ درصد از سرانه پروتئین انسان‌ها را تامین می‌کند. البته از نظر مباحث اقتصادی نیز برنج بسیار قابل اهمیت است زیرا که در سراسر جهان میلیون‌ها کشاورز بر روی میلیونها هکتار زمین برای تولید برنج کار می‌کنند، و با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و اهمیتی که برنج در سبد غذایی انسان‌ها دارد، بنابراین افزایش تولید برنج در واحد سطح یک ضرورت به حساب می‌آید (Ryke, ۱۹۸۷).

در نیجریه در پژوهشی که برای تناسب اراضی برای برنج به روش پارامتریک صورت گرفت، خاکهای مطالعه شده به دلیل بافت سبک و وضعیت بد عناصر غذایی در کلاس‌های S۳ و N۱ قرار گرفتند (Olaleye AO. et al, ۲۰۰۸). در مطالعه‌ی صورت گرفته در شالیزارهای شرق استان گیلان مشخص شد که عامل n/N (ساعات آفتابی بر طول روز) و میانگین دما در مرحله رشد سبزینگی مهمترین عوامل محدودکننده تولید برنج می‌باشد (ترابی گل سفیدی و همکاران ۱۳۸۴). همچنین در مطالعه‌ای دیگر در شالیزارهای استان گیلان مشخص شد که میزان رطوبت نسبی در زمان برداشت مهمترین عامل کاهش تولید است (مشتاق ۱۳۸۰). با توجه به اینکه استان گیلان قطب اصلی تولید برنج در کشور است و با توجه به اینکه برنج محصول استراتژیک منطقه است، این مطالعه با هدف بررسی تناسب کیفی شالیزارهای این منطقه با دو روش محدودیت ساده و پارامتریک صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه واقع در غرب استان گیلان در ده کیلومتری شهر رشت در منطقه سنگر و سراوان قرار دارد که این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه ۹ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی به وسعت حدود ۳۰۰ هکتار و ارتفاع متوسط ۴۵ متر واقع شده است. غالب اراضی منطقه مورد مطالعه با توجه به نقشه‌های موجود و بازدید صحرایی، در واحد فیزیوگرافی دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ۱۵۰۰ mm، میانگین دمای سالانه ۹/۱۵ درجه سانتیگراد و میانگین رطوبت نسبی ۹/۸۱% می‌باشد. رژیم حرارتی منطقه مورد مطالعه ترمیک و رژیم رطوبتی یودیک است. پس از بررسی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و عکس‌های هوایی منطقه، موقعیت ۷ خاک‌رخ خاک با توجه به رخساره‌های ژئومورفولوژی، درصد شیب، میزان سنگریزه، کاربری فعلی اراضی، نوع و وضعیت پوشش گیاهی به روش

نمونه‌برداری آزاد (Free Survey) تعیین گردید. پس از تشریح خاک‌رخ‌ها و تعیین خاک‌رخ‌های شاهد نمونه‌های خاک برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی این خاکرخ‌ها جمع‌آوری شدند و آزمایش‌های معمول طبق دستورالعمل ارایه شده توسط پیج و همکاران (۱۹۸۲) انجام شدند. رده بندی خاک‌ها طبق سیستم رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) انجام گرفت. برای تعیین نیازهای اقلیمی، زمین‌نما و خاکی از نشریه ۱۰۱۵ مؤسسه تحقیقات خاک و آب (۱۳۷۶) و همچنین اطلاعات نیازمندی‌های گیاهان (Sys. et al, ۱۹۹۳) استفاده شد. همچنین اطلاعات مربوط به سیکل رشد گیاهان در منطقه، از کشاورزان محلی جمع‌آوری شد.داده‌های اقلیمی مورد نیاز این پژوهش نیز از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک رشت جمع‌اوری شد.. ارزیابی کیفی تناسب برای خاکرخ شاهد هر سری خاک به روش محدودیت ساده و روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) انجام شد. پس از تعیین کلاس تناسب اقلیم، با توجه به کلاس تناسب اقلیم و درجات محدودیت زمین، کلاس تناسب کیفی اراضی برای کشت برنج به دو روش محدودیت ساده و پارامتریک بدست آمد.

نتایج و بحث

نتایج مطالعات خاک‌شناسی منطقه نشان داد که در این منطقه خاک‌ها در سه رده و پنج زیرگروه قرار گرفته‌اند. (جدول ۱). جهت ارزیابی کیفی، ابتدا ارزیابی اقلیم انجام گردید (جدول ۲). با توجه به وسعت منطقه، این ارزیابی برای کلیه واحدهای خاک یکسان در نظر گرفته شد. شاخص، درجه و کلاس اقلیم به روش پارامتریک در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج ارزیابی اقلیمی نشان می‌دهد که مهمترین فاکتور محدود کننده اقلیم در منطقه برای کشت برنج رطوبت نسبی در زمان برداشت می‌باشد که موجب قرار گرفتن اقلیم در کلاس S۳شده است. نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی خاک‌رخ‌های شاهد با توجه به شاخص اراضی محاسبه شده در جدول (۴) نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که کلاس تناسب کیفی برای برنج در این منطقه با روش محدودیت ساده S۳c است که عامل محدود کننده برای برنج در این منطقه برای همه پروفیل‌ها ناشی از شرایط اقلیمی و مربوط به رطوبت نسبی در زمان برداشت است. و نتایج تناسب اراضی با استفاده از روش پارامتریک و با استفاده از دو فرمول استوری و ریشه دوم نشان داد که با استفاده از فرمول استوری کلاس تناسب برای تمام پروفیل ها N به دست آمد و علت این محدودیت شدید به خاطر پایین بودن درجه تناسب اقلیم است.اما در فرمول ریشه دوم کلاس تناسب برای پروفیل‌های ۶ و ۵، S۲ و برای سایر پروفیل‌ها S۳ به دست آمد. به طور کلی می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که شرایط اقلیمی در این منطقه محدود کننده بوده و خصوصیات خاکی اراضی برای کشت برنج مناسب بوده و باعث محدودیت نمی‌شود.

جدول ۱- رده‌بندی خاک‌ها تا سطح زیرگروه بزرگ

شماره پروفیل	زیر گروه خاک
۱	Udifluvents
۲	Udifluvents
۳	Epiaquents
۴	Epiaquents
۵	Epiaquepts
۶	Epiaqualfs
۷	Udorthents

جدول ۲- ارزیابی شرایط اقلیمی منطقه در طول سیکل رشد به روش محدودیت ساده و پارامتریک

ویژگی ها	مقدار	کلاس تناسب	درجه تناسب
میانگین درجه حرارت دوره رشد	۱۷/۲۳	S۲	۱۷/۸۴
میانگین درجه حرارت مرحله گسترش گیاه	۴۸/۲۳	S۲	۸۳/۸۲
میانگین درجه حرارت مرحله رسیدن دانه	۳/۲۵	S۱	۶/۸۵
میانگین درجه حرارت حداقل مرحله رسیدن دانه	۳/۲۰	S۱	۱۲/۹۷
میانگین درجه حرارت حداکثر روزانه گرمترین ماه	۲/۳۰	S۱	۶۶/۸۵
رطوبت نسبی مرحله خاکورزی و رشد سبزینهای	۲۳/۷۷	S۱	۵۲/۹۳
رطوبت نسبی بعد از مرحله شیری شدن	۷۸	S۲	۶۵
رطوبت نسبی در مرحله برداشت	۷۸	S۳	۶/۵۷
n/N در طول فصل رشد	۸/۰	S۱	۹۶

جدول۳- مقادیرشاخص،درجه وکلاس اقلیم منطقه مطالعاتی

روش	روش محدودیت ساده	پارامتریک (استوری)	پارامتریک (ریشه دوم)
شاخص اقلیم	–	۶۸/۱۶	۳۱
درجه اقلیم	–	۷/۲۶	۵۷/۴۴
کلاس اقلیم	S۳	–	–

جدول ۴- مقادیر شاخص اراضی (LI) و کلاس تناسب برای منطقه

شماره پروفیل	محدودیت ساده	پارامتریک			
	کلاس تناسب	شاخصاراضی)استوری(	کلاس تناسب	شاخصاراضی)ریشه دوم(	کلاس تناسب
۱	S۳c	۴۸/۱۶	N	۴۳/۴۵	S۳
۲	S۳c	۰۶/۱۶	N	۰۹/۴۴	S۳
۳	S۳c	۹۸/۱۵	N	۹۷/۴۳	S۳
۴	S۳c	۶/۱۷	N	۹۵/۴۶	S۳
۵	S۳c	۸۳/۲۰	N	۲۶/۵۶	S۲
۶	S۳c	۳۶/۲۰	N	۶۲/۵۵	S۲
۷	S۳c	۴۸/۱۶	N	۴۳/۴۵	S۳

منابع

ترابی گلسفیدی ح، گیوی ج و کریمیان اقبال م ۱۳۸۴ . ارزیابی خاکهای زیرکشت برنج با استفاده از روش FCCو پارامتریک و مقایسه آنها با یکدیگر در استان گیلان. پژوهش و سازندگی(نشریه زراعت)، جلد ۱۸ ، شماره ۲. صفحه‌های ۲۰ تا ۳۱.

گیوی ج، ۱۳۷۶ . ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. موسسه تحقیقات خاك و آب، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵ ، ۱۰۰ صفحه.
مشتاق م، ۱۳۸۰ . ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات مهم دیم و فاریاب در استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
Olaleye AO, Akinbola GE, Marake VM, Molete SF and Mapheshoane B, ۲۰۰۸. Soil in Suitability Evaluation for Irrigated Lowland Rice Culture in Southwestern Nigeria: Management Implications for Sustainability Communications in Soil Science and Plant Analysis ۳۹: ۲۹۲۰-۲۹۳۸.
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, Soil Science Society of America, Madison
P. Ryke, "Man's impact on the environment," Koers-Bulletin for Christian Scholarship, vol. ۵۲, pp. ۴۴۰-۴۸۰, ۱۹۸۷.
Rossiter DG ۱۹۹۰. ALES: A framework for land evaluation using a microcomputer. Soil Use and Management ۶, ۷-۲۰.
Soil Survey Staff, ۲۰۱۴. Keys to soil taxonomy (۱۲th ed.). NRCS, USDA, USA
Sys C. Van Ranst E. and Debaveye J. ۱۹۹۳. Land evaluation. Part III: Crop requirements. General Administration for Development cooperation, Agricultural Publication. No: ۷, Brussels, Belgium. ۱۹۹ p.
Van Diepen CA Van Keulen H Wolf J & Berkhout JAA ۱۹۹۱. Land evaluation: from intuition to quanti®cation. In: Advances In Soil Science, ed BA Stewart, Springer, New York, pp ۱۳۹-۲۰۴.

Abstract

This study was conducted in the Sangar and Saravan city's paddies of Guilan to determine the quality suitability of rice with parametric and limited methods. The results showed that the soils are classified in categories Entisol, Inceptisol and Alfisol. The study of land area for rice cultivation has critical relevance (S۳c)with simple limitation in which relative humidity at harvest time has cuased constraints. The results of parametric studies indicate that land area for rice production has severe (S۳) and very severe (N) limitations So that using the Estory's formula, quality suitability class for all profiles yielded N and using the square root formula, for the majority of profiles, critical suitability class yielded S۳. The low suitability of regional climate is causing limited

تاثیر خصوصیات زیست اقلیمی بر تغییرات کربنات کلسیم اجزاء اندازه‌ای ذرات خاک

علیرضا راهب [۱]، احمد حیدری [۲] و شهلا محمودی [۳]
۱- دانشجوی دکتری تخصصی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۲ -دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران،
۳- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

چکیده
با توجه به اینکه بخش عمده ای از ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک فرا گرفته، منبع کربن غیرآلی (کربنات) خاک و پویایی آن می‌تواند در فهم بهتر مباحث علوم خاک بسیار مهم و تاثیرگذار باشد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی ۶ خاکرخ در سه منطقه با اقلیم خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب مورد مطالعه قرار گرفت. مقدار کربنات کلسیم در هر سه منطقه در افق‌های سطحی کمتر از افقهای زیرین بوده و با افزایش عمق افزایش می‌یابد. همچنین جز شن و سیلت در تمامی اعماق نسبت به جزء رس خاک مقدار درصد کربنات کلسیم بیشتری دارد. تجمع آهک در مناطق خشک و نیمه خشک بعلت بارندگی کمتر بیشتر در سطح بوده در حالیکه بارندگی بیشتر در اقلیم‌های نیمه‌مرطوب سبب افزایش عمق تجمع کربنات کلسیم در خاک می‌شود.

واژه های کلیدی: خشک و نیمه خشک، رس، کربن غیرآلی

مقدمه
آب و هوا از طریق عوامل اقلیمی مانند بارندگی، دما، تبخیر و تعرق، یخبندان، باد و همچنین تشعشع برروی بعضی از فرآیندهای خاکسازی تأثیر می‌گذارد (جعفری و سرمدیان، ۲۰۰۳). پدوژنز خاکهای خیلی جوان مثل خاکهای ایران به طور نسبتاً ثابت تحت تأثیر شرایط اقلیمی فعلی می‌باشد، در حالیکه در مورد بسیاری دیگر از خاکهای دنیا تحول پروفیلی تحت تأثیر بیش از یک نوع اقلیم صورت گرفته است (منافی، ۱۳۸۷). مشخص و مبرهن است که توصیف صحیح کربن خاک و کنترل عوامل موثر بر اشکال مختلف آن، پیش‌بینی پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیم و پوشش گیاهی را آسان می‌نماید (Jobbagy and Jackson, ۲۰۰۰). با این وجود اکثر مطالعات، بیشتر بر روی مقادیر کربن آلی در لایه‌های سطحی خاک متمرکز شده و تغییرات کربن غیرآلی نادیده گرفته شده است (Wang et al., ۲۰۱۰).

در کنار کربن آلی خاک، بسیاری از خاکها دارای شکل متفاوتی از کربن تحت عنوان کربن غیرآلی (SIC) هستند. این نوع کربن تقریبا حدود یک سوم از منابع کربن را به خود اختصاص داده است (Hirmas et al., ۲۰۱۰) اما در ارتباط با عوامل موثر بر آن و پویایی آن اطلاعات بسیار اندکی وجود دارد (Wu et al., ۲۰۰۹). بیشتر کربن غیرآلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک مشاهده شده و غالبا به دو شکل کربنات کلسیم ($CaCO_3$) و دولومایت [$Ca, Mg (CO_3)_2$]وجود دارد و همچنین کربن غیرآلی می‌تواند به دو کلاس کربن غیرآلی زمین ساخت (لیتوژنیک) و کربن غیرآلی خاکساخت (پدوژنیک) تقسیم گردد (Batjes, ۱۹۹۶). کربن غیرآلی لیتوژنیک به ارث رسیده از مواد مادری و بدون دخالت تغییرات و فرآیندهای خاکسازی است در حالیکه کربن غیرآلی پدوژنیک شکلی از کربن غیرآلی است که تحت تاثیر فرآیندهای خاکسازی حاصل شده و ناشی از انحلال و رسوب کربنات‌های موجود در مواد مادری و تحت تاثیر فشار دی‌اکسیدکربن است (Drees et al., ۲۰۰۱). وجود کربنات کلسیم در حد ایده‌آل در خاکها سبب تشکیل خاکدانه‌های مناسب، افزایش پایداری و ایجاد ساختمان‌های مطلوب، افزایش قابلیت نفوذپذیری آب، افزایش فراهمی و قابلیت جذب برخی عناصر غذایی، تعدیل کننده pH خاک می‌گردد. البته مطالب فوق در حالتی مصداق دارد که فراوانی کربنات کلسیم در خاک بیش از حد نباشد، زیرا در صورتی که مقدار کربنات کلسیم از حد متعارف در عمقی از خاک بیشتر باشد نفوذ آب و ریشه گیاهان با دشواری مواجه شده و قابلیت جذب و فراهمی بسیاری از عناصر غذایی تغییر خواهد نمود.

کربن غیرآلی خاک با مقدار تقریبی ۱۰۰۰ پتاگرم در یک متری خاک در مقیاس جهانی یکی از منابع بزرگ کربن است (Eswaran et al., ۲۰۰۰). کربن غیرآلی نقش بسیار زیادی در توقف دراز مدت کربن دارد (Lal, ۲۰۰۴). از طرف دیگر در مناطق خشک و نیمه خشک منابع کربن غیرآلی حدود ۲ تا ۱۰ برابر بیشتر از ذخیره کربن آلی هستند (Eswaran et al., ۲۰۰۰; Batjes, ۲۰۰۴b).

از اینرو در وسعت جهانی، منبع کربن غیرآلی خاک و پویایی آن می‌تواند بسیار مهم و تاثیرگذار باشد به ویژه در خاک‌های ایران که بخش عمده‌ای از آنها را مناطق خشک و نیمه‌خشک فرا گرفته که غنی از کربن غیر آلی هستند. بهمین دلیل در بررسی و تجزیه و تحلیل کربن در خاک، بررسی منبع غیرآلی آن در ایران بسیار مهم است. بنابراین این مطالعه با منظور بررسی نقش اقلیم در تشکیل و توزیع کربنات کلسیم در خاك و همچنین اجزای اندازه‌ای ذرات خاک سه اقلیم متفاوت خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق مورد نظر در سه منطقه کشور با اقلیم متفاوت خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب براساس شاخص دومارتن انجام گردید. منطقه خشک واقع در استان البرز، شهرستان اشتهارد با بارندگی متوسط سالیانه حدود ۲۰۰ میلی‌متر دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک، منطقه نیمه خشک واقع در استان قزوین، شهرستان قزوین با بارندگی متوسط سالیانه حدود ۳۵۰ میلی‌متر دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک و منطقه نیمه مرطوب واقع در استان گیلان، شهرستان رودبار با بارندگی متوسط سالیانه حدود ۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد. پس از تعیین محدوده و بررسی نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی منطقه، تعداد ۶ خاکرخ (۲ خاکرخ در هر منطقه) انتخاب، حفر، تشریح و نمونه‌برداری گردید.

جهت انجام مطالعات فیزیکوشیمیایی، نمونه‌های مورد نظر پس از هواخشک کردن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و آزمایش‌های لازم از جمله بافت به روش هیدرومتر (بایوکاس، ۱۹۳۶)، EC ، pH و درصد کربنات کلسیم معادل (CCE) با استفاده از روش کلسیمتری انجام گردید (Sparks, ۱۹۹۶). جهت تعیین توزیع اندازه ذرات رس و سیلت و جداسازی آنها با توجه به قانون استوکس از روش رسوب و سیفون (Bronick and Lal, ۲۰۰۵) و برای جدا نمودن ذرات بخش شن از روش الک کردن (الک ۲۷۰ مش) استفاده گردید (Gee and Or, ۲۰۰۲). تشریح خاکرخ‌ها بر اساس روش های استاندارد (USDA-NRCS, ۲۰۰۲) و رده‌بندی خاک‌ها نیز براساس رده‌بندی امریکایی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) صورت گرفت.

نتایج و بحث

رده‌بندی خاکهای مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. مطالعه خاکرخ‌های حفر شده نشان می‌دهد خاک‌های منطقه در سه رده اینسپتی‌سولز، اریدی‌سول و مالی‌سولز طبقه‌بندی می‌شوند. در منطقه خشک به لحاظ دمای بالا، بارندگی کمتر و عدم وجود پوشش گیاهی مناسب نسبت به دو منطقه مورد مطالعه دیگر، عوامل خاکسازی نتوانسته‌اند تأثیر چندانی در تحول و تکامل خاک داشته باشند (جدول ۱).

از جمله فرآیندهای بارز خاکسازی در مناطق مورد مطالعه می‌توان به حرکت و آبشویی کربنات کلسیم در عمق نیم رخ خاک اشاره نمود که از منطقه خشک به نیمه‌مرطوب به وضوح قابل مشاهده می‌باشد. آهک ثانویه در افقهای زیر سطحی پروفیل‌ها، به شکل رگه‌های نازک، میسیلیوم، نودولها حضور دارد که درجه تکاملی آنها در منطقه نیمه‌مرطوب بیشتر است. میزان کربنات کلسیم خاکها دامنه گسترده‌ای را بر حسب میزان آبشویی نشان می‌دهد. مقدار کربنات کلسیم در هر سه منطقه مورد مطالعه در افق‌های سطحی کمتر از افقهای زیرین بوده و با افزایش عمق افزایش می‌یابد و دامنه تغییرات آن در نمونه‌های مورد مطالعه بین حداقل مقدار تا ۹/۲۵ درصد متغیر است (جدول ۱، شکل ۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای مناطق مورد مطالعه

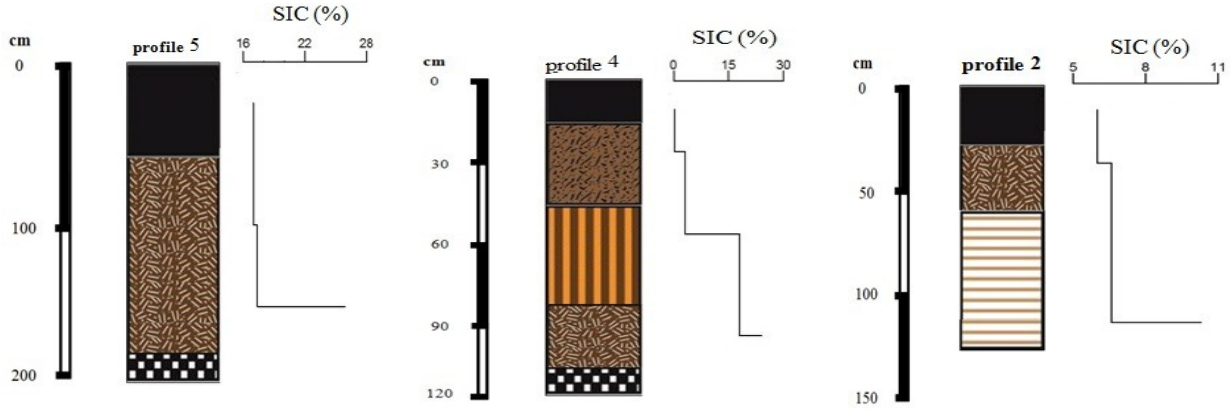
افق	عمق cm	بافت خاک	pH	EC dSm^{-1}	تجمعات مورفولوژیک آهک*	CCE %	درصد کربنات کلسیم شن	سیلت	رس	(CCE)
منطقه خشک- خاکرخ ۱- Typic Haplocalcids										
A	۱۵-۰	L	۵/	۰۴/	۱۰	۳/۲	۲۵/۱	۴۴/۳	۷۲/۱	
Bk۱	۴۰-۱۵	C.L	۴/	۳۳/	F SS ۱	۱۳	۱۰	۱۲/۱	۲۷/۸	
Bk۲	۷۰-۴۰	S.C.L	۴/	۸۳/	F SS ۱,۲	۶/۱۸	۸۷/۶	۶۲/۳	۲۴/۷	
منطقه خشک- خاکرخ ۲- Typic Haplocambids										
A	۲۸-۰	S.C.L	۳/	۸۳/	۲۰	۶	۵۶/۶	۲۵/۶	۰۶/۲	
Bk	۵۲-۲۸	S.L	۴/	۵۷/	F SS ۱	۶/۶	۸۷/۶	۱۹/۷	۱/۳	
BCk۱	۸۰-۵۲	S.L	۴/	۵۴/	F SS ۱	۶/۶	۵	۶۹/۹	۴۵/۳	
BCk۲	۱۲۰-۸۰	S.L	۲/	۵۸/۰	F SS ۱	۳/۱۰	۱۲/۸	۱۵	۸۳/۴	
منطقه نیمه خشک- خاکرخ ۳- Typic Calcixerepts										
A	۱۴-۰	S.C.L	۲/	۷۱/	۳۰	۷/۱	۵/۲	۳۱/۰	۴۵/۳	
Bk	۳۵-۱۴	S.C.L	۳/	۷۳/	M SS ۲	۶/۷	۱۹/۷	۹۴/۵	۴۵/۳	
Cr	۸۰-۳۵	L	۳/	۴۸/	M SS ۲	۴/۱۸	۷۵/۱۳	۳۷/۲	۶۳/۲	
منطقه نیمه خشک- خاکرخ ۴- Calcic Argixerolls										
A	۱۵-۰	C	۵/	۵۹/	۴۰	Trace	۲۵/۱	۸۷/۱	۰۶/۲	
Bt	۴۵-۱۵	C	۵/	۵۷/	-	۱/۳	۲۵/۶	۹۴/۵	۳۸/۱	
Btk	۸۰-۴۵	C	۵/	۵۸/	M SS ۱	۱۸	۶۲/۵	۳۷/۱	۵۸/۷	
Bk	۱۱۰-۸۰	C	۶/	۳۳/	M SS ۱	۲۴	۸۷/۳۶	۵۶/۲	۴۸/۱	

۹۶/۸	۱۵	۱۲/۸	۱۷	۵۰	۷۵/	۴/	C	۴۵-۰	
۳۴/۱	۱۵	۱۲/۱۸	۴/۱۷	F SF ۱	۰۷/	۳/	C	۱۲۰-	Bk۱
۲۷/۸	۶۸/۲	۱۵/۲۱	۹/۲۵	C SF, Nodule ۳	۵۶/	۳/	C	۲۰۰-۱۲۰	Bk۲
منطقه نیمه مرطوب- خاکرخ ۶- Calcic Haploxerepts									
۱۴/۴	۱۸/۱	۸۲/۱۳	۵/۱۲	۶۰	۱	۴/	C.L	۲۱-۰	A
۹۳/۷	۱۸/۱	۳۱/۱۵	۵/۱۲	۲M SS,SF	۵۱/	۵/	C	۹۰-۲۱	Bk۱
۶۵/۹	۶۸/۱	۵/۱۲	۴/۱۵	۲M SS,SF	۳۶/	۴/	C	۱۶۰-۹۰	Bk۲

*** فراوانی تجمع کربنات کلسیم: ۱ (کمتر از ۲ درصد)، ۲ (۲۰-۲ درصد) و ۳ (بیشتر از ۲۰ درصد)- اندازه تجمع کربنات کلسیم: F (کوچک)، M (متوسط)، C (بزرگ)- شکل کربنات کلسیم: SS (اشکال پودری)، SF (اشکال میسیلیومی)**

نتایج حاصله گویای این مطلب است که با افزایش عمق مقدار کربنات کلسیم در هر سه جز افزایش می‌یابد و همچنین جز شن و سیلت در تمامی اعماق نسبت به جزء رس خاک مقدار درصد کربنات کلسیم بیشتری دارد. آهک موجود در جزء شن حدواسط دو جزء دیگر می‌باشد و به عبارت دیگر تجمع کربنات کلسیم در مناطق مورد مطالعه بیشتر در اجزای درشت خاک می‌باشد. با توجه به اینکه در میان اجزای اندازه‌ای ذرات خاک سیلت نقش تعدیل کنندگی و افزایش حاصلخیزی خاک را به عهده دارد، می‌توان چنین بیان نمود که در مناطق سه گانه مورد مطالعه به طور خاص و در اقلیم های مورد بررسی بطور عام سیلت نقش مهمی در تعادل بین خاک و گیاه از نظر تغذیه‌ای با تاثیرگذاری بر pH و فراهمی عناصر غذایی ایفا می‌کند.

رامشنی و ابطحی (۱۳۷۲) در بررسی تأثیر اقلیم در تحول خاکها، نتیجه گرفتند که با افزایش بارندگی و کاهش درجه حرارت، خاکها از تکامل پروفیلی و تنوع افق‌های بیشتری برخوردار می‌شوند. نتایج جدول ۱ و شکل ۱ نشان می‌دهد که عمق تجمع کربنات کلسیم در اقلیم نیمه‌مرطوب بیشتر از مناطق خشک و نیمه‌خشک است. از یک طرف چون باران مناطق خشک و نیمه‌خشک سیلاب و اغلب به صورت رگبار است و از طرف دیگرسطحی بودن خاک نیز مزید بر علت گشته آبشوئی املاح کلسیم، سدیم و منیزیم نیز اکثرا درجهت کاملا عمودی صورت نمی‌گیرد، در نتیجه تجمع آهک در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر در سطح (تا یک متر) صورت می‌گیرد. در حالیکه بارندگی زیاد و طولانی مدت در اقلیم‌های نیمه‌مرطوب سبب آبشویی عمودی عناصر گشته و نتیجه آن افزایش عمق تجمع کربنات کلسیم در خاک بوده و علائم تجمع آهك ثانویه در افق‌های تحتانی مشاهده می‌شود. احتمالاً مکانیسم آن به این صورت است که گاز کربنیك در آب باران حل شده و باعث تبدیل کربنات کلسیم نامحلول به بی‌کربنات محلول می‌گردد. این بی‌کربنات شسته شده و در محلی از پروفیل که فشار جزئی گازکربنیك کم باشد یا خاك بسیار خشك باشد دوباره به صورت کربنات درآمده و رسوب می‌کند (Suarez and Rhoades, ۱۹۸۲). عمق تشکیل افق کلسیك رابطه مستقیم با میزان بارندگی مؤثر داشته و حداکثر تجمع آهك به طور عمده به منطقه نفوذ آب مؤثر در خاك مربوط می‌شود که اغلب بالاتر از عمق نفوذ باران است (Boul et al., ۱۹۸۹). عوامل دیگری نیز می‌تواند بر عمق شستشوی کربنات کلسیم مؤثر باشد که از جمله قابلیت نفوذ خاك، میزان شیب زمین، بافت، ساختمان، سن خاك، تراکم و درصد کربنات کلسیم می‌باشد (Wilding et al., ۱۹۸۳).



شکل ۱- روند تغییرات کربنات کلسیم (SIC) در برخی خاکرخ های مناطق مورد مطالعه

منابع

جعفری، م. و سرمدیان، ف. ۱۳۸۲، مبانی خاکشناسی عمومی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۲۷۶.

رامشنی، خ. و ابطحی، ع. ۱۳۷۲، تاثیر اقلیم و توپوگرافی بر تشکیل خاکهای کهگیلویه، چهارمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

منافی، ش. ۱۳۸۷، مطالعه مینرالوژی و میکرومورفولوژی خاک‌های خشک و نیمه خشک و امکان استفاده از آن‌ها برای بازسازی اقلیم دیرین در بخشی از البرز جنوبی (منطقه قزوین)، پایان‌نامه‌ی دکتری علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

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 Tillage Research, ۸۱ : ۲۳۹-۲۵۲.

Buol S.W., Hole F.D. and McCraken R.J. ۱۹۸۹. Soil genesis and classification. ۲nd edition. Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa., ۴۴۶p.

Gee G.W. and Or D. ۲۰۰۲. Particle-size analysis Pp.۲۵۵-۲۹۵. In: Warren AD (ed). Methods of Soil Analysis. Part ۴. Physical Methods. Soil Science Society America Inc., USA.

Jobbagy EG, Jackson RB. ۲۰۰۰. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecol Appl, ۱۰:۴۲۳-۳۶.

Lal R. ۲۰۰۴. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, ۱۲۳: ۱-۲۲.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. ۱۲nd Ed. NRCS. ۳۷۲p.

Sparks D.L. ۱۹۹۶. Method of soil Analysis. Part ۳. Chemical Methods. American Society of Agronomy, ۱۳۹۰ p.

Suarez D.L., and Rhoades J.D. ۱۹۸۲. The apparent solubility of calcium carbonate in soil. Soil Science Society America Journal, ۴۶: ۷۱۶-۷۲۲.

USDA-NRCS. ۲۰۰۲. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version ۲.۰, National Soil Survey Center, pp. ۲۲۸.

Wilding L.P., Smeck N.E., and Hall G.F. ۱۹۸۳. Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions. Elsevier Publishing Company, ۳۰۳p.

Wang Y., Li Y., Ye X., Chu Y., and Wang X. ۲۰۱۰. Profile storage of organic/inorganic carbon in soil: From forest to desert. Science of the Total Environment, ۴۰۸: ۱۹۲۵-۱۹۳.

Abstract

As regards much of Iran is covered by arid and semi-arid regions, source of inorganic carbon (carbonates) of soil and its dynamics can have very important and effective to better understanding of the topics of the soil sciences. Physicochemical properties of ۶ profiles were studied in the three regions with arid, semi-arid and semi-humid climates. The amount of calcium carbonate in all three regions in the surface horizons is lower than sub-surface horizons and increases with depth. As well as sand and silt components have more calcium carbonate percent at the all depth to the clay component. Due to less rainfall in arid and semi-arid regions, accumulation of lime is high on the surface; while more rainfall in semi-humid climates increases depth of the calcium carbonate concentration in the soil.

مقایسه‌ی پهنه‌بندی زمین‌آماری و مرسوم در تعیین تغییرات برخی از ویژگی‌های خاك سطحی(مطالعه‌ی موردی: ساردوئیه، شهرستان جیرفت)

زهرا فاریابی [۱]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۲]، حسین شکفته [۳] و حسین شیرانی [۲]
۱- دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
پژوهش حاضر به تخمین برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در واحدهای نقشه‌ی ژئوفرم بخشی از اراضی منطقه‌ی ساردوئیه با کاربرد روش‌های سنتی نقشه‌برداری خاک، کریجینگ، و ترکیب این دو شیوه در قالب یک تخمینگر واحد پرداخته است. پس از تهیه‌ی نقشه‌ی ژئوفرم منطقه، از خاک سطحی ۱۵۰ نقطه‌ی مشاهداتی در قالب یک الگوی نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده، نمونه‌برداری شد و آنالیزهای آزمایشگاهی لازم بر روی آنها انجام گرفت. مقدار تخمین و واریانس خطای تخمین متغیرهای مطالعاتی با استفاده از تخمینگرهای مورد نظر محاسبه شد و اعتبارسنجی آن‌ها با شاخص‌های آماری ضریب تبیین و جذر میانگین مربعات خطای نسبی انجام گرفت. نتایج نشان داد زمانی که کلاس همبستگی مکانی یک متغیر قوی بود، استفاده از تخمینگر کریجینگ و روش ترکیبی، تخمین موفقیت‌آمیزی از ویژگی‌های خاک را به همراه داشت؛ اما استفاده از روش ترکیبی برای تخمین ویژگی‌های دارای کلاس همبستگی مکانی متوسط، از ارجحیت قابل توجهی نسبت به دو تخمینگر دیگر برخوردار نبود.

واژگان کلیدی: تغییرپذیری خاک، کریجینگ، نقشه‌برداری خاک

مقدمه
در علوم خاک، منبع اصلی اطلاعات در مورد ویژگی‌های خاک، نقشه‌های مرسوم خاک[۱۴] هستند. از سوی دیگر، ارزیابی خاک‌ها معمولاً بر اساس نقشه‌ی خاک و واحدهای آن امکان‌پذیر می‌گردد. بنابراین، نقشه‌های موضوعی خاک[۱۵] که با این روش تولید می‌شوند، به‌طور معمول از دقت کافی برخوردار نمی‌باشند و در شرایطی که پدیده‌ی مورد نظر دارای تغییرات مکانی قابل توجه‌ی باشد، شیوه‌های سنتی تهیه‌ی نقشه‌ی خاک در تفسیر این تغییرات نارسا می‌باشند (صالحی و همکاران، ۱۳۸۶). از طرف دیگر، پیش‌بینی ویژگی‌های خاک با استفاده از نقشه‌های تفصیلی خاک انجام می‌شود. اما بایستی توجه داشت که خصوصیات خاک از مکانی به مکان دیگر، حتی در رابطه با یک نوع خاک معین و یا یک واحد نقشه‌ی خاص، تغییر می‌کنند (Warrick and Nielsen, ۱۹۸۰). بنابراین، تخمین‌های نقطه‌ای با استفاده از نقشه‌های سنتی خاک از دقت مناسبی برخوردار نیستند (Burgess and Webster, ۱۹۸۰). به همین دلیل، در دهه‌های اخیر روش‌های درون‌یابی بهطور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به دیگر سخن، روش‌های مختلفی برای تخمین متغیرهایی که دارای تغییرات زمانی و مکانی می‌باشند، به وجود آمده‌اند. تفاوت عمده‌ی این روش‌ها مربوط به نحوه‌ی محاسبه است. به‌طور کلی، مجموعه‌ای از روش‌های آماری تحت عنوان زمین‌آمار[۱۶] برای بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند که ارایه‌دهنده‌ی ابزاری برای توصیف الگوی تغییرپذیری (واریوگرام[۱۷]) و تخمین (کریجینگ[۱۸]) متغیر در نقاط نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات محل‌های نمونه‌برداری شده می‌باشند. از سوی دیگر، موقعی تخمین‌های کریجینگ برای یک منطقه با چندین واحد خاک از دقت بالاتری برخوردار خواهند بود که تابع واریوگرام برای هر واحد خاک به‌طور جداگانه محاسبه شود (Stein *et al.*, ۱۹۸۸). با این حال، هاولینک و بیرکنز (۱۹۹۲) تخمینگری مرکب از نقشه‌های سنتی خاک و کریجینگ را ابداع نمودند که نیاز به محاسبه‌ی واریوگرام‌های جداگانه برای هر کدام از واحدهای نقشه را کاهش داد. از این رو، ترکیب نقشه‌های سنتی خاک با تخمینگر کریجینگ، به‌ویژه زمانی که تعداد نقاط مشاهداتی در هر واحد نقشه کم باشد، می‌تواند مفید واقع شود. بنابراین، پژوهش حاضر به تخمین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در واحدهای نقشه‌ی ژئوفرم (واحدهای ژئوپدولوژیک) بخشی از اراضی منطقه‌ی ساردوئیه‌ی جیرفت با استفاده از اطلاعات روش سنتی نقشه‌برداری خاک، روش کریجینگ و ترکیب این دو شیوه در قالب یک تخمینگر واحد پرداخته است و نتایج آنها را با همدیگر مقایسه نموده است.

---
[۱۴] Conventional soil maps
[۱۵] Soil thematic maps
[۱۶] Geostatistics
[۱۷] Variogram
[۱۸] Kriging

مواد و روش‌ها

قسمتی از اراضی مرتعی بخش ساردوئیه‌ی شهرستان جیرفت واقع در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ′۱۷ ۵۷ تا ′۲۰ ۵۷ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ′۱۱ ۲۹ تا ′۱۵ ۲۹ شمالی با مساحتی حدود ۶۱۰ هکتار برای این پژوهش انتخاب گردید. میانگین دما و بارندگی سالیانه‌ی این منطقه، به ترتیب ۴/۱۲ درجه‌ی سلسیوس و ۶/۲۶۱ میلی‌متر می‌باشد و سیمای اراضی غالب آن از نوع دامنه[۱۹] با متوسط شیب حدود ۸ درصد است.

پس از تهیه‌ی عکس‌های هوایی (۱:۲۰۰۰۰)، نقشه‌ی توپوگرافی (۱:۲۵۰۰۰) و نقشه‌ی زمین‌شناسی (۱:۱۰۰۰۰۰) منطقه‌ی مطالعاتی، انواع ژئوفرم‌های موجود در منطقه (نقشه‌ی ژئوفرم منطقه) بر اساس راهنمای سلسله مراتبی ارایه‌شده توسط زینک[۲۰] (۱۹۸۹) ترسیم شد. سپس با بهره‌گیری از نرم‌افزار ایلویس[۲۱]، موقعیت ۱۵۰ نقطه‌ی مشاهداتی (با میانگین فاصله‌ی ۲۰۰ متر) در این ژئوفرم‌ها در قالب یک الگوی نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده طراحی گردید. پس از آن، موقعیت هر یک از نقاط مشاهداتی با استفاده از سامانه‌ی موقعیت‌یاب جهانی[۲۲] در صحرا مشخص شد. سپس از خاک سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) هر نقطه‌ی مشاهداتی با استفاده از متـه نمونه‌برداری انجام گرفت. به‌علاوه، با استفاده از سیلندر، نمونه‌های دست‌نخورده از هر موقعیت مشاهداتی برای اندازه‌گیری چگالی ظاهری خاک برداشت گردید. پس از هواخشک نمودن نمونه‌های برداشت‌شده و عبور آن‌ها از الک دو میلی‌متری، درصد ذرات درشت، بافت خاک، واکنش خاک، کربنات کلسیم معادل، قابلیت هدایت الکتریکی، درصد ماده‌ی آلی، مقدار نگه‌داشت آب در حالت ظرفیت زراعی و چگالی ظاهری خاک با کاربرد روش‌های معمول و استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد.

مطالعات زمین‌آماری این پژوهش در قالب دو مرحله‌ی واریوگرافی (با استفاده از تابع واریوگرام) و تخمین (با کاربرد تخمینگر کریجینگ معمولی) انجام گرفت و پس از آن، واریانس خطای تخمین (σ^2_R) از طریق معادله‌ی زیر محاسبه شد (Goovaerts, ۱۹۹۹):

$$\sigma^2_R = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \gamma(x_i, x_o) + \Psi \qquad (۱)$$

که λ_i وزن نقطه‌ی iاُم، $\gamma(x_i, x_o)$ مقدار سمی‌واریانس بین نقطه‌ی iاُم و نقطه‌ی مورد تخمین، و Ψ پارامتر لاگرانژ می‌باشد.

فرض اساسی در استفاده از نقشه‌ی ژئوفرم، آن است که این نقشه اقدام به تفکیک خاک‌های منطقه‌ی مورد نظر به تعداد محدودی واحد همگن می‌کند. بنابراین، ارزش عددی یک خصوصیت خاک در یک محدوده‌ی معین، برابر با مقدار میانگین آن خصوصیت در واحد مورد نظر به‌علاوه‌ی مؤلفه‌ی تصادفی باقی‌مانده‌ها است. در نتیجه، برای تخمین متغیر X در نقطه‌ی نمونه‌برداری‌نشده‌ی iاُم موجود در واحد ژئوفرم kاُم (یا به‌عبارتی، X_{ik}^{*}) از رابطه‌ی زیر استفاده شد:

$$X_{ik}^{*} = m_k = \frac{1}{n_k} \cdot \sum_{j=1}^{n_k} X_{jk} \qquad (۲)$$

که m_k میانگین متغیر مورد نظر در واحد ژئوفرم kاُم، n_k تعداد نقاط مشاهداتی موجود در واحد ژئوفرم kاُم و X_{jk} مقدار متغیر مورد نظر در نقطه‌ی مشاهداتی jاُم می‌باشد.

در چنین شرایطی، واریانس خطای تخمین نقشه‌ی ژئوفرم (σ^2_s) از طریق رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$\sigma^2_s = S^2_w + \frac{S^2_w}{N} \qquad (۳)$$

که S^2_w و N به ترتیب بیانگر واریانس درون‌واحدی[۲۳] و تعداد کل نقاط مشاهداتی می‌باشند.

واریانس درون‌واحدی نقشه‌ی ژئوفرم منطقه‌ی مطالعاتی برای هر کدام از متغیرهای مورد نظر نیز از رابطه‌ی زیر محاسبه شد (Webster and Oliver, ۱۹۹۰):

---

[۱۹] Piedmont
[۲۰] Zinck
[۲۱] ILWIS
[۲۲] Global Positioning System (GPS)
[۲۳] Within-class variance

$$S^2_w = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_k}(X_{ij} - m_k)^2}{N-k} \quad (۴)$$

که k نشانگر تعداد واحدهای نقشه است.

تخمین‌های ترکیبی نقشه‌ی ژئوفرم- کریجینگ، با استفاده از روش وزن‌دهی ارایه‌شده توسط هاولینک و بیرکنز (۱۹۹۲) انجام گرفت. بدین ترتیب، مقدار مورد تخمین (Z^*) از ترکیب خطی وزن‌دار شده‌ی حاصل از تخمین نقشه‌ی ژئوفرم (Z_S) و تخمین کریجینگ (Z_K) مطابق معادله‌ی زیر به‌دست آمد:

$$Z^* = W_K Z_K + W_S Z_S \quad (۵)$$

وزن‌های W_K و W_S مطابق زیر محاسبه می‌شوند:

$$W_S = \frac{\sigma^2_K - \rho_{SK}\sigma_S\sigma_K}{\sigma^2_S + \sigma^2_K - 2\rho_{SK}\sigma_S\sigma_K} \quad (۶)$$

$$W_K = \frac{\sigma^2_S - \rho_{SK}\sigma_S\sigma_K}{\sigma^2_S + \sigma^2_K - 2\rho_{SK}\sigma_S\sigma_K} \quad (۷)$$

در این معادله‌ها، σ^2_S و σ^2_K به ترتیب، واریانس خطای تخمین توسط نقشه‌ی ژئوفرم و تخمینگر کریجینگ در محل‌های مورد نظر می‌باشند. ρ_{SK} عبارت از ضریب همبستگی بین خطاهای تخمین به‌وسیله‌ی دو تخمینگر نقشه‌ی ژئوفرم و کریجینگ است. این ضریب همبستگی با استفاده از تفاوت بین مقادیر برآوردشده و واقعی محاسبه می‌شود.

در نهایت، با توجه به مقادیر مشاهده‌شده (واقعی) و مقادیر برآوردشده (تخمینی) و با استفاده از شاخص‌های آماری ضریب تبیین[۲۴] (R^2) و جذر میانگین مربع خطای نسبی (RMSE%[۲۵]) صحت تخمین‌ها محاسبه شد:

$$RMSE\% = 100.\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X' - X)^2 / n}}{\overline{X}} \quad (۸)$$

که X و X'، به‌ترتیب، بیانگر مقادیر واقعی و تخمینی مشاهدات می‌باشند. n، تعداد مشاهدات را نشان می‌دهد و $\overline{X}$، نشانگر میانگین مقادیر واقعی مشاهدات است.

نتایج و بحث

مدل برازش‌یافته به‌همراه اجزای مربوط به واریوگرام هر متغیر (شامل دامنه، حد آستانه و اثر قطعه‌ای) در جدول ۱ ارایه شده‌اند. توجه به مقادیر واریانس قطعه‌ای، حد آستانه و دامنه‌ی واریوگرام‌ها در این جدول، حاکی از وجود تفاوت در وابستگی‌های مکانی ویژگی‌های خاک می‌باشد. با این وجود، شدت و درجه‌ی وابستگی مکانی یک متغیر ناحیه‌ای را می‌توان از تقسیم اثر قطعه‌ای به حد آستانه‌ی کل به‌دست آورد که گاهی به‌صورت درصد بیان می‌گردد. اگر نسبت مذکور کمتر از ۲۵ درصد باشد متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و در صورتی‌که این نسبت بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد کلاس وابستگی مکانی متغیر مورد نظر متوسط می‌باشد. اگر نسبت مزبور بیش از ۷۵ درصد باشد کلاس وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود (Cambardella *et al.*, ۱۹۹۴). بر این اساس، ساختار مکانی همه‌ی متغیرهای مورد مطالعه (به‌جزء درصد حجمی ذرات درشت، درصد ماده‌ی آلی و قابلیت هدایت الکتریکی که ساختار مکانی قوی داشتند)، از نوع متوسط بود. به‌طور کلی، وابستگی مکانی قوی را می‌توان به خصوصیات ذاتی خاک (مانند ماده‌ی مادری) و وابستگی مکانی ضعیف را می‌توان به تأثیر عوامل خارجی (مانند مدیریت) نسبت داد (Yang *et al.*, ۲۰۰۹).

جدول ۱- مدل‌های واریوگرامی و ویژگی‌های میان‌یابی متغیرهای مورد مطالعه

متغیر	مدل	دامنه (متر)	اثر قطعه‌ای	حد آستانه جزئی	درصد همبستگی	کلاس همبستگی

[۲۴] Coefficient of determination

[۲۵] Relative root mean square error

کربنات کلسیم معادل	نمایی	۹۷/۸۳۹	۲۸/۳۳	۸/۶۴	۹/۳۳	متوسط
واکنش خاک	کروی	۹/۱۹۴۴	۰۰۷/۰	۰۱۱/۰	۹/۳۸	متوسط
شن	نمایی	۹۴/۵۰۹	۴۸/۱۳	۲۸/۳۰	۸/۳۰	متوسط
رس	نمایی	۹۹/۷۸۱	۵۵/۲	۸۷/۳	۷/۳۹	متوسط
ظرفیت زراعی حجمی	کروی	۹۸/۱۲۷۷	۱۹	۹۳/۱۱	۴/۶۱	متوسط
ظرفیت زراعی وزنی	کروی	۰۰/۴۵۰	۸/۱۱	۹۰/۴	۷/۷۰	متوسط
نسبت جذب سطحی سدیم	نمایی	۹۴/۷۱۷	۲۳۸/۰	۳۱۲/۰	۳/۴۳	متوسط
ذرات درشت حجمی	نمایی	۹۴/۸۹۹	۱۹۸/۴	۵۹/۲۶	۶/۱۳	قوی
ماده‌ی آلی	کروی	۹۳/۵۱۳	۰۱۵/۰	۲۴/۰	۹/۵	قوی
قابلیت هدایت الکتریکی	نمایی	۹۴/۶۸۰	۰۱۳/۰	۲۷۹/۰	۵/۴	قوی
چگالی ظاهری	نمایی	۹/۱۰۴۷	۰۰۵/۰	۰۰۸/۰	۵/۳۸	متوسط

جدول ۲- آماره‌های اعتبارسنجی روش‌های مختلف تخمین ویژگی‌های خاک

متغیر	%RMSE			R^2		
	نقشه‌ی ژئوفرم	نقشه‌ی کریجینگ	نقشه‌ی ترکیبی	نقشه‌ی ژئوفرم	نقشه‌ی کریجینگ	نقشه‌ی ترکیبی
کربنات کلسیم معادل	۵۱/۵۲	۸۴/۵۰	۲۶/۵۰	۱۳/۰	۱۶/۰	۲۶/۰
واکنش خاک	۷۰/۱	۶۸/۱	۵۹/۱	۵۶/۰	۵۸/۰	۶۳/۰
شن	۰۸/۱۴	۵۸/۱۳	۴۷/۱۳	۳۳/۰	۳۴/۰	۳۷/۰
رس	۶۴/۲۷	۷۶/۲۶	۶۸/۲۶	۲۴/۰	۲۶/۰	۲۹/۰
ظرفیت زراعی حجمی	۵۲/۲۳	۹۳/۲۳	۴۹/۲۳	۲۳/۰	۲۱/۰	۲۳/۰
ظرفیت زراعی وزنی	۵۵/۲۴	۶۳/۲۴	۵۴/۲۴	۲۲/۰	۲۱/۰	۲۴/۰
نسبت جذب سطحی سدیم	۴۰/۷۲	۷۲/۷۱	۴۸/۷۱	۰۹/۰	۱۱/۰	۱۲/۰
ذرات درشت حجمی	۰۳/۴۳	۷۰/۳۰	۱۱/۲۶	۱۸/۰	۲۳/۰	۳۴/۰
ماده‌ی آلی	۷۲/۴۳	۶۹/۳۹	۵۷/۳۷	۱۷/۰	۲۰/۰	۲۳/۰
قابلیت هدایت الکتریکی	۴۱/۴۹	۶۲/۳۶	۸۸/۳۳	۱۱/۰	۲۱/۰	۲۴/۰
چگالی ظاهری	۴۴/۹	۴۲/۹	۹۱/۸	۳۶/۰	۳۹/۰	۴۵/۰

ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند تخمینی که بیشترین مقدار R^2 را داشته باشد، دارای صحت بیشتری است. بر این اساس، صحت تخمین واکنش خاک نسبت به مابقی ویژگی‌های مطالعه‌شده، بیشترین است (جدول ۲). از طرفی، با توجه به اطلاعات جدول (۲) مشاهده می‌شود که کمترین مقدار RMSE% را واکنش خاک به خود اختصاص داده است. هم‌چنین زمانی که کلاس همبستگی مکانی یک متغیر، قوی باشد؛ استفاده از تخمینگر کریجینگ و روش ترکیبی می‌تواند تخمین موفقیت‌آمیزی از آن ویژگی را به ارمغان آورد. به‌علاوه، ملاحظه می‌شود که در چنین وضعیتی، کاربرد تخمینگر ترکیبی منجر به کاهش قابل توجهی در میزان اُریب تخمین‌ها شده است (جدول ۲). زانگ- مینگ و همکاران (۲۰۱۰) بیان نمودند که قوی بودن ساختار مکانی خصوصیت‌های مورد مطالعه به این معنا است که استفاده از روش‌های زمین‌آماری به خوبی می‌تواند در تجزیه و تحلیل الگوی تغییرپذیری متغیرهای مورد مطالعه مفید واقع شود. در این صورت می‌توان کیفیت نقشه‌های سنتی خاک را با کاربرد شیوه‌های ترکیبی (مانند تخمینگر ترکیبی مورد استفاده در این پژوهش) ارتقا داد. از سوی دیگر، استفاده از روش ترکیبی برای تخمین سایر ویژگی‌های خاک‌های منطقه‌ی مطالعاتی که کلاس همبستگی مکانی متوسط داشتند (جدول ۱)، از ارجحیت قابل توجهی نسبت به دو تخمینگر دیگر (نقشه‌ی ژئوفرم و نقشه‌ی کریجینگ) برخوردار نمی‌باشد. به دیگر سخن، هرچند مقدار RMSE% محاسبه‌شده برای روش ترکیبی، کمتر از دو تخمینگر دیگر است؛ لیکن اختلاف مقادیر RMSE% محاسبه‌شده برای تخمین این ویژگی‌ها توسط سه تخمینگر در حالتی که متغیرها از ساختار مکانی متوسط برخوردار هستند، چندان قابل توجه نیست.

منابع

صالحی، م. ح.، محمدی، ج.، خادمی، ح. و کریمیان اقبال، م. ۱۳۸۶. ارتقای کیفیت نقشه‌های مرسوم خاك از طریق ترکیب آن‌ها بـا تخمینگر کریجینگ. مجله‌ی علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد ۳۰ (شماره‌ی ۴)، ۱۰۶-۹۳.

Burgess, T. M. and Webster, R. ۱۹۸۰. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties: I. The variogram and punctual kriging. Soil Science, ۳۱: ۳۱۵-۳۳۱.

Cambardella, C.A., Moorman, T. B., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F. and Konopka, A. E. ۱۹۹۴. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Science Society of America Journal, ۵۸: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Goovaerts, P. ۱۹۹۹. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. Geoderma, ۸۹: ۱-۴۵.

Heuvelink, G.B. and Bierkens, M. F. P. ۱۹۹۲. Combining soil maps with interpolation from point observations to predict quantitative soil properties. Geoderma, ۵۵: ۱-۱۵.

Stein, A., Hoogerwef, M. and Bouma, J. ۱۹۸۸. Use of map-delineation to improve co-kriging of point data on moisture deficits. Geoderma, ۴۳: ۳۱۱-۳۲۵.

Warrick, A. and Nielsen, D. R. ۱۹۸۰. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: D. Hillel (Ed.), *Applications of Soil Physics*. Academic Press, New York, ۳۱۹-۳۲۴.

Webster R. and Oliver M.A. ۱۹۹۰. *Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey*. Oxford University Press,Oxford.

Yang, R., Maob, H. and Shaoa, Y.G. ۲۰۰۹. An investigation on the distribution of eight hazardous heavy metals in the suburban farmland of China. Journal of Hazardous Materials, ۱۶۷: ۱۲۴۶-۱۲۵۱.

Zhang, X., Lin, F., Jiang, Y., Wang, K. and Feng, X. L. ۲۰۰۸. Variability of total and available copper concentrations in relation to land use and soil properties in Yangtz river deltabof China. Journal of Environmental Monitoring Assessment, ۱۵۵: ۲۰۵-۲۱۳.

Zink J.A. ۱۹۸۹. Physiography and Soils. Lecture notes for soil students. Soil Science Division, Soil Survey Courses Subject Matter: K۶ ITC, Enschede, Netherlands.

Zong-Ming, W., Bai, Z., Kai-Shan, S., Dian-Wei, L. and Chun-Ying, R. ۲۰۱۰. Spatial variability of soil organic carbon under maize monoculture in the Song-Nen plain, Northeast China. Pedosphere, ۲۰: ۸۰-۸۹.

Abstract

This study has estimated soil physicochemical properties in geoform map units of some parts of Sarduieh area using the traditional soil mapping method, kriging method and their combination as single estimator. After preparing geoform map of the region, ۱۵۰ observation points as a random classified sampling pattern were taken from the topsoil of the area, and required laboratory analyses were done on the samples. After calculating the estimated values and error variance of the studied variables using the mentioned estimators, their validation was conducted using coefficient of determination ($R^۲$) and relative root mean square error (RMSE%). Results showed when the spatial correlation class of a variable was strong, the kriging estimator and combined method had a more successful estimation of that property, but using the combined method for estimating of other soil properties that had moderate spatial correlation classes did not have a significant preference than two other estimators.

بررسی پدیده‌های میکروپدولوژی تحت کشت‌های متوالی کلزا و چغندرقند

زهرا خدری [۱]، سهیلا سادات هاشمی [۲]، حکیمه عباسلو [۳]، فروغ کیانی [۴]
۱ -دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه ملایر، ۲ -استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۳ -استادیار گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه سیرجان، ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک دانشگاه ملایر

چکیده
میکرومورفولوژی روشی برای مطالعه نمونه‌های خاک دست‌نخورده می‌باشد که با استفاده از تکنیک‌های میکروسکوپی و اولترامیکروسکوپی به منظور تشخیص اجزای مختلف سازنده آن‌ها و تعیین روابط متقابل آن‌ها از نقطه نظر زمانی و مکانی می‌پردازد. هدف از این تحقیق بررسی پدیده‌های میکروپدولوژی حاصل از کشت متوالی کلزا و چغندرقند تحت یک رژیم آب و هوایی می‌باشد. پس از تشریح و نمونه‌برداری خاکرخ‌ها طبق روش‌های استاندارد، تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام و مقاطع نازک از نمونه‌های دست‌نخورده تهیه شدند و با میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفتند . مطالعه مقاطع، تجمعات اکسید آهن و منگنز و تخلیه برخی از نودول‌های آهن و منگنز را نشان می‌دهد. پوششی از مواد آلی در اطراف حفرات و همچنین به صورت تکه‌هایی در ماتریکس خاک مشاهده شده است. همچنین نودولهایی از کلسیت در مقاطع مشاهده شدند. با افزایش عمق خاک تجمعات مواد آلی در مقطع بیشتر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: میکروپدولوژی، کلزا، چغندرقند، نودول ماده آلی

مقدمه
میکرومرفولوژی شاخه‌ای از علم خاکشناسی است که به تشریح و تفسیر و تا حد زیادی اندازه‌گیری اجزا، عوارض و فابریک خاک در بعد میکروسکوپی می‌پردازد. میکرومرفولوژی تنها بیانگر مقدار کمی اجزا تشکیل‌دهنده نمی‌باشد بلکه چگونگی توجیه و توزیع آن‌ها و معیار معتبری در ارزیابی بسیاری از فرآیندها و پاسخ‌های خاک در برابر کاربری مورد توجه قرار می-دهد(Stoops, ۲۰۰۳). هدف از میکرومورفولوژی، یافتن فرآیندهای پاسخگو برای تشکیل و یا تغییر شکل خاك در حالت کلی و
یا ویژگی‌های طبیعی (مانند پوسته‌های رسی و ندول‌ها) یا ویژگی‌های حاصل از فعالیت انسان (مانند سله‌های حاصل از آبیاری و سخت کفه‌های حاصل از شخم) می‌باشد. کودسوا و همکاران (۲۰۰۶) طی مطالعات میکرومورفولوژیکی متأثر بودن
سیستم منافذ خاك از ریشه‌های گیاهی و موجودات زنده مختلف خاك را بررسی نمودند و حضور پوشش‌های رسی با شکل‌های آمورف و کلسیت سوزنی را گزارش کردند. پیرس (۲۰۰۸) برای توصیف بهبود ساختمان خاک در تناوب خشکی و رطوبت از آنالیزهای میکرومرفولوژی استفاده نمودند. بررسی میکرومرفولوژی اندازه، شکل و حجم حفره‌های زمین‌های زراعی نشان داد که حفره‌ها با سایر ویژگی‌های ساختمان میکروسکوپی خاک در ارتباط می باشد. استوپس (۲۰۰۳) نیز تاثیر پوشش گیاهی بر خاک را از نظر میکرومرفولوژی به عنوان شاخه‌ای از علوم خاکشناسی و یک ابزار مهم برای بررسی پیدایش، رده‌بندی خاک و مدیریت خاک بیان کردند.
هدف از پژوهش حاضر بررسی مقاطع نازک تحت کشت زراعی (چغندرقند و کلزا) و مقایسه حفرات، ماده آلی و دیگر پدیده‌های میکرومورفولوژی مقاطع می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه-ی مورد مطالعه در شهرستان گیان در جنوب شهر نهاوند واقع شده است. موقعیت جغرافیایی شهرستان گیان به صورت ۳۴ ° ۱۱ ′ ۵ "Nو ۴۸ ° ۱۴ ′ ۵۶"Eمی‌باشد و دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریاست. براساس آمار میانگین دمای سالیانه ۷/۱۲+ درجه سانتی گراد است، سردترین ماه آن دی ماه با میانگین دمای ۵- درجه و گرمترین ماه آن تیرماه تا میانگین دمای ۶/۲۵+است. اراضی زراعی مورد مطالعه در قسمت جنوب و شمال شرق گیان واقع شده اند. منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک ورژیم حرارتی مزیک می‌باشد.
برای مطالعه میکرومورفولوژی، خاکرخ‌ها در واحدهای فیزیوگرافی مختلف حفر و پس از آن مطابق دستورالعمل کلید تاکسونومی تشریح شد و نمونه‌ها از افق‌های مختلف به صورت دست‌خورده و دست‌نخورده جهت مطالعات فیزیکی و شیمیایی و میکرومورفولوژی برداشته شد و مورد آزمایش قرارگرفت. نمونه جهت آنالیز فیزیکی و شیمیایی ابتدا در هوا خشک و سپس کوبیده و از الک دو میلیمتری عبور داده شد تا بتوان تجزیه‌های معمول فیزیکی و شیمیایی را بر روی آنها انجام داد. آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی شامل pH، EC،CEC ، سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کربنات، بی‌کربنات، سولفات، کلر، بافت، درصد کربن آلی، درصد رطوبت اشباع، گچ، آهک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

همچنین نمونه‌های دست‌نخورده از افق‌های مورد مطالعه به صورت کلوخه و جعبه کوبنا برداشته شد و در هوا خشک شد و نمونه‌های دست‌نخورده پس از خشک شدن توسط رزین پلی استر تلقیح شد و پس از سخت شدن نمونه‌ها، برش و سایش نمونه انجام گرفت و در انتها نمونه‌ها بوسیله الکل طبی شستشو و با کمك میکروسکوپ پلاریزان مدل Zeiss در دو حالت نور پلاریزه صفحه‌ای (PPL)[۲۶] و متقاطع (XPL)[۲] مورد مطالعه قرار گرفتند. از قسمت‌های مورد نظر بوسیله دوربین دیجیتالی که بر روی دستگاه میکروسکوپی نصب شده بود، عکسبرداری شد. تشریح و تفسیر مقاطع نازک بر اساس تعاریف و واژه‌های استوپس (۲۰۰۳) انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌های شاهد را نشان می‌دهد. وجود افق کلسیک در اعماق خاک موید آهک زدایی و شست وشوی شدید آهک در پروفیل می‌باشد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌ها

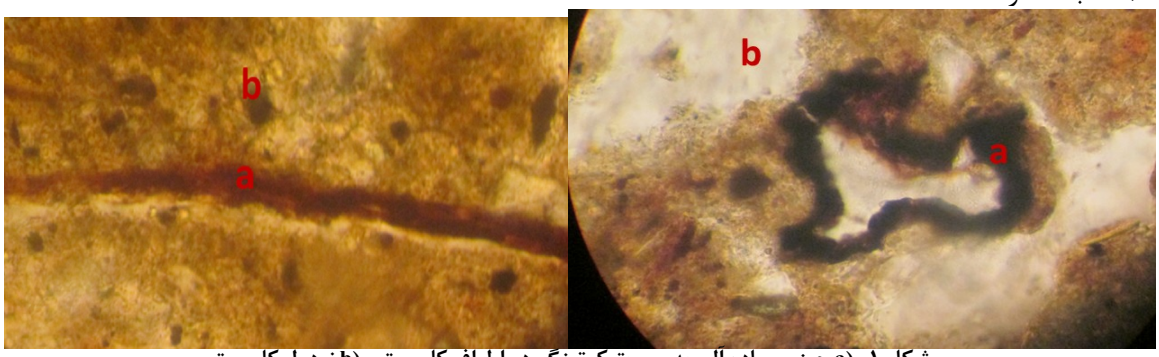
نیم‌رخ	افق	ضخامت	ساختمان	شن	سیلت	رس	کربنات کلسیم	ماده آلی	EC	pH	CEC	SP
		(cm)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	$\frac{dS}{m}$		$\frac{cmolc}{kg}$	
۱	Ap	۰-۲۰	توده‌ای	۳۲	۵/۲۹	۵/۳۸	۵/۲۴	۲۶/۰	۶/۶۲	۶/۷	۱۶/۰	۸/۱۲
	Bw۱	۲۰-۴۳	بلوکی زاویه‌دار	۳۲	۵/۲۵	۵/۴۲	۱/۲۴	۰۹/۰	۱/۵۹	۹/۷	۱۴/۰	۷/۲۱
	Bw۲	۴۳-۶۷	نیمه بلوکی زاویه‌دار	۳۴	۵/۲۱	۵/۴۴	۵/۲۴	۰۷/۰	۷/۵۶	۹/۷	/۱۴	۳/۱۹
	Bk	۶۷-۹۹	نیمه بلوکی زاویه‌دار	۲۶	۵/۲۵	۵/۴۸	۸/۲۴	۰۶/۰	۵/۵۶	۸/۷	۱۵/۰	۷/۲۲
۲	Ap	۰-۲۸	توده‌ای	۳۲	۵/۳۳	۵/۳۴	۹/۲۳	۵۴/۰	۶/۷۰	۸/۷	۱۳/۰	۳/۱۹
	Bw	۲۸-۵۱	[illegible]	۳۸	۵/۲۷	۵/۳۴	۲/۲۴	۴۲/۰	۸/۶۵	۹/۷	۰۷/۰	۵/۲۲
	Bk	۵۱-۸۱	بلوکی زاویه‌دار	۳۶	۵/۲۷	۵/۳۴	۱/۲۴	۳۵/۰	۹/۵۵	۰۴/۸	۰۵/۰	۹/۲۰
	Bk۲	۸۱-۱۰۷	بلوکی نیمه‌زاویه‌دار	۴۰	۵/۲۵	۵/۳۴	۷/۲۴	۶۲/۰	۵/۶۰	۰۵/۸	۰۵/۰	۷/۱۵
۳	Ap	۰-۱۵	دانه‌ای	۴۰	۳۷	۲۳	۳/۲۳	۲/۲	۱/۷۳	۸/۷	۱۷/۰	۶/۳۷
	Bw	۱۵-۴۰	[illegible]ای	۲۸	۳۳	۲۹	۸/۲۳	۷/۰	۶۶	۹/۷	۱۵/۰	۶/۴۰
	Bk۱	۴۰-۶۴	[illegible]ی نیمه زاویه‌دار	۳۰	۲۹	۴۱	۳/۲۴	۶/۰	۲/۶۴	۰۳/۸	۱۳/۰	۱/۳۹
	Bk۲	۶۴-۹۷	بلوکی نیمه زاویه‌دار	۵/۲۷	۲۳	۵/۴۹	۳/۴۳	۲/۰	۲/۶۴	۱/۸	۱۳/۰	۷/۴۵
۴	Ap	۰-۱۸	توده‌ای	۵۶	۵/۲۵	۵/۱۸	۵/۲۳	۲۶/۰	۳/۷۳	۷/۷	۱۸/۰	۱/۱۷
	Bk۱	۱۸-۴۰	[illegible] نیمه زاویه‌دار	۶۰	۵/۵	۵/۳۴	۱/۲۳	۶/۱	۳/۷۴	۹/۷	۱۵/۰	۹/۲۴
	Bk۲	۴۰-۶۰	نیمه زاویه دار	۴۸	۵/۲۱	۵/۳۰	۶/۲۲	۷۴/۰	۹/۷۳	۹/۷	۱/۰	۳/۲۴
	Bk۳	>۶۰	توده‌ای	۷۲	۵/۹	۵/۱۸	۲۴	۷/۰	۳/۵۶	۸	۱۲/۰	۹/۱۶

در این خاک وجود پدوفیچرهای کربنات کلسیم مانند پوشش‌های کلسیت و همچنین پرشدگی‌های کلسیت مشاهده شد. کمپ و همکاران(۱۹۹۶) کربنات‌های ثانویه به شکل پوشش و هیپوکوتینگ‌ها و پرشدگی‌های آهک در منافذ و توده زمینه را نتیجه رسوب مجدد کربنات روی سطح ذرات اسکلتی گزارش کردند که متشکل از کلسیت میکریتی می‌باشد.

تقریبا در تمامی مقاطع اکسیدهای آهن و منگنز به دو شکل پرشدگی و نودول دیده شد امادرصد آن ها متفاوت بود (شکل ۱) . ویژگی مهم کوتینگ‌ها، افزایش اشباع شدن آن‌ها با نزدیک شدن به سمت حفره است. کوتینگ‌های اکسیدهای آهن و منگنز در حفره‌ها، نتیجه تفاوت در شرایط رداکس و زهکشی نامناسب خاک همراه با دوره‌های خشکی است. این پدوفیچرها موقعی تشکیل می‌شوند که آب غنی از آهن و منگنز در طول دیواره میکروپورهای غنی از هوا عبور کند (مک کارتی و همکاران، ۱۹۹۸). موقعیت

[۲۶] ۱.plain polorizeal light
۲.cross polorizeal light

نودول‌های اکسید آهن و منگنز که بیشتر در اطراف حفره‌ها و به فاصله کمی از آن قرار دارد می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که در فضای خلل و فرج، شرایط احیاء و در ماتریکس خاک و برخورد با شرایط اکسید، به صورت نامحلول درآمده و به صورت نودول رسوب و تجمع می‌یابد. این شواهد نشان می‌دهد که حفره‌های موجود در مقاطع مورد مطالعه، به طور متناوب در زمان‌هایی از سال با آب اشباع بوده و سپس حالت غیر اشباع غالب شده است. نتایج بالا با مطالعات زاراته و همکاران(۲۰۰۲(و مک کارتی و همکاران(۱۹۹۸) مطابقت دارد.



شکل ۱ (a حضور ماده آلی به صورت کوتینگ در اطراف کلسیت (b نودول کلسیت

همانطور که در شکل ۱و ۲ مشاهده می‌شود نودولهایی از کلسیت در مقاطع دیده شده‌اند. بیشتر پدیده مشاهده شده حضور ماده آلی به صورت کوتینگ (شکل ۱) در اطراف نودول‌های کلسیت ودر برخی موارد به صورت پرشدگی حفرات می‌باشد. مطالعه مقاطع بیان می‌کند با افزایش عمق میزان درصد کربن آلی مقطع کاهش می‌یابد. بررسی حفرات در مقاطع نشانگر بیشتر بودن حفرات در مقاطع کشت کلزا می‌باشد. عمده حفرات به شکل‌های vughs(شکل ۱) و channels (شکل ۲) مشاهده شدند. در مقاطع مطالعه شده c/f به فرم porphyric و با نسبت ۱۹/۶ می‌باشد.

منابع

-شمسی محمود آبادی، س و خرمالی، ف. ۱۳۹۰. میکرومورفولوژی تحول خاک در کاربری‌های مختلف در اراضی لسی منطقه آق سو، استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲۸، شماره‌ی ۲، صفحه ۳۸۲-۳۷۳.

۱-McCarthy, P. J., Martini, I. P. and Leckie, D. A. ۱۹۹۸. Use of micromorphology for paleoenviromental interpretation of complex alluvial paleosols: an example from the Mill Creek Formation (Albian), southwestern Alberta, Canada. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. ۱۴۳:۸۷-۱۱۰.

۲-Pires, L. F., Cooper M., Cassaro, F. A. M., Reichardt,K., Bacchi O.O.S. and Dias N.M.P. ۲۰۰۸. Micromorphological analysis to characterize structure modifications of soil samples submitted to wetting and drying cycles. Catena, ۷۲: ۲۹۷-۳۰۴.

۳-Stoops, G. ۲۰۰۳. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolit Thin Section. Soil Science Society of America. Publisher Madison, WI. Sconsin, USA

۴-Kodesova, R., Kodes, V., Zigovam, A.,. and Simunek, J. ۲۰۰۶. Impact of plants roots and soil organisms on soil micromorphology and hydraulic properties. Soil Science Society American Journal, ۴۸:۱۲۵-۱۳۲.

۵-Zarate, M. A., Kemp, R. A.,and Blasi, A.

M. ۲۰۰۲. Identification and differentiation of Pleistocene paleosols in northern Pampas of Bueneos Aires, Argentina. Journal of south Amarican earth sciences, ۱۵: ۳۰۳-۳۱۳.

Abstrac

Micromorphology way to study soil samples undisturbed which is using microscopic and ultramicroscopy techniques to purpose different components and determination the relations mutual interactionconcerns intherms of time and space. The purpose of this study was to check events mycropedology product of consecutive cultivation Canola and Sugar beet under the same climate regime. After describing and sampling profiles according to standard methods, physical and chemical analysis and thin sections were prepared from undisturbed samples and studied with polarizing microscopy. The study of sections shows iron and manganese oxide gatherings and discharge some of iron and manganese nodules. Coating of organic material in the cavities around, as well as pieces in the soil matrix was observed. Also nodules of calcite were seen in sections. with increasing depth soil organic matter at the section more.

بررسی تغ رپذیر مکاني برخی عناصر شیمیایی خا سطحي به کمک تکنیک م ن ما (مطالعه موردی: منطقهی بهنمیر استان مازندران)

ام البنین محمد اسماعیل تبار [۱]، سید مصطفی عمادی [۲]، محمدعلی بهمنیار [۳]، مهدی قاجار سپانلو [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،۴- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
مدیریت پایدا اکوس ستم مستلز شناخت ا یابي تغ را مکاني ماني یژگی ها به منظو بهره برداری پایدار از منابع مي‌باشد. بدین جهت چگونگي تو یع مکاني یژگی ها خا ا ا اهمیت می‌باشد .در این تحقیق به بررسی تغ رپذیر مکاني ،pH SAR ،CEC، کربن آلی، کربنات کلسیم، پتاسیم تبادلی و فرمهای قابل جذب فسفر، روی و مس در خا منطقه بهنمیر به وسعت ۱۴۴۰۰ هکتار به کمک تکن ك م ن ما پرداخته شد. بدین جهت ۶۹ نمونه از لایه سطحی این منطقه برداشت شد. نرمال بودن داده ها با تست Kolomogorov-Smirnov صورت گرفت و در صورت نرمال نبودن با تبدیل لگاریتم نرمال شدند. درون‌یابی با روش کریجینگ و IDW با توان ۱ و ۲ و ۳ انجام شد و روش‌های درون‌یابی با استفاده از حداقل میانگین خطا (RMSE) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کریجینگ معمولی بهترین روش‌های انتخاب شده برای درون‌یابی کربنات کلسیم ، مس و CEC می باشد.

کلید واژه: توزیع مکانی، زمین آمار، درون یابی

مقدمه
خصوصیات خاك متغیرهای پیوسته ای هستند که تغییرات مکانی از خود نشان می دهند. تغ رپذیر خصوص ا خا مز عه مي‌تواند عملکر خا جهت جذ عناصر غذایي شد گ اه تأث رگذا باشد. لذا به منظو بهتر تأث ر فاکتو هایي مانند مدیریت لو گي نهایتا ست یابي به عمل ا اعي مناسب ذا مند مشخص کر کمي کر غ ریکنواختي خصوص ا خا مي باشد (ایوبی و همکاران، ۱۳۸۷). تغ رپذیر خصوص ا خا مزا اغلب به سله ها ما کلاسك با مي‌شوند که فر بر تو یع تصا في تغ را احدها نقشه مي‌باشد. در روش های متداول آمار کلاسیک مانند تجزیه و تحلیل واریانس، موقعیت جغرافیایی و مکانی نمونه های برداشته شده از زمین در نظر گرفته نشده و هیچ گونه ارتباط ریاضی بین تغییرا ت مکانی داده ها با فاصله آنها از همدیگر برقرار نمی شود (محمدزمانی و همکاران، ۱۳۸۶). شاخه ای از علم آمار کاربردی به نام زمین آمار قادر به در نظر گرفتن جزء وابسته به مکان تغییرات است و به برآورد خصوصیت موردنظر مکانی که نمونه برداری نشده با استفاده از اطلاعات نقاط نمونه برداری شده با تخمینگر های آماری خود می پردازد و از این جهت نسبت به آمار کلاسیك دارای برتری می باشد. در این زمینه مطالعات متعددی در دنیا صورت گرفته است که از جمله می توان به مطالعات کاکس و همکاران (۲۰۰۳) و کان و همکاران (۱۹۹۴) اشاره نمود. در کشور ما نیز نورزاده حداد و همکاران (۱۳۹۲) پژوهشی با هدف تعیین کارایی برخی روش‌های زمین آماری برای درون‌یابی عناصر ریزمغذی در اراضی کشاورزی استان همدان انجام دادند. نتایج نشان داد که برای درون‌یابی آهن، بور، کبالت و روی مطلوب ترین روش کوکریجینگ بوده، و کمترین خطای درون‌یابی مربوط به آهن بوده است. نتایج آنالیزهای زمین‌آماری تقی‌پور و همکاران (۱۳۸۹) بر تغییرات مکانی فلزات سنگین در برخی از خاک‌های همدان نشان داد که مدل کروی بهترین مدل برازش داده شده برای عناصر مس و نیکل می‌باشد. بر اساس نقشه‌های پراکنش مس و نیکل عامل موثر بر روند افزایشی این عناصر، نوع مواد مادری اعلام شد .کاظمی‌پشت‌مساری و همکاران (۱۳۹۱) روش‌های مختلف میان‌یابی را برای تغییرات مکانی عناصر پرمصرف اولیه در محدوده اراضی کشاورزی استان گلستان بررسی کردند. نتایج نشان داد که روش کوکریجینگ بهترین تخمینگر برای عناصر پرمصرف اولیه در اراضی کشاورزی است.

تحقیقات مذکور و سایر تحقیقات موجود در این زمینه نشانگر جایگاه ویژهی زمین آمار در شناخت روابط خصوصیات خاک می باشد لذا در تحقیق پیش رو از این روش جهت بررسی برخی خصوصیات خاک منطقه بهنمیر در استان مازندران پرداخته شد. این منطقه دارای بیش از ۳۰ روستا و بیش از ۱۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت می باشد که شامل شالیزار، خشکه و باغ است. هدف از این تحقیق بررسی تغ رپذیر مکاني SAR ،CEC ،pH، کربن آلی، کربنات کلسیم، پتاسیم تبادلی و فرمهای قابل جذب فسفر، روی و مس در خا سطحي منطقه بهنمیر به کمک تکن ك م ن ما و انتخاب بهترین روش درون یابی جهت تهیه ی نقشه های توزیع مکانی هریک از خصوصیات مذکور می باشد.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه در استان مازندران، شهرستان بهنمیر، بین طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی واقع شده است که دارای مساحت تقریبی ۱۴۴۰۰ هکتار می باشد. از این منطقه ۶۹ نمونه ازعمق ۰-۳۰ سانتی متر تهیه شد. مختصات جغرافیایی تمام نقاط نمونه‌برداری با دستگاه GPS شناسایی و نمونه‌برداری به صورت شبکه بندی منظم با فاصله ۵/۱ کیلومتر از هم صورت گرفت. نمونه خاک‌های تهیه شده، هوا خشک گردیده و از الک دو میلی متری عبور داده شد و جهت تهیه اطلاعات خاکی، مورد آزمایش های شیمیایی قرار گرفتند که عبارت اند از:

کربنات کلسیم به روش تیتراسیون برگشتی (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲)، pH پس از تهیه گل اشباع با دستگاه pHمتر (پیج و همکاران، ۱۹۹۲)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (اولسن و سامر، ۱۹۸۲)، پتاسیم تبادلی به روش عصاره گیری با استات آمونیوم (توماس، ۱۹۸۲)، آهن و روی قابل جذب با محلول DTPA (لیندسای و نورول، ۱۹۷۸)، CEC به روش باور و مقدار ماده‌ی آلی به روش والکی و بلک (والکی و بلک، ۱۹۳۴).

تجزیه و تحلیل‌های آماری و زمین‌آماری:

در ابتدا پارامترهای آماری نظیر پارامترهای میانگین، میانه، پراکندگی، چولگی و کشیدگی محاسبه گردید. شرط استفاده از روش‌های زمین‌آماری و آنالیز واریوگرام، نرمال‌سازی داده‌هاست. لذا تست نرمال بودن داده ها به کمک تست Kolomogorov-Smirnov (تست K-S) صورت گرفت و داده هایی که از توزیع نرمال برخوردار نبودند با روش تبدیل لگاریتم نرمال شدند.

تجزیه تحلیل ساختاری با استفاده از نیم تغیرنما (سمی واریوگرام) صورت می‌گیرد. نیم تغیرنما تغیرات فاصله ای یا ساختاری تغیرپذیر یک متغیر خاک را نشان داده و ابزارهای اساسی مدل ما جهت بررسی تغیرات مکانی خصوصیات خاک می باشد. اگر فرض شود که جمعا تعداد نمونه N(h) که به فاصله بردار h از یکدیگر واقع شده‌اند ست باشد براساس این اطلاعات نیم تغیرنما به صورت زیر خواهد بود.

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i}^{N(h)}\left[Z(xi+h)-Z(xi)\right]^2 \qquad (۱)$$

برای محاسبه سمی واریوگرام‌ها از GS+ استفاده شد و تمام مدل‌های خطی، نمایی، کروی و گوسی که نرم افزار امکان توسعه آنها را فراهم می‌کند اعمال شدند و با توجه به بیشترین r^2 و کمترین RSS بهترین مدل انتخاب گردید. پس از تعیین بهترین مدل، درون یابی به روش کریجینگ و IDW با توان ۱ و ۲ و ۳ انجام شد و روش‌های درون‌یابی پس از حذف ۲۰% از داده ها با استفاده ازمجذورمربعات میانگین خطا (RMSE) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در آخر نقشه‌های پراکنش با استفاده از بهترین مدل انتخابی ترسیم گردید.

(۲)

$$\mathrm{RMSE}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-y_i'\right)^2}$$

نتایج و بحث

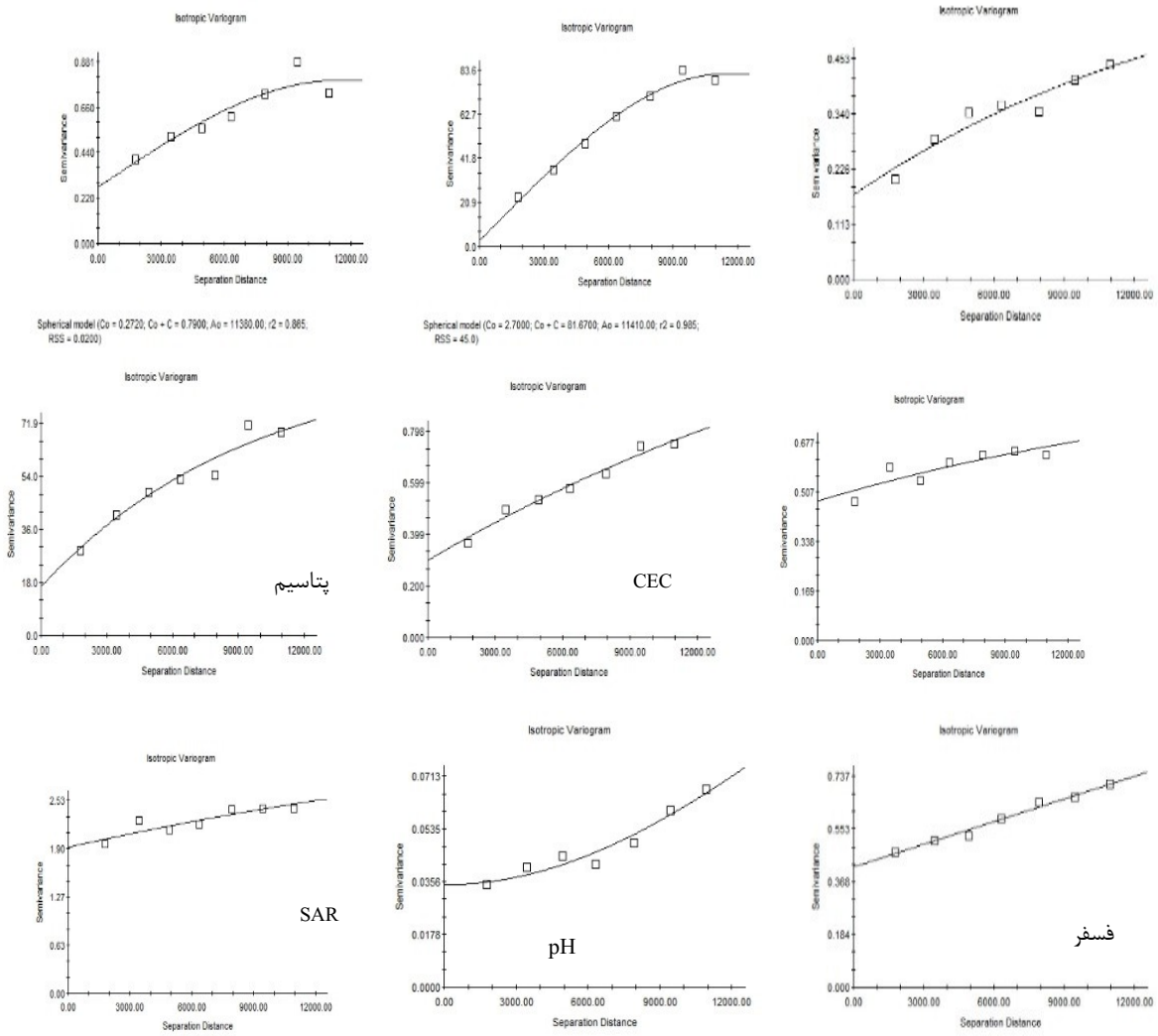
خلاصه آماری پارامترهای آماری محاسبه شده در جدول ۱ نشان می دهد که pHدارای کمترین ضریب تغییرات می‌باشد که بیانگر عدم تغییرات گسترده ی این ویژگی در منطقه است. نسبت سدیم قابل جذب دارای بیشترین ضریب تغییرات و بیشترین کشیدگی می‌باشد و نشان داد که پراکندگی این عنصر از نظر غلظت در منطقه مورد مطالعه زیاد می‌باشد، که این را مقدار دامنه تأیید می‌کند. مقادیر چولگی نشان می‌دهد که داده‌های pH ، کربن آلی، کربنات کلسیم و CEC نرمال بودند و داده های بقیه ی پارامترها نرمال نبوده که پس از تبدیل لگاریتم نرمال شدند.

جدول ۱.توصیف آماری پارامترهای اندازه‌گیری شده

پارامتر	واحد	میانگین	میانه	مینیمم	ماکسیمم	دامنه	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
pH	log[H+]	۷/۶۶	۷/۶۴	۷/۰۹	۸/۳۵	۱/۲۶	۰/۰۳	۰/۴۳	۱/۰۶
K	mg/kg soil	۲۰۴/۸۴	۲۰۶/۶۷	۲۷/۰۳	۵۳۹/۴۰	۵۱۲/۳۷	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۰۶
P	mg/kg soil	۱۷/۷۶	۱۳/۹۳	۴/۲۲	۴۵/۰۷	۴۰/۸۵	۰/۷۴	۰/۸۷	۰/۶۱-
OC	%	۱/۴۳	۱/۴۶	۰/۰۲	۲/۷۹	۲/۷۷	۰/۴۱	۰/۳۹-	۰/۱۹
CaCo۳	%	۱۶/۲۳	۱۷/۹۵	۳/۴۰	۳۷/۳۵	۳۳/۹۵	۰/۴۷	۰/۲۹	۰/۰۳-
CEC	meq/۱۰۰gsoil	۲۴/۷۹	۲۵/۷۶	۴/۲۰	۳۶/۰۴	۳۱/۸۴	۰/۲۹	۱/۰۷-	۰/۹۴
Fe	mg/kg soil	۱۱.۹۴	۷.۳۲	۱.۳۳	۴۸.۷۱	۴۷.۳۸	۰.۹۱	۱.۸۷	۳.۱۳

Cu	mg/kg soil	۱/۶۶		۰/۱۴	۴/۹۰	۴/۷۶	۰/۶۷		۱/۱۰
SAR	-	۶/۸۲	۲/۵۲	۰/۲۴	۵۸/۳۸	۵۸/۱۴	۱/۶۸	۳/۰۹	۹/۹۹

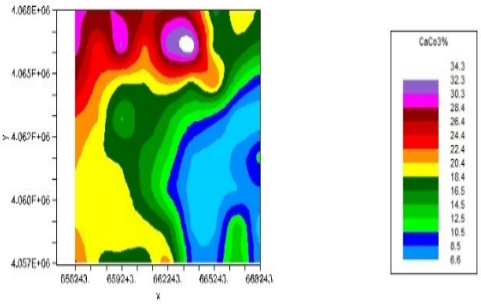
سمی واریوگرام‌های رسم شده برای پارامترهای اندازه گیری شده در شکل ۱ نشان میدهد که تمامی واریوگرام ها به سقف معینی می‌رسند، بنابراین از روش‌های زمین‌آماری می‌توان برای درون‌یابی آن‌ها استفاده کرد.



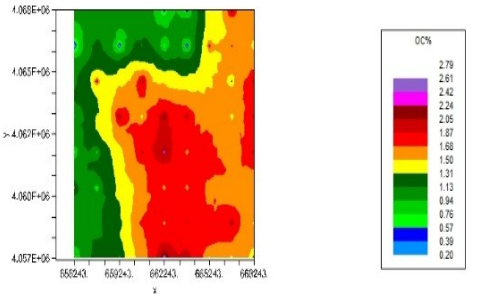
شکل ۱- واریوگرام‌های رسم شده برای پارامترهای اندازه گیری شده

با توجه به مجذورمربعات میانگین خطا (RMSE) بهترین روش‌های انتخابی درون‌یابی برای کربن الی، آهن و فسفر IDW با توان ۱؛ برای پتاسیم IDW با توان ۲ ، برای SAR و pH IDW با توان ۳ و برای کربنات کلسیم، مس و CEC کریجینگ معمولی انتخاب گردید. نتایج بدست مده ا این تحُق ق با نتایج نو بخش(۱۳۸۲) و سکوتی اسکوئی و همکاران (۱۳۸۶) انتخا توص ه کریجینگ مطابقت فشفُر ا . بعد از انتخاب بهترین روش درون‌یابی نقشه نهایی پراکنش پارامترهای مورد ارزیابی درسطح منطقه ترسیم گردید.

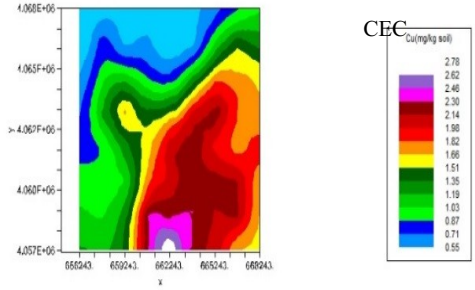
کربن آلی



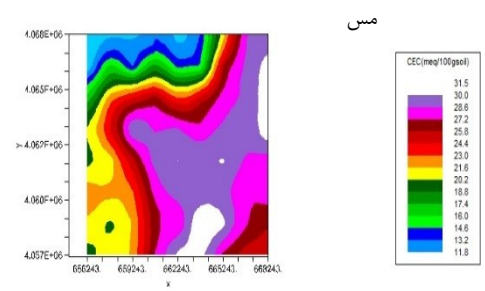
کلسیم کربنات



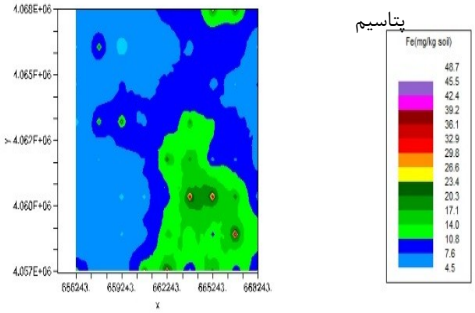
CEC



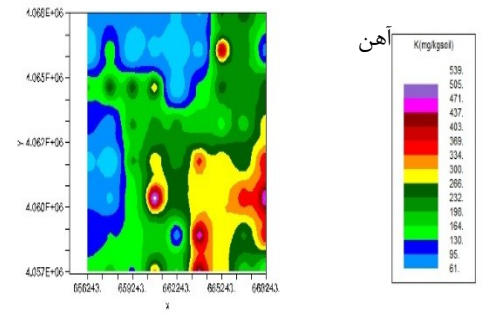
مس



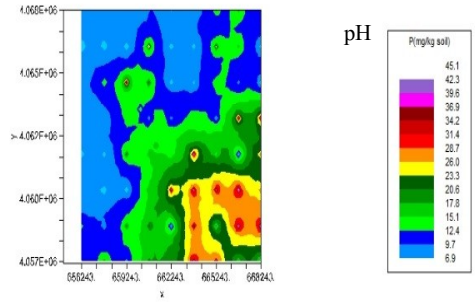
پتاسیم



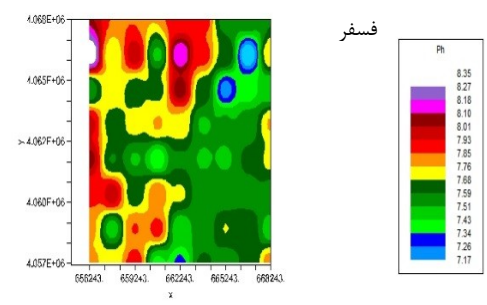
آهن

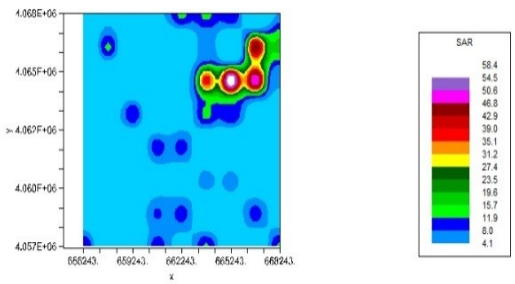


pH



فسفر





شکل ۲ - نقشه نهایی پراکنش پارامترهای مورد ارزیابی منطقه مورد مطالعه

منابع

نورزاده حداد، م.، م، ح، مهدیان. م، ج، ملکوتی. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی برخی روش‌های زمین‌آماری به منظور بررسی پراکنش مکانی عناصر ریزمغذی در اراضی کشاورزی، مطالعه موردی: استان همدان. دانش آب و خاک. شماره ۲۳. جلد ۱. صفحه ۷۱-۸۱

تقی‌پور، م.، ش، ایوبی. ح، خادمی. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل تغییرات مکانی غلظت کل نیکل و مس در خاک‌های سطحی اطراف همدان به روش زمین‌آمار. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. شماره ۱۷. جلد ۲. صفحه ۶۹-۷۸

کاظمی پشت‌مساری، ح.، ز، طهماسبی سروستانی. ب، کامکار. ش، شتایی. س، صادقی. ۱۳۹۱. ارزیابی روش‌های زمین‌آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی پرمصرف اولیه در برخی اراضی کشاورزی استان گلستان. دانش آب و خاک. شماره ۲۲. جلد ۱۹. صفحه ۲۰۱-۲۱۸

نو بخش، .، . بقایی. ۱۳۸۲. مطالعه تغ را مکانی پراکنش شو خا در مقاس مز عه. مجموعه مقالا هشتم ن کنگره علو خا ایرا . جلد دوم. صفحه ۱۲۸-۳۲۸.

سکوتی اسکوئی، ر.، م، ح، مهدیان. ش، محمودی. ا، قهرمانی. ۱۳۸۶. مقایسه کارایی برخی روش‌های زمین‌آماری برای پیش‌بینی پراکنش مکانی شوری خاک، مطالعه موردی دشت ارومیه. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۴ . صفحه ۹۰-۹۸

Olsen, S. R., and L.E., Sommers. ۱۹۸۲. Phosphorus. PP. ۴۰۳-۴۳۰. In: A. L. Page (Ed.), Methods of soil analysis, Agron. No. ۹, Part۲: Chemical and Microbiological Properties, ۲nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

Page, A.L., R. H. Miller and M. Keeney. ۱۹۹۲. Methods of Soil Analysis. Part ۲, Chemical and mineralogical properties. ۲nd ed., SSSA Pub., Madison, WI.

Thomas, G.W. ۱۹۸۲. Exchangeable cations. PP: ۱۵۹-۱۶۵. Methods of Soil Analysis. Part II, SSSA . Adv. Agron. ۳۸:۴۵-۹۱

Cox, M. S., P. D. Gerard, M. C. Wardlaw and M. J. Abshire. ۲۰۰۳. Variability of selected soil properties and their relationships with soybean yield. Soil Sci. Soc. Amer. J. ۶۷:۱۲۹۶-۱۳۰۲.

Cahn, M. D., J.W. Hummel and B. H. Brouer. ۱۹۹۴. Spatial analysis of soil fertility for site-specific crop management. Soil Sci. Soc. Amer. J. ۵۸:۱۲۴۰-۱۲۴۸.

Abstract

The spatial and temporal distributions of ecosystem characteristics are required for sustainable management and optimum exploitation of the resources. Therefore, knowing the spatial distribution of soil characteristics is very important. In the present study, geostatistics method were used for prediction of spatial distribution of pH, K, P, Cu, Fe, OC, $CaCO_3$, SAR and CEC in topsoil of Bahnemir region. ۶۹ soil samples from study area were collection. Data normalization carry out by Kolomogorov-Smirnov test, and the unnormal data by logarithm was convert to normal data. For interpolation Kriging and IDW ۱, ۲ and ۳ were used and for assessment of this methods the lower RMSE value was used. The results showed that Kriging method is the best method for prediction of $CaCO_3$, Cu and CEC in this area.

مقدمه ای بر مدل‌سازی عامل محور و شبیه سازی و کاربرد آن در مدیریت اراضی

زهره علیجانی [۱]، فریدون سرمدیان [۲]
۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، ۲- استاد دانشگاه تهران

چکیده
امروزه فقدان اراضی مناسب و نابودی منابع طبیعی یکی از نگرانی های بشر می باشد. تغییر در کاربری/پوشش اراضی[۲۷] (LUCC) یکی از عمیق ترین تغییرات بشر بر روی سیستم های زمینی است. این پدیده یک فرایند پیچیده است که شامل عاملان و فاکتورها در سطوح مکانی و اجتماعی مختلف می باشد. این امر محققین را بر آن واداشته تا بدنبال روش هایی در جهت رسیدن به نقطه ی تعادل خاک و اراضی باشند. مدلسازی عامل محور یک روش متداول برای تجزیه و تحلیل و شبیه سازی LUCC در نتیجه ی تصمیم گیری های فردی می باشد. این روش نسبت به روش های معمول دارای مزیت هایی است که در مقاله به آن اشاره شده است.

واژه های کلیدی: مدلسازی، عامل، کاربری اراضی، شبیه سازی

مقدمه
اراضی به عنوان یکی از اصلی ترین منابع طبیعی، لحظه به لحظه در حال تغییر می باشد. این تغییرات که در نتیجه ی دخالت انسان بر اکوسیستم است بیشتر مربوط به تغییر الگوهای کاربری اراضی است که اهمیت زیادی در مطالعات زیست محیطی دارد. یکی از مهم ترین دگرگونی های تحت تاثیر بشر بر روی سیستم های زمینی، تغییر در کاربری/ پوشش اراضی است (Vitousek et al., ۱۹۹۷). این تغییر نتیجه ی تعامل بین انسان و محیط زیست در یک زمان مشخص می باشد. کاربری اراضی کشاورزی و یا دیگر تاسیسات تولیدی به منظور رفاه انسان و در جهت تامین نیازهای آن به کار میرود اما همچنین سبب تغییر در توابع زیست محیطی به مرور زمان میشود. در واقع تغییر در کاربری/ پوشش اراضی، اغلب منجر به خسارات زیست محیطی می گردد که به سختی قابل بازگرداندن هستند. در واقع بشر به منظور رفع نیازهای خود، به طور آگاهانه و ناآگاهانه سبب تخریب و نابودی منابع طبیعی می گردد.
چالشی که در این رابطه بسیار باعث نگرانی بشر میشود، نابودی کامل اراضی با همین روند در چند سال آتی و لذا محرومیت نسل های آینده از منابع طبیعی است که خود منجر به نابودی کامل بشر می گردد. لذا این مسئله متخصصان و مسئولان را بر آن واداشته تا با مطالعه و بررسی شرایط موجود، راهکارهایی را در جهت رسیدن به نقطه پایدار و تعادل خاک و اراضی پیدا کنند و کاربری ها را به آن سمت سوق دهند. از طرفی با توجه به پیچیدگی روابط انسان با اکوسیستم و رفتاری که بشر میتواند هر لحظه بر روی اکوسیستم داشته باشد، پیش بینی یک مدل معقول که بتواند نتیجه ی رفتار انسان بر اکوسیستم را - با روندی که در حال حاضر طی میکند - در چند سال آینده نشان دهد و متعاقبا برنامه ریزی صحیح در جهت استفاده از منابع طبیعی با هدف حفظ و حراست آن، امری بسیار پیچیده است.
بسیاری از مدل هایی که تاکنون در پاسخ به مشکلات مربوط به انسان و محیط زیست به کار برده شده اند، جهان بیوفیزیکی را ثابت در نظر گرفته اند، بنابراین در ارزیابی اثرات زیست محیطی فعالیت های انسان در سطح سیمای اراضی یا مقیاس های بزرگتر، ضعیف عمل میکنند (Kaimowitz and Angelson, ۱۹۹۸; Verbug et al., ۲۰۰۳). روشی که امروزه می تواند به این کاستی ها پاسخ دهد و ذهن درگیر انسان را در حل معضلات مربوط به منابع زمینی التیام بخشد، مدلسازی عامل محور و شبیه سازی[۲۸] (ABMS) می باشد. در علوم مربوط به منابع طبیعی و کشاورزی، این روش ها با این هدف رو به کار آمده اند تا تکامل توأم سیستم ه ای انسانی و سیمای اراضی را بر اساس تعاملات بین کنشگران انسانی و محیط زیستشان به خوبی بیان کنند (Verburg et al., ۲۰۰۵; Parker et al., ۲۰۰۳; Batty, ۲۰۰۱; Berger, ۲۰۰۱). این مدل ها میتوانند پویایی و چگونگی نیروهای وارد شده به اراضی را نشان دهند و مشخص کنند که چطور تصمیمات کشاورزان و زمین داران ممکن است روی جهت گیری آینده تاثیر بگذارد (Verburg et al., ۲۰۰۵).
با توجه به مطالب ذکر شده، هدف این مطالعه تنها معرفی یکی از روش های نوین در مطالعه تغییرات خاک و اراضی در سطح اکوسیستم به منظور دستیابی به بهترین مدیریت اراضی می باشد.

معرفی مدلسازی عامل محور و شبیه سازی

[۲۷] Change in land use/cover
[۲۸] Agent based modeling and simulation

شبیه سازی، به معنای نمایش عملکردهای سیستم‌های دنیای واقعی توسط محاسبات ریاضی است. این روش به ما کمک می‌کند تا سیستم‌های پیچیده را بدون دخالت در دنیای واقعی همانندسازی کنیم. بر اساس اطلاعات بدست آمده از شبیه‌سازی و با ساخت یک مدل می‌توان روند و نحوه کار یک سیستم را در آینده مشخص کرد. مدلسازی عامل محور و شبیه سازی یک روش جدید برای مدلسازی سیستم هایی است که دربرگیرنده عامل های مستقل و دارای اثر متقابل اند که این عامل ها قادر به تشخیص اند و روی محیط شبیه سازی شده شان عمل میکنند. در واقع مدل های عامل محور، تعاملات و تداخلات بین عامل ها را شبیه سازی می کنند. در مدل، مجموعه ای از قوانین حاکم بر هر نوع رفتارِ عامل می باشند.

هنوز توافق جهانی در صحت تعریف واژه "عامل" وجود ندارد. بعضی از مدلسازان، هر نوع مولفه مستقلی (نرم افزار، مدل، فرد و ...) را یک عامل در نظر می گیرند (Bonabeau, ۲۰۰۲). بعضی ها نیز معتقدند که رفتار یک مولفه برای اینکه عامل شناخته شود بایستی قابل انطباق باشد؛ یعنی مولفه ای برچسب عامل را میگیرد که از محیط پیرامونش آموزش گیرد و رفتارش را در پاسخ به آن تغییر دهد. یک عامل لزوماً یک فرد نیست. یک عامل میتواند هر سطحی از سازمان را دربر گیرد (یک گروه، یک روستا و...). مثلا در سطح کوچک و مزرعه ای، کشاورز می تواند یک عامل باشد و یا در سطح وسیع تر، عامل ها ممکن است کشاورزان، موسسات دولتی، سازمان های حفاظت از محیط زیست یا توسعه دهندگان روستایی باشند. عامل ها در هر نقطه با توجه به وضعیت خود، محیط و قوانینِ رفتاری عمل می کنند. به عنوان مثال، یک کشاورز ممکن است به دلایل بسیار تصمیم به خرید یک قطعه زمین بگیرد یا نگیرد. تصمیم گیری ممکن است بر اساس عوامل مختلفی چون نیاز، خوش بینی راجع به اقتصاد یا تورم، اشتغال فعلی، وضعیت مالی و یا با هدف یک معامله خوب باشد. عامل ها به طور مستقیم با سایر عامل ها تداخل می کنند و این تداخل به احتمال زیاد رفتار آن ها را تغییر خواهد داد.

مدلسازی عامل محور به دو بخش تک عاملی و چند عاملی تقسیم می شود. مدل های تک عاملی توسط اکولوژیست ها توسعه یافته و مدل های چند عاملی بیشتر تحت تاثیر علوم اجتماعی و کامپیوتر است. مدل های تک عاملی تلاش بر معرفی مفهوم فرد به منظور فهم نقش ناهمگنی دارد اما مدلسازی چند عاملی تاکید بیشتری به فرایندهای تصمیم گیری عامل ها و سازمان اجتماعی ای که در آن این افراد گنجانده شده اند، دارد. در هر منطقه ای با توجه به شرایط حاکم بر محیط زیست و تعداد عاملان مورد مطالعه، باید یک مدل کاربردی و مدیریتی طراحی شده و سپس با وارد کردن تمام مشخصات مربوط به عامل و محیط زیست، نرم افزار توانایی ایجاد سناریو های مدیریتی مختلفی را با تغییر عامل ها خواهد داشت. در نتیجه میتوان با آزمون و خطا، بهترین برنامه ی مدیریتی را در جهت حفظ منابع اراضی انتخاب نمود.

ابزار های مدلسازی عامل محور

بسته های نرم افزاری متعددی برای ساخت مدل های عامل محور وجود دارد (Swarm, MASON, NetLogo, RePast, MetaABM, Breve). رایج ترین این نرم افزارها شامل(Wilensky, ۱۹۹۹) Repast Simphony (North et al., ۲۰۰۷) ، NetLogo و (Minar et al., ۱۹۹۶) Swarm می باشد. این نرم افزارها بر حسب سهولت استفاده، اجرا و پتانسیل باهم فرق دارند. بنابراین مدل ها اغلب بر حسب دستوراتی به کار برده میشوند تا احتیاجات خاصی را برآورده کنند (Parket et al., ۲۰۰۸; Millington et al, ۲۰۰۸). NetLogo و StarLogo هرکدام یک زبان و محیط برنامه نویسی سطح بالایی را برای ساخت مدل های عامل محور فراهم میکنند. نت لوگو در دانشگاه Northwestern روی پلت فرم جاوا و اسکالا توسعه یافته است. اسکالا یک زبان برنامه نویسی کاربردی است که در ماشین مجازی جاوا ساخته شده است. برنامه نت لوگو به یک زبان تفسیری سطح بالا نوشته میشود. اغلب مدل ها در نت لوگو به دلیل دستور ساده و سهولت استفاده اش پیش الگو شده و سپس در Swarm بارگیری میشوند. Swarm یکی از قدیمی ترین ابزارآلات مدلسازی عامل محور است و هزاران نمونه از کاربرد آن در مدلسازی و چندین بسته ابزار جدیدتر بر اساس آن وجود دارد. اسناد و مقالات تحقیقی در مورد Swarm، بسیاری از مفاهیم پایه ای و ایده ها را در مورد ABM بنا کرده است و مطالعه این موارد، مقدمه ی خوبی را در زمینه رو به رشد مدلسازی عامل محور فراهم میکند. در حالیکه نت لوگو و استارلوگو از پلت فرم های شبیه ساز سطح بالا هستند که یک محیط بسته و زبان مرسوم سطح بالا فراهم میکند، Swarm و RePast از سیستم های چارچوبی و کتابخانه ای هستند (Railbacks et al., ۲۰۰۶). در چنین سیستم هایی، مدل با استفاده از زبان های سطح پایین مثل جاوا در یک چارچوب مفهومیِ ساخته شده برای سازمان دهی و توسعه مدل، ساخته میشود.

نتیجه گیری

به طور کلی برتری این روش نسبت به روشهای سنتی و معمول را می توان در چند مورد خلاصه نمود:

از نظر نظری، این روش بر پایه نظریه نظام‌های پیچیده که یکی از حوزه های جدید مطالعاتی در علوم طبیعی- انسانی است، پایه‌ریزی گردیده است. در بخش روش‌شناسی تحقیق، برخلاف روش‌های معمول، بررسی پدیده ها در حالتی ایستا صورت نمی‌گیرد. این روش برخلاف روش‌های معمول به دنبال پیدا نمودن عامل‌ها و تعاملات عامل‌ها (مسأله‌ای که در تحقیقات کنونی کمتر به آن توجه شده است)، تصمیم‌گیری‌ها و رفتارهایی که خروجی این تصمیم‌گیری است، می باشد. سومین برتری این روش نسبت به روش‌های موجود، توانایی شبیه سازی و ارائه مدلی است که می‌توان با تغییر در متغیرهای ورودی و نوع تعاملات بین عامل‌های آن، به صورت واقعی تغییر در رفتار کنشگران اصلی نظام را مشاهده و در نتیجه پیامد آن بر سطح سیستم بوم شناختی آن نظام را پیش‌بینی نمود.

منابع

Batty M. ۲۰۰۱. Editorial: agent-based pedestrian modeling.Environment and Planning, ۲۸ (۳): ۳۲۱-۳۲۶.
Berger T. ۲۰۰۱. Agent-based spatialmodels applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. Agricultural Economics, ۲۵: ۲۴۵-۲۶۰.
Bonabeau E. ۲۰۰۲. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. PNAS, ۹۹ (۲):۷۲۸۰-۷۲۸۷.
Kaimowitz D. and Angelsen D. ۱۹۹۸. Economic Models of Tropical Deforestation: A Review. Centre for International Forestry Research (CIFOR), Bogor.
Minar N., Burkhart R., Langton C. and Askenazi M. ۱۹۹۶. The Swarm simulation system: A toolkit for building multi-agent simulations. Working Paper, ۹۶-۰۶-۰۴۲, Santa Fe Institute, Santa Fe.
North M. J., Collier N. T. and Vos J. R. ۲۰۰۷. Experiences creating three implementations of the repast agent modeling toolkit. ACM Transactions on Modelling and Computer Simulation, ۱۶(۱):۱-۲۵.
Parker D.C., Manson S.M., Janssen M.A., Hoffmann M.J. and Deadman P. ۲۰۰۳. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. Annals of the Association of American Geographers, ۹۳:۲:۳۱۴-۳۳۷.
Railsback S.F., Lytinen S.L. and Jackson S.K. ۲۰۰۶. Agent-based simulation platforms: review and development recommendations. Simulation, ۸۲: ۶۰۹-۶۲۳.
Verburg P., Kok K. and Veldkamp T. ۲۰۰۵. Pixels or agents? Modelling land-use and land-cover change. IHDP Newsletter, ۳: ۸-۹.
Verburg P.H., de Groot W.T. and Veldkamp A.J. ۲۰۰۳. Methodology for multi-scale land use change modeling: concepts and challenges. In: Dolman, A.J., Verhagen, A. (Eds.), Global Environmental Change and Land Use. Kluver Academic Publishers, Dordrecht.
Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenko J. and Melillo J.M. ۱۹۹۷. Human domination of Earth's ecosystems. Science ۲۷۷: ۴۹۴-۴۹۹.
Wilensky U. ۱۹۹۹. NetLogo, http://ccl.northwestern.edu/netlogo/ Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (CCL). Northwestern University, Evanston.

Abstract

Today, lack of suitable land and degradation of natural resources are one of the concerns of mankind. Change in land use/cover (LUCC) is one of the most profound human-induced alterations of the Earth's system. It is a complex process that includes actors and factors at different social and spatial levels. This has led researchers to seek ways to reach the point of soil and land balance. A common approach to analyse and simulate LUCC as the result of individual decisions is agent-based modelling (ABM). This method has the advantages compared to conventional methods that are mentioned in this article.

بررسی وضعیت آلودگی خاک به عنصر کادمیوم در دشت شهرکرد با استفاده از زمین‌آمار

سمیه تقی‌پور [۱]، جهانگرد محمدی [۲]، مهدی نادری [۳]
۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد،

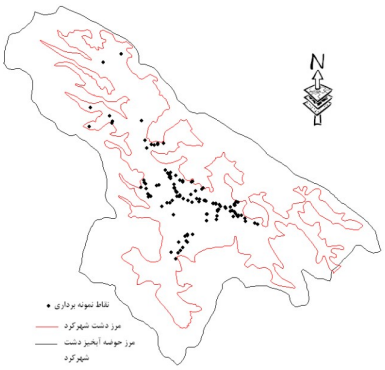
چکیده
مطالعه تغییرات مکانی فلزات سنگین و منشأ آنها در خاک به‌منظور مدیریت کشاورزی دقیق و جلوگیری از آلودگی خاک و محصولات کشاورزی امری ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی غلظت کل کادمیوم در دشت شهرکرد و ارزیابی خطر آلودگی منطقه به این عنصر انجام شد. ۱۲۰ نمونه خاک سطحی به طور تصادفی از منطقه مورد مطالعه برداشت و غلظت کل کادمیوم نمونه‌ها، به روش هضم در اسیدنیتریک، به وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت کادمیوم بیش از حد بحرانی آن در خاک بود. آنالیز زمین‌آماری داده‌ها نشان داد تغییرپذیری کادمیوم کل ناهمسان‌گرد می‌باشد. کادمیوم وابستگی مکانی قوی نشان داد. نقشه‌های کریجینگ و خطای تخمین، نشان‌دهنده قابلیت بسیار خوب تخمین‌گر کریجینگ برای پهنه‌بندی غلظت عناصر سنگین بود. این نقشه‌ها غلظت بالاتر از حد بحرانی کادمیوم را در منطقه نشان دادند.

واژه های کلیدی: پهنه‌بندی، کادمیوم، کریجینگ، ناهمسان‌گرد

مقدمه
فلزات سنگین به علت سمیت و ماندگاري‌شان در محیط خطرناك مي‌باشند (Chen et al., ۲۰۰۹). به طور کلی فلزات سنگین از دو منبع اصلی منشأ مي‌گيرند: منابع طبیعی مانند هوادیدگی ماده مادری و منابع غیرطبیعی (ناشی از فعالیت انسان) مانندااستخراج معادن و فعالیت‌های کشاورزی (Sollito et al., ۲۰۱۰ و تقی‌پور و همکاران ۱۳۸۹). استفاده طولاني‌مدت و بیش از حد از زمین‌های کشاورزی همراه با کاربرد مکرر علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها باعث تجمع فلزات سنگین در خاك سطحی مي‌شود(Sollito et al., ۲۰۱۰).
در سال‌های اخیر مطالعه فلزات سنگین در خاك مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته و به عنوان یکی از مباحث مهم در علوم خاك و محیط زیست مطرح است. مطالعه‌ي تغییرات مکانی فلزات سنگین و منشأ آنها در خاک به منظور مدیریت کشاورزی دقیق و جلوگیری از آلودگی خاک و محصولات کشاورزی امری ضروری به نظر می رسد (Chen et al., ۲۰۰۹).

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه دشت شهرکرد واقع در استان چهارمحال و بختیاری مي‌باشد که با امتداد شمال غرب- جنوب شرق در فاصله بین طول‌های جغرافیایی ۳۸ ´ ۵۰ تا ۱۰ ´ ۵۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۷ ´ ۳۲ تا ۳۵ ´ ۳۳ شمالی واقع است(شکل ۱). مساحت اراضی قابل‌آبیاری این دشت ۲۵۱۲۸ هکتار مي‌باشد که عمدتا زیر کشت محصولاتی نظیر گندم، ذرت، یونجه، سیب‌زمینی و چغندرقند است و قطب مهم کشاورزی و صنعتی استان محسوب مي‌شود.







شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

۱۲۰ نمونه از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاك به طور تصادفی از سطح منطقه مطالعاتی برداشت و موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها به کمك دستگاه موقعیت‌یاب مکانی[۲۹] ثبت شد. پس از هوا خشك شدن و عبور از الك ۲ میلیمتری غلظت کل کادمیم به روش هضم در اسید نیتریك(Sposito et al., ۱۹۸۲) توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. توصیف آماری داده ها به منظور بررسی چگونگی توزیع آن‌ها و دست‌یابی به خلاصه ای از اطلاعات آماری با نرم‌افزار استاتیستیکا ۶ صورت گرفت. تجزیه و تحلیل الگوی ساختار تغییرات مکانی با استفاده از تغییرنما صورت گرفت. جهت محاسبه و ترسیم تغییرنما از نرم افزار واریووین استفاده شد. قبل از پهنه‌بندی، مدل‌های تغییرنما با استفاده از نرم افزار ژئوئیز مورد اعتبارسنجی قرار گرفتند، به طوری‌که مدل نهایی دارای میانگین خطای تخمین[۳۰] صفر یا نزدیك به صفر و حداقل مجذور میانگین مربعات خطای تخمین[۳۱] باشد. نقشه پراکنش مکانی به همراه نقشه خطای تخمین به روش کریجینگ بلوکی، با استفاده از نرم افزار سورفر تهیه شد.

نتایج و بحث

محاسبه خلاصه آماری داده‌های هر متغیر اطلاعات مهم و مفیدی را در رابطه با چگونگی توزیع آماری آن‌ها در اختیار محقق قرار می‌دهد (جدول ۱). بر اساس طبقه‌بندی ارائه شده توسط ویلدینگ (۱۹۸۵)، بر مبنای ضریب تغییرات، کادمیم کل دارای تغییرپذیری متوسط می‌باشد.

حد بحرانی آلودگی کادمیم ۳/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است(Chen et al., ۲۰۰۹). میانگین غلظت کل کادمیم بالاتر از حد بحرانی آلودگی این عنصر می‌باشد و ۹۸ درصد نمونه‌ها غلظت بیش از ۳/۰ را نشان دادند، بنابراین خطر آلودگی کادمیم در خاك‌های منطقه وجود دارد.

یکی از مناسب‌ترین راه‌های بررسی ناهمسانگردی، استفاده از خاصیت تقارن تابع واریوگرام و ارائه تصویر دو بعدی از واریوگرام تجربی است. نمودار حاصل را واریوگرام رویه ای[۳۲] می‌نامند. در صورت وجود تقارن در تغییرنمای رویه‌ای، متغیر همسانگرد و تغییرپذیری متغیر اندازه‌گیری شده در جهات مختلف یکسان است. در شرایط ناهمسانگردی، واریوگرام جهت‌دار و در امتداد حداکثر و حداقل پیوستگی مکانی محاسبه می‌گردد (محمدی ۱۳۸۵). بر اساس تغییرنمای سطحی تغییرپذیری کادمیوم ناهمسانگرد است (شکل ۲). بنابراین رویه مدل ناهمسانگرد واریوگرام داده‌های کادمیوم ترسیم شد (شکل ۳ و ۴). جدول ۲ پارامترهای تغییرنما را نشان می‌دهد.

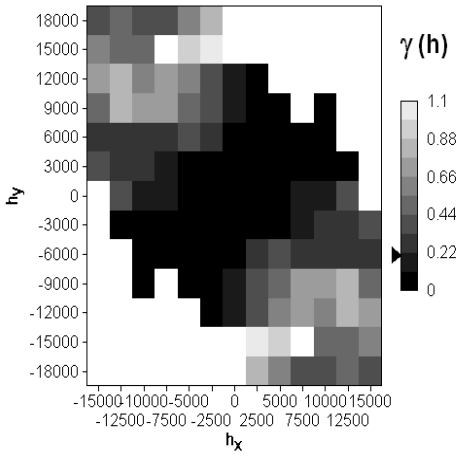
عواملی نظیر کاربرد کود و آفت‌کش‌ها بر مقدار کادمیوم کل تأثیر گذاشته و باعث وابستگی مکانی آن‌ها در فاصله کم شده است (Wang et al., ۲۰۰۸). هو و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیان کردند دامنه تأثیر کم کادمیوم نشان‌دهنده تأثیر عوامل غیرطبیعی از جمله آبیاری با پساب و کاربرد کودها بر غلظت این فلز در خاک است. بررسی های چن و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد منشأ کادمیم فعالیت‌های انسانی است.

نسبت اثر قطعه‌ای به حد آستانه چگونگی وابستگی مکانی متغیر را نشان می‌دهد. اگر این مقدار کوچك‌تر از ۲۵% باشد وابستگی مکانی متغیر قوی، بین ۲۵% تا ۷۵% وابستگی مکانی متوسط و بیش از ۷۵% وابستگی مکانی متغیر ضعیف می‌باشد (Hu et al.,۲۰۰۶).

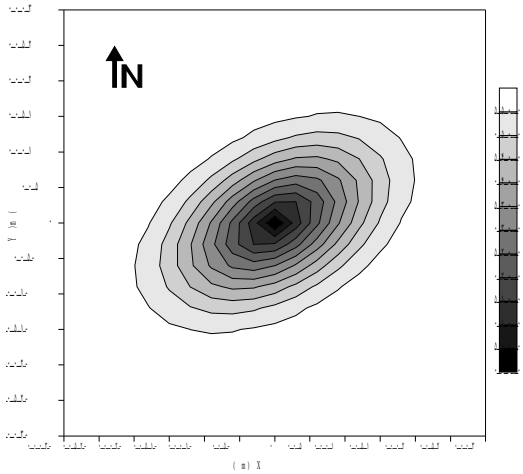
جدول ۱: خلاصه آماری غلظت عناصر سنگین ($mg.kg^{-1}$ soil)

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
کادمیم کل	۲۲۵/۰	۵/۲	۶۰/۱	۸۰/۱	۴۶/۰	۷۵/۲۸	-۲۰/۱	۶۰/۰

[۲۹] GPS
[۳۰] MEE
[۳۱] RMSE
[۳۲] Surface variogram



شکل ۲: تغییرنمای سطحی کادمیوم کل



شکل ۴: رویه مدل ناهمسانگرد واریوگرام داده‌های کادمیوم

جدول ۲: پارامترهای تغییرنما

متغیر	مدل	اثر قطعه‌ای (C.)	حد آستانه(C)	C./C	دامنه(m)	کلاس وابستگی مکانی
کادمیم کل	کروی	۰	۰۵۷/۰	۰	۱۵۰۰	قوی

جاچون و همکاران (۲۰۰۷) وابستگی مکانی قوی کادمیوم را به تغییرات ذاتی خصوصیات خاک مثل بافت و مینرالوزی مربوط می‌دانند. وجود ساختار مکانی در مورد عناصر سنگین توسط محمودی (۱۳۸۹) و رودریگز و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. هو و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که کادمیوم وابستگی مکانی قوی دارد.

نتایج اعتبارسنجی مدل تغییرنما در جدول ۳ آمده است. مقادیر میانگین خطای تخمین نزدیک صفر و مجذور میانگین مربعات خطای تخمین حداقل مقدار عددی است، که بیانگر ناریب بودن تخمین و دقت قابل‌قبول تخمین می‌باشد. هم‌چنین مقدار Z-Score نیز به صفر نزدیک است.

نقشه‌های کریجینگ و خطای تخمین متغیر موردمطالعه با استفاده از پارامترهای تغییرنمای به‌دست آمده در نرم‌افزار واریووین و اعتبارسنجی آن در ژئوئیز، در محیط نرم افزار سورفر ترسیم شد (شکل ۵). نقشه کریجینگ غلظت کل کادمیوم روند افزایشی این عنصر را از شمال غرب به جنوب شرق منطقه به خوبی نشان می‌دهد. غلظت کادمیوم در تمامی منطقه بالاتر از حد بحرانی سمیت این عنصر (۳/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود که نشان‌دهنده خطر آلودگی منطقه به این عنصر است. کاربرد کودهای شیمیایی (بویژه کودهای فسفاتی)،یکی از راه‌های ورود کادمیوم به خاك می‌باشد.

به‌طور کلی نقشه خطای تخمین نشان می‌دهد که در نقاط نمونه‌برداری شده و مناطق نزدیك آن‌ها، حداقل خطا و با افزایش فاصله از این نقاط و در حاشیه منطقه به دلیل عدم نمونه‌برداری یا کمتر بودن نقاط نمونه‌برداری حداکثر خطای تخمین دیده می‌شود.

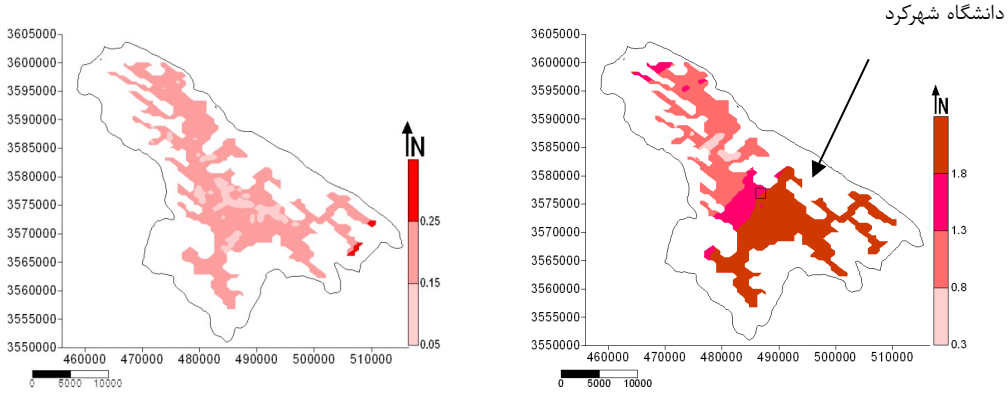
شکل ۶ تصویر ترکیب رنگی مجازی حاصل از اطلاعات تصاویر ماهواره IRS و نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مقایسه نقشه کریجینگ عنصر سنگین با نقشه کاربری اراضی منطقه مطالعاتی، سمیت کادمیوم در اراضی کشاورزی و مرتعی را نشان می‌دهد. به‌طور کلی غلظت کادمیوم در سطح دشت بالاتر از حد بحرانی آلودگی آن (۳/۰ پی‌پی‌ام) است. مساحت زیادی از اراضی کشاورزی غلظتی بین ۳/۱-۸/۰ و بالاتر از ۸/۱ کادمیوم را نشان داده‌اند که احتمالا به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی فسفاته است. نقشه کریجینگ کادمیوم کل روند افزایشی این عنصر به سمت مناطق شهری را به خوبی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که در مناطق شهری غلظت کادمیوم بیشتر از ۸/۱ بود. منشأ غلظت‌های زیاد عناصر در مناطق شهری را می‌توان ترافیک و دود ناشی از عبور و مرور وسایل نقلیه عنوان کرد. بدین ترتیب کاربری اراضی بر غلظت عناصر سنگین در خاک مؤثر است.

جدول ۳: نتایج اعتبارسنجی مدل‌های تغییرنما

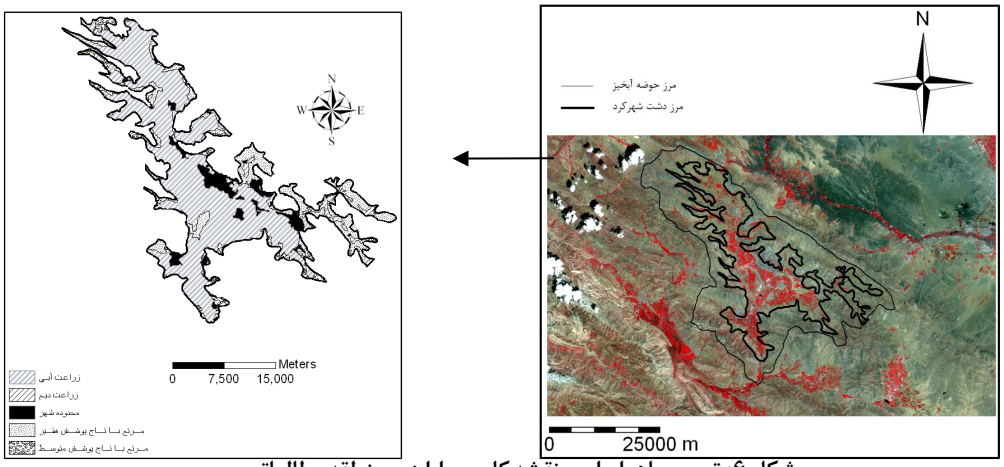
متغیر	دامنه جستجو(m)	حداقل نقاط در دامنه جستجو	حداکثر نقاط در دامنه جستجو	MEE	RMSE	Z-score

کادمیم کل	۲۰۰۰۰	۱	۲۰	-۰۱/۰	۱۵۶/۰	-۰۲۳/۰

دانشگاه شهرکرد



شکل ۵: نقشه کریجینگ (سمت راست) و خطای تخمین (سمت چپ)



شکل ۶: تصویر ماهواره‌ای و نقشه کاربری اراضی منطقه مطالعاتی

نقشه‌های کریجینگ و خطای تخمین حاکی از قابلیت بسیار خوب تخمین‌گر کریجینگ برای پهنه‌بندی عناصر سنگین، می‌باشد. با توجه به نقشه‌های کریجینگ عناصر مورد مطالعه، خطر آلودگی کادمیوم در منطقه وجود دارد. مقایسه نقشه‌های کریجینگ و کاربری اراضی غلظت‌های بالاتر از حد بحرانی کادمیوم را در مناطق شهری، اراضی کشاورزی و مرتعی نشان می‌دهد.

منابع

تقی‌پور، م. خادمی، ح. و ایوبی، ش. ۱۳۸۹. تغییرات مکانی غلظت سرب و روی در خاک‌های سطحی و ارتباط آن با مواد مادری و نوع کاربری در بخشی از استان همدان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۱۳۲ تا ۱۴۴.

محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری، جلد دوم: آمار مکانی (ژئواستاتیستیک). انتشارات پلک، تهران.

محمودی، ش. ۱۳۸۹. توزیع غلظت کل عناصر سنگین (سرب، کادمیوم، روی) در بخش‌های مختلف اندازه ذرات خاک و پراکنش مکانی آن‌ها در جنوب شهر اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

Chen, T., Liu, X., Li, X., Zhao, K., Zhang, J., Xu, J., Shi, J. and Dahlgren, R.A. ۲۰۰۹. Heavy metal sources identification and sampling uncertainty analysis in a filed- scaie vegetable soil of Hangzhou, China. Environmental Pollution, ۱۵۷ :۱۰۰۳-۱۰۱۰.

Hu, K.L., Zhang, F., Li, H., Huang, F. and Li, B. ۲۰۰۶. Spatil patterns of soil heavy metals in urban-rural transition zone of Beijing. Pedosphere, ۱۶: ۶۹۰-۶۹۸.

Jiachun, S., Haizen, W., Jianming, X., Jianjun, W., Xingmei, L., Haiping, Z. and Chunlan, Y. ۲۰۰۷. Spatial distribution of heavy metals in soil: a case study of Changxing, China. Environmental Geology, ۵۲: ۱-۱۰.

Rodriguez, J.A., Nanos, N., Grau, J.M., Gil, L. and Lopez-Arias, M. ۲۰۰۸. Multiscale analysis of heavy metal contents in Spanish agricultural topsoils. Chemosphere, ۷۰: ۱۰۸۵-۱۰۹۶.

Sollito, D., Romic, M., Castrignano, A., Romic, D. and Bakic, H. ۲۰۱۰. Assessing heavy metal contamination in soils of the Zagreb region (Northweast Croatia) using multivariate geostatistics. Catena, ۸۰: ۱۸۲-۱۹۴.

Sposito, G., Lund, L.J. and Chang, A.C. ۱۹۸۲. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu,Zn, Cd, Pb in solid phases. Soil Science Society of America Journal, ۴۶: ۲۶۰-۲۶۴.

Wang, S., Yu, T., Wang, J., Yang, L., Yang, K. and Lu, P. ۲۰۰۸. Preliminary study on spatial variability and distribution of soil adailable microelements in Pinggu County, Beijing, China. Agricultural Sciences in China, ۷: ۱۲۳۵-۱۲۴۴.

Wilding, L. P. ۱۹۸۵. Spatial variability, Its documentation, accommodation, and implication to soil surveys. In: D. R. Nielsen and J. Bouma (Eds.), Soil Variability. Pudo, Wagenigen, The Netherlands.

Abstract

In order to establish precision agriculture management and to prevent soil and agricultural products from contamination, it seems necessary to study spatial variability of heavy metals and their sources. The objective of this research was to investigate spatial variability and mapping total concentration of Cadmium in shahrekord plain and to evaluate contamination risk of the region. ۱۲۰ composite surface soil samples were taken from region. Total concentrarion of Cd in soil samples, after digestion in nitricacid, were measured by atomic absorption spectrophotometer. The mean concentration of total Cd were greater than its critical level. Geostatistical analysis showed anisotropic variability for cadmium values. Cadmium had strong spatial dependence. Kriging and estimation error maps showed very good ability of kriging for mapping heavy metals. These maps indicate the concentration higher than critical levels of Cd in the region.

تاثیر تغییر کاربری اراضی بر امنیت غذایی حوزه آبخیز چغاخور با تکیه بر شاخص‌های پایداری خاک

پروانه محقق [۱]، مهدی نادری [۲]، جهانگرد محمدی [۲]
۱-دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشگاه دانشگاه شهرکرد، ۲-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد

چکیده
در راستای مدیریت پایدار خاک بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش زمین بر منابع خاک و آب ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس مطالعه‌ی ذیل با موضوع اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک پایه‌گذاری شد و برخی ویژگی‌های پویای خاک همانند: وزن مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه‌ها، مواد آلی و مقدار نیتروژن کل و فسفر قابل جذب خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیم‌زار و اراضی کشاورزی موجب کاهش شدید کیفیت خاک شده است. به طوری که تغییر کاربری مرتع به کشاورزی و دیم‌زار منجر به کاهش معنی‌دار سطح ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها و همچنین کاهش سطح عناصر ضروری رشد گیاه همانند نیتروژن و فسفر شد که این امر در دراز مدت سبب کاهش بهره‌دهی خاک و خارج شدن برخی زمین‌ها از چرخه تولید خواهد شد که این اوامر معضلی در برابر امنیت غذایی کشور می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، مدیریت پایدار خاک، کیفیت خاک

مقدمه
امروزه امنیت منابع خاک و آب با خطرات زیادی روبرو است. دلیل اساسی این امر رشد سریع جمعیت و افزایش نیازهای جوامع بشری است که منجر به بهره‌برداری بی‌رویه و نادرست از منابع طبیعی تجدیدشونده شده است. به طوری که بشر امروز جهت تأمین غذا به اقداماتی همانند: کشاورزی با نهاده‌های بیشتر، تغییر کاربری اراضی، استفاده از اراضی حاشیه‌ای و جنگل‌تراشی روی آورده است. اگر مدیریت‌های اعمال شده در خصوص امنیت غذایی جمعیت یک کشور در طول زمان همراه با توازن و تعادل باشند، علاوه بر حفظ و حراست از منابع طبیعی منجر به ارتقا و ثبات سیستم اجتماعی و اقتصادی ملت خواهد شد. در غیر این صورت بهره‌برداری بی‌رویه از منابع نه تنها مشکلات و عدم تعادل در ابعاد مختلف زندگی بشر ایجاد می‌کند بلکه سبب ناپایداری اکوسیستم و تخریب محیط زیست می‌گردد. از جمله اثرات ناپایداری اکوسیستم، تخریب خاک است که به معنی کاهش موقت یا دائمی ظرفیت تولید خاک می‌باشد (Singh and Khera، ۲۰۰۹). نخستین تغییرات خاک در فرایند تخریب، تغییر در شاخص‌های کیفیت پویای آن می‌باشد و در صورت ادامه روند تخریب، پیامدهایی همچون تغییر در چرخه طبیعی آب، افزایش نرخ فرسایش، رسوب و شدت سیل‌خیزی حوزه، کاهش حاصل‌خیزی خاک، افزایش رانش زمین، پرشدن سریع مخازن سدها، بیابانی‌شدن (از دست رفت توان زیستی خاک) و آلودگی آب و خاک بروز خواهد کرد که از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی می‌باشند (Ustine، ۲۰۰۴). متأسفانه تغییرات شدید محیط‌زیست در چند دهه‌ی اخیر نمایانگر مدیریت‌های نامطلوب منابع طبیعی و سیر صعودی ناپایداری اکوسیستم‌ها در کشور است. به طوری که طبق آمار سازمان خواروبار جهانی (Food and Agriculture Organization, FAO) در سال ۱۹۹۴ ایران جزء ۹ کشور آسیایی است که اراضی کشاورزی و عرصه‌های منابع طبیعی آن به شدت تحت تأثیر فرسایش و تخریب قرار گرفته است. رتبه فرسایش ایران در سال ۲۰۱۰ در رده دوم فرسایش خاک در جهان و در سال ۲۰۱۱ به رتبه نخست در این زمینه رسیده است. دلیل این امر به تغییر ناآگاهانه و غیرعلمی کاربری اراضی مرتعی و جنگلی و استفاده از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بدون شناخت کافی از محیط خاک، طی سالیان متمادی نسبت داده شده است (FAO، ۱۹۹۴ و ISRIC، ۲۰۱۱).

محدودیت منابع آب و خاک سبب شده 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 امکان‌پذیر 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 ارضی و پیشگیری و کنترل سیر قهقرایی تخریب (فرسایش و رسوب) باشیم. باید در ابتدا دید کافی از منطقه در زمینه‌ی وضعیت کنونی منابع، شدت تخریب خاک، آلودگی آب و خاک، میزان هدررفت خاک و میزان رواناب و رسوب بدست آوریم. از آن جائی 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 تغییرات مکانی کیفیت خاک و شدت تخریب خاک و تعیین حساس‌ترین کاربری اراضی و اولویت‌بندی آن برای انجام عملیات حفاظتی اجرا گردد. مطالعه‌ی حاضر گامی است در این راستا در یکی از حوزه‌های آبخیز استان چهارمحال و بختیاری که یکی از مناطق مهم از نظر کشاورزی، مباحث زیست محیطی و اکوتوریسم می‌باشد و در مرکز آن، تالاب بین المللی چغاخور واقع شده است. طبق آمار و اطلاعات سازمان مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری (۱۳۹۰) این حوزه به شدت در معرض خطر فرسایش و تخریب قرار دارد و علت این امر را به موقعیت جغرافیایی، شیب تند منابع اراضی، حساسیت سازندهای زمین‌شناسی و نیز چرای بی‌رویه دام، تغییر کاربری اراضی (تبدیل مراتع به دیم‌زارها و اراضی کشاورزی کم بازده) و قطع درختان و گونه‌های مرتعی جهت سوخت، نسبت داده‌اند.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان بروجن و بخش بلداجی واقع شده است. این حوزه با مساحت ۱۲۰۰۰ هکتار بین عرض جغرافیایی ۵۰ ′ ۳۱ و ۵۷ ′ ۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ ′ ۵۰ و ۵۰ ′ ۵۰ شرقی می‌باشد. میانگین مجموع بارش سالیانه ۶۶۰ میلی‌متر و متوسط ارتفاع منطقه ۲۸۰۰ متر از سطح دریا است. طبق کلید رده‌بندی خاک‌های غالب حوزه شامل: Typic_Calciaquolls، Lithic_xerorthents و Typic_Calcixerepts و Calcic Haploxeralfs_ می‌باشند. برای بررسی تغییرات کیفیت خاک تحت کاربری‌های غالب حوزه آبخیز ابتدا منطقه مورد مطالعه بر اساس خواص توپوگرافی(شیب و جهت شیب)، خاک، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی به واحدهای کاری همسان تقسیم‌بندی شد. سپس تعداد ۵۰ نمونه خاک هر کدام ۲ کیلوگرم از لایه سطحی (۲۰- ۰ سانتی‌متر) به صورت تصادفی از سه کاربری مرتع، دیم‌زار و زمین‌های کشاورزی جمع‌آوری شد. پارامترهایی همانند pH در عصاره ۱ به ۵/۲ خاک به آب، درصد کربنات کلسیم به روش تیتراسیون و مقدار ماده آلی با روش والکی بلک، نیتروژن کل به روش کلدال و فسفر قابل دسترس به روش اولسن اندازه‌گیری شد (Miller and Keeney، ۱۹۹۲). سایر آزمایشات فیزیکی خاک نیز شامل: بافت به روش هیدرومتر، وزن مخصوص ظاهری از طریق نمونه‌های دست‌نخورده خاک به روش استوانه و اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌های خاک (Mean Weight Diameter) به روش غربال کردن در آب و با استفاده از رابطه ذیل میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها محاسبه گردید (Miller and Keeney، ۱۹۹۲):

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i$$

که در آن: x_i متوسط قطر یا اندازه‌ی خاکدانه‌ها در هر کلاس به میلی‌متر و w_i نسبت وزن خاکدانه‌ها بر روی الک به وزن کل خاک است. برای تعیین منحنی توزیع اندازه خاکدانه‌ها، نسبت درصد وزنی خاکدانه‌ها روی هر غربال به وزن کل نمونه در مقابل اندازه الک‌ها ترسیم شد. تحلیل آماری نتایج، بوسیله برنامه SAS انجام گرفت. میانگین تکرارهای هر ویژگی در کاربری‌های گوناگون توسط آزمون دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

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. نتایج نشان داد، بافت خاک سطحی در نقاط مطالعاتی لوم رسی و لوم رسی سیلتی می‌باشد. همچنین درصد آهک بین ۵/۲۷ تا ۵/۳۱ متغیر بود. pH خاک نیز در محدوده ۵/۷ تا ۱/۸ تغییر کرد. از آن‌جایی‌که 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). مقدار ماده آلی در کاربری مرتع با پوشش گیاهی بالای ۲۰ درصد، دیم‌زار و زمین‌های زراعی به ترتیب ۳۵/۱، ۵۷/۰ و ۳۹/۰ درصد بود که مقدار ماده آلی مرتع نسبت به دیم‌زار و زمین‌های زراعی کاهشی برابر ۷/۵۷ و ۱/۷۱ درصد نشان داد (جدول ۱). بیات و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان دادند تخریب پوشش گیاهی مرتع منجر به کاهش سطح ماده آلی خاک شده است. 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. همچنین از عوامل دیگر کاهش ماده آلی خاک سطحی در این مورد می‌توان به تشدید فرسایش در دیم‌زار و انتقال این مواد بوسیله رواناب اشاره کرد.

در این مطالعه تبدیل اراضی مرتعی به دیم‌زار و زمین‌های کشاورزی تأثیر متفاوتی بر روی عناصر غذایی داشت. نیتروژن از مهم ترین عناصر مورد نیاز برای رشد گیاهان است. میزان نیتروژن کل رابطه‌ای مستقیم با درصد ماده آلی داشت به طوری که درصد نیتروژن در کاربری دیم‌زار و زمین‌های زراعی نسبت به کاربری مرتع به ترتیب ۳۰ و ۸۲ درصد کاهش نشان داد (جدول ۱). یکی از دلایل کاهش نیتروژن می‌تواند حذف پوشش گیاهی طبیعی و به هم خوردن خاک سطحی باشد که این امر منجر به تغییر در رطوبت و دمای خاک می‌شود و در نهایت تجزیه بیولوژیک مواد آلی، افزایش معدنی شدن نیتروژن و در نهایت کاهش نیتروژن خاک را در بر خواهد داشت (Singh and Khera، ۲۰۰۹). دلیل دیگر کاهش نیتروژن در اراضی کشاورزی را می‌توان به تأثیرات منفی خاک‌ورزی بر ساختمان خاک و نفوذپذیری آن نسبت داد که سبب افزایش تولید رواناب شده و هر ساله مقدار زیادی نیتروژن همراه با رسوب از محیط خارج می‌کند (بیات و همکاران، ۱۳۹۱). در این تحقیق به نظر می‌رسد تجزیه ریشه و جذب توسط گیاهان، نقش مهمی در پراکنش نیتروژن کل خاک داشته است.

مقدار فسفر قابل دسترس خاک دیم‌زار کاهش معنی‌داری نسبت به کاربری مرتع نشان نداد ولی مقدار فسفر در کاربری کشاورزی افزایش معنی‌داری نسبت به دو کاربری دیگر داشت (جدول ۱). از دلایل کاهش فسفر در کاربری دیم‌زار با توجه به این که هیچ‌گونه کوددهی طی سال‌های کشت و کار صورت نگرفته است، برداشت این عنصر به وسیله‌ی محصولات زراعی است. در کاربری دیم‌زار همراه با برداشت فسفر توسط محصولات زراعی، بازگشت این عنصر به خاک صورت نمی‌گیرد و این می‌تواند دلیل کاهش این عنصر در خاک‌ها باشد. از طرفی در اراضی مرتعی، پوشش گیاهی و بازگشت آن به خاک باعث افزایش مواد آلی و حفظ فسفر خاک می‌شود.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری مرتع به مقدار ۲۳/۲ میلی‌متر بود و این مقدار در کاربری زراعی و دیم‌زار به ترتیب ۵۳/۰ و ۳۳/۰ میلی‌متر بود و دلیل این امر را می‌توان به ساختمان فشرده خاک سطحی دیم‌زار نسبت داد (جدول ۱). پایداری خاکدانه‌های خاک متأثر از عملیات مدیریتی است (Singh and Khera، ۲۰۰۹). علت بالا بودن پایداری خاکدانه‌ها در کاربری مرتع می‌تواند با مقدار ماده آلی بیشتر در این کاربری، افزایش ترشحات ریشه‌ای و بازگشت بیشتر بقایای گیاهی به خاک و تشدید فعالیت میکروبی به خصوص قارچ‌ها نسبت داد. در همین خصوص Celik (۲۰۰۵) نیز بیان کردند کاربری و مدیریت اراضی می‌توانند نقش مهمی را در پایداری خاکدانه‌ها و توزیع اندازه ذرات ایفا کند. متوسط جرم مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک سطحی در سه کاربری مرتع، دیم‌زار و زمین‌های کشاورزی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- میزان برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک‌تحت کاربری‌های گوناگون

کاربری	بافت خاک	کربنات کلسیم (%)	اسیدیته	ماده آلی (%)	MWD (mm)	وزن مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)
مرتع	لوم رسی سیلتی	a* ۵/۲۷	a ۱/۸	a ۳۵/۱	a ۲۳/۲	a ۰۱/۱	a ۲۳/۰	b ۲/۶۷
کشت دیم	لوم رسی سیلتی	a ۳/۲۹	a ۵/۷	b ۵۷/۰	c ۳۳/۰	a ۲۱/۱	b ۱۶/۰	b ۳/۵۹
زمین‌های کشاورزی	لوم رسی	a ۵/۳۱	a ۵/۷	c ۳۹/۰	b ۵۳/۰	a ۲۷/۱	c ۰۴/۰	a ۳/۸۹

*حروف مشابه در هر ستون نشان می‌دهد در سطح اماری ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد.

نتیجه کلی این‌که 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 زیست‌محیطی را در پی داشته باشد. بر اساس این پژوهش تغییر کاربری اراضی مرتعی به دیم‌زار و اراضی کشاورزی موجب کاهش شدید کیفیت خاک و آماده‌سازی این اراضی برای فرسایش شده است. در این تحقیق برخی ویژگی‌های کیفیت خاک انتخاب شدند، برآورد شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک حاکی از آن بود که تغییر کاربری مرتع به کشاورزی و دیم‌زار منجر به کاهش معنی‌دار سطح ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها و همچنین کاهش سطح عناصر ضروری رشد گیاه همانند نیتروژن و فسفر شده است. مسلماً این امر در دراز مدت سبب کاهش در میزان تولید بالقوه و بالفعل خاک و یا کاهش در بهره‌دهی خاک، افزایش هزینه‌های کشاورزی، تخریب خاک و خارج شدن برخی زمین‌ها از چرخه تولید خواهد شد.

منابع

آمار و اطلاعات سازمان مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۰.

بیات، ر. سررشته‌داری، ا. جعفری، ع و سکوتی، ر. ۱۳۹۱. شبیه سازی تأثیر مدیریت اراضی بر فرسایش خاک حوزه آبخیز دریاچه ارومیه. نشریه مهندسی و مدیریت آبخیزداری. جلد ۴، شماره ۳، صفحات ۱۱۸ تا ۱۲۷.

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.

FAO. UNDP. ۱۹۹۴. Land degredation in South Asia: its severity causes and effects upon the people. World Soil Resources Reports No. ۷۸.

ISRIC. ۲۰۱۱. Chapter ۴: global soil erosion ~ Edition ۹ of March ۲۰۱۰ (Updated October ۲۰۱۰ and Sept. ۲۰۱۱).

Miller R.H. and Keeney D.R. ۱۹۹۲. Methods of Soil Analysis, In:I,II. Physical, Chemical and mineralogical properties. SSSA Pub., Madison.

Singh M.J. and Khera K.L. ۲۰۰۹. Physical indicators of soil quality in relation to soil erodibility under different land uses. Arid Land and Management. ۲۳: ۱۵۲ - ۱۵۹.

Ustine S.L. ۲۰۰۴. Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring. ۳rd Ed. vol. ۴. Pp ۵۲۲. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.

Abstract

For sustainable agriculture practices, it is important to investigate the effects of land use changes on soil properties. Our experiment for this goal constructs and some of soil quality indexes such as bulk density, mean weight diameter, organic matter, total nitrogen and phosphorus are investigated. Land use change of pasture to dry land farm and irrigation farm cause to significant decrease of soil quality. For example organic matter, mean weight diameter and also essential elements for plant growth such as nitrogen and phosphorus were decreased by land

changes of pasture to dry land farm and irrigation farm. This process for long time cause to decreasing of soil productivity and increasing of soil erosion and also enhance of agriculture expenses. All of these factors have affected food security of country.

تخمین ضریب توزیع نیکل با استفاده از توابع انتقالی در برخی از خاک‌های استان مازندران

اسماعیل الهیاری [۱]، بهروز عظیم‌زاده [۲]، مهران شیروانی [۳]، حسین خادمی [۴]، محمدرضا مصدقی [۵]
۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴-استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵-دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
اندازه‌گیری مستقیم ضرایب جذب آلاینده‌ها در خاک دشوار و زمان‌بر می‌باشد. ایجاد و استفاده از توابع انتقالی در پیش‌بینی این ضرایب راه‌کاری سریع و ارزان‌قیمت است. هدف این پژوهش برقراری روابطی رگرسیونی میان برخی ویژگی‌های زودیافت و ضریب توزیع نیکل در برخی خاک‌های استان مازندران بود. ویژگی‌های زودیافت خاک‌های شامل pH، رسانایی الکتریکی (EC)، گنجایش تبادل کاتیونی (CEC)، درصد ماده آلی (SOM)، کربنات کلسیم معادل (CCE)، و درصد شن، سیلت و رس در ۱۰۲ نمونه خاک مورد مطالعه اندازه‌گیری شدند. همچنین ضریب توزیع (K_d) نیکل از طریق آزمایش‌های تعادلی بسته[۳۳] برای تمامی خاک‌ها تعیین شدند. نتایج نشان داد میان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و K_d نیکل همبستگی معنی‌داری وجود دارد. معادلات رگرسیونی ایجادشده نشان دادند SOM، رس، CCE و CEC از مهم‌ترین پارامترهای ورودی در توابع انتقالی هستند. هم‌چنین ایجاد توابع انتقالی در نمونه خاک‌هایی که کاربری‌های یکسان دارند باعث افزایش دقت مدل‌ها می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نیکل، ضریب توزیع، توابع انتقالی، آلودگی خاک

مقدمه
در میان تمام پدیدهایی که تحرک فلزات سنگین را در محیط‌های متخلخل کنترل می‌کنند، انتقال از فاز محلول به فاز جامد یک پدیده مهم بشمار می‌آید. این پدیده که جذب نامیده می‌شود بر تجمع و تحرک فلزات در خاک بسیار تأثیرگذار است. تأثیر جذب بر سرنوشت فلزات در خاک به وسیله ضریب توزیع[۳۴] یا فاکتور دیرآیی[۳۵] وارد معادلات و مدل‌های انتقال املاح می‌شود. به همین دلیل است که امروزه استفاده از روابط جذب به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی تحرک فلزات سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر، مدل‌سازی تحرک و انتقال آلاینده‌ها و انتخاب روش‌های مناسب پاک‌سازی مناطق آلوده مستلزم تعیین و تخمین ضرایب جذب آلاینده‌ها در خاک است (Limousin, *et al.*, ۲۰۰۷).

پارامترهای جذبی مورد استفاده در مدل‌های انتقال املاح، مانند ضریب توزیع، از ویژگی‌های دیریافت خاک هستند که اندازه‌گیری و تعیین آنها دشوار، وقت‌گیر و پرهزینه است. در این حالت استفاده از ویژگی‌های ساده و زودیافت خاک در قالب توابع انتقالی[۳۶] خاک بسیار مفید است. در حقیقت توابع انتقالی خاک، از روش‌های غیرمستقیم برای برآورد ویژگی‌های دیریافت خاک می‌باشند و ویژگی‌های زودیافت خاک را به سایر ویژگی‌های خاک ارتباط می‌دهند. توابع انتقالی به روش‌های مختلف از جمله رگرسیونی و شبکه عصبی و با استفاده از دانسته‌های موجود و زودیافت خاک بسط داده می‌شوند. توابع انتقالی عمدتاً جهت تخمین گنجایش تبادل کاتیونی و ویژگی‌های هیدرولیکی خاک مورد استفاده قرار گرفته‌اند و مطالعه‌ای در ارتباط با تخمین پارامترهای هم‌دمای جذب از طریق ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک صورت نگرفته و یا بسیار محدود است (Agyare, *et al.*, ۲۰۰۷; Lee, *et al.*, ۱۹۹۶; Pachepsky and Rawls, ۱۹۹۹).

براساس اطلاعات به دست آمده برخی ویژگی‌های زودیافت خاک مانند pH، درصد رس، TOC ،CECو غلظت اکسیدهای آهن و آلومینیوم بر مقدار ضرایب جذب مؤثر می‌باشند (Lee, *et al.*, ۱۹۹۶). از آنجایی که روش‌های آزمایشگاهی تعیین ضرایب جذب با صرف هزینه و وقت زیادی همراه است، تخمین ضرایب جذب توسط روش‌های آماری با کمک ویژگی‌های زودیافت خاک ضروری می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است با استفاده از داده‌های زودیافت خاک و توابع انتقالی رگرسیونی، ضریب توزیع نیکل در خاک که برای پیش‌بینی تحرک و انتقال نیکل در خاک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد با کم‌ترین صرف هزینه و زمان، تخمین زده شود.

---
[۳۳] Equilibrium batch experiment
[۳۴] Distribution coefficient
[۳۵] Retardation factor
[۳۶] Pedotransfer functions

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری خاک

منطقه مورد مطالعه بخشی از زمین‌های مرکزی استان مازندران می‌باشد که از دیدگاه فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، شهری و تراکم جمعیتی با اهمیت‌ترین منطقه به شمار می‌رود. منطقه مطالعاتی از نظر جغرافیایی بین مدارهای جغرافیایی ۰۳۶ تا ۴۷ ۳۶ عرض شمالی و ۱۹ ۵۲ تا ۵۳ طول شرقی قرار داشته و دارای وسعتی بالغ بر ۴۹۰۰ کیلومتر مربع است. تغییرات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه گسترده و بین ۳۰- تا ۳۰۰۰ متر، از ارتفاعات البرز تا ساحل دریای مازندران امتداد دارد. این منطقه دارای بارندگی سالیانه بین ۳۰۰-۱۲۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۸ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد پژوهش دارای رژیم‌های رطوبتی آکوئیک، زریک و یودیک و رژیم‌های حرارتی مزیک و ترمیک می‌باشد. نمونه‌برداری خاک با استفاده از روش شبکه‌بندی منظم با نمونه‌برداری تصادفی[۳۷] انجام شده و تعداد ۱۰۲ نمونه مرکب خاک سطحی از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری از کاربری‌های شهری، زراعی (شالیزار و کشت دیم)، باغ (مرکبات)، مرتع و جنگلی برداشته شد.

تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

نمونه خاک‌ها پس از هوا-خشک و خردشدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برخی ویژگی‌های زودیافت خاک شامل pH (در سوسپانسیون ۱ به ۲ خاک و محلول ۰۱/۰ مولار کلرید کلسیم)، رسانایی الکتریکی () درصد رس، شن و سیلت (روش پیپت)، میزان مواد آلی (روش والکی-بلاک)، آهک معادل (روش تیتراسیون اسید و باز) و گنجایش تبادل کاتیونی (روش عصاره‌گیری با استات سدیم ۱ نرمال) اندازه‌گیری شدند (Burt, ۲۰۰۴). هم‌چنین پارامترهای کمکی دیگری مانند میانگین هندسی قطر ذرات (d_g) و انحراف معیار هندسی اندازه ذرات ($_g$) نیز محاسبه شدند (Shirazi and Boersma, ۱۹۸۴):

$$d_g = \exp(a) \qquad a = 0.01\sum_{i=1}^{n} f_i \ln M_i \qquad (۱)$$

$$\sigma_g = \exp(b) \qquad b = \left(0.01\sum_{i=1}^{n} f_i \ln^2 M_i - a^2\right)^{0.5} \qquad (۲)$$

که در این روابط f_i درصد فراوانی جز iام و M_i میانگین حسابی اندازه ذرات جز iام است. این دو کمّیت (d_g و $_g$) به خوبی توزیع غیرنرمال (لگ-نرمال) اندازه ذرات اولیه خاك را کمی نموده و گاهی در استخراج توابع انتقالی خاك به عنوان تخمین‌گر بهتر از درصد ذرات اولیه ظاهر مي‌شوند.

آزمایش‌های تعادلی بسته جذب نیکل

نمونه‌های ۱ گرمی از هر خاک به همراه ۳۰ میلی‌لیتر محلول ۰۱/۰ مولار $CaCl_2$ که حاوی غلظت‌های ۱۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیکل (از نمک $NiCl_2$) بود به لوله‌های سانتریفوژ ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شدند. لوله‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲±۱۶۰ دور در دقیقه به‌هم زده شدند. بلافاصله پس از سپری‌شدن زمان هم‌زدن، سوسپانسیون‌ها با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شده و محلول صاف رویین با دقت به ظروفی از جنس پلی‌اتیلن منتقل شد. نمونه‌ها تا زمان اندازه‌گیری غلظت نیکل توسط دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در این پژوهش برای هر خاک سه تکرار در نظر گرفته شد. غلظت تعادلی نیکل جذب‌شده توسط خاک‌ها (q_e)، با استفاده از معادله (۳) محاسبه شد (Sparks, ۲۰۰۳):

$$q_e = \frac{(C_i - C_e)V}{W} \qquad (۳)$$

در این رابطه C_i و C_e به ترتیب غلظت اولیه و تعادلی فلز در فاز محلول بر حسب میلی‌گرم در لیتر بوده و V و W به ترتیب حجم فاز محلول (لیتر) و جرم خاک (گرم) می‌باشند. شیب هم‌دمای خطی جذب یا ضریب توزیع (K_d) که در واقع ارتباط بین غلظت گونه جذب‌شده توسط ذرات خاک با غلظت تعادلی آن گونه را نشان می‌دهد (معادله ۴)، از طریق رسم مقدار فلز جذب‌شده توسط خاک در برابر غلظت فلز در فاز محلول در زمان تعادل به دست آمد (Sparks, ۲۰۰۳):

$$K_d = \frac{q_e}{C_e} \qquad (۴)$$

توسعه توابع انتقالی

در این پژوهش هم از مدل رگرسیونی چندمتغیره خطی و هم از مدل رگرسیونی چندمتغیره غیرخطی برای استخراج بهترین توابع انتقالی استفاده شد. بدین منظور روش رگرسیون گام به گام[۳۸] به کار گرفته شد. متغیرهای مستقل برای تخمین ضریب توزیع جذب

[۳۷] Random sampling within blocks

[۳۸] Stepwise regression

شامل pH، رسانایی الکتریکی، گنجایش تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل، درصد ماده آلی، رس، سیلت و شن بود. بررسی نرمال‌بودن داده‌ها با کمک آزمون کلموگروف-اسمیرنوف صورت پذیرفت. داده‌های غیرنرمال با تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. برای کمّی کردن دقت توابع انتقالی خاك استخراجی از ضریب تبیین[۳۹] (R^2) استفاده شد (Pachepsky and Rawls, ۱۹۹۹).

نتایج و بحث

همبستگی میان K_d نیکل و ویژگی‌های خاک

جدول ۱ ضرایب همبستگی بین ضریب توزیع (K_d) نیکل و ویژگی خاک‌ها در کاربری‌های مختلف و کل نمونه خاک‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در خاک های جنگلی K_dبیش‌ترین همبستگی را با کربنات کلسیم و پس از آن به ترتیب با گنجایش تبادل کاتیونی و pH داشت. احتمالاً این تأثیر زیاد کربنات کلسیم معادل به دلیل اثر مستقیم آن در افزایش pH خاک و جذب و رسوب نیکل و همچنین اثر غیرمستقیم آن بر گنجایش تبادل کاتیونی می‌باشد. با افزایش میزان کربنات کلسیم، pH خاک به طور غیرخطی افزایش پیدا می‌کند و گروه‌های عامل سطوح رس و مواد آلی پروتون‌زائی نموده و دارای بار منفی می‌شوند که همین موضوع باعث افزایش گنجایش تبادل کاتیونی می‌شود (Martinez and Motto, ۲۰۰۰). K_d در خاک‌های مرتعی مورد مطالعه با ماده آلی، گنجایش تبادل کاتیونی، درصد شن و رس خاک همبستگی معنی‌داری نشان داد. همبستگی قوی و منفی K_d با درصد شن خاک به دلیل کاهش سهم بخش رس با افزایش درصد شن می‌باشد که باعث کاهش جذب نیکل در خاک می‌شود. در خاک‌های زراعی K_d با درصد رس، گنجایش تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم، ماده آلی و درصد شن خاک همبستگی معنی‌دار نشان داد. همبستگی منفی درصد شن با K_d همان طور که قبلاً هم به آن اشاره شد به دلیل تحت تأثیر قرار دادن درصد رس می‌باشد. در خاک‌های باغی مورد مطالعه K_d با گنجایش تبادل کاتیونی، ماده آلی، درصد رس و شن خاک همبستگی معنی‌دار داشت. در خاک‌های شهری نیز K_d با درصد شن، درصد سیلت، گنجایش تبادل کاتیونی، ماده آلی و درصد رس خاک همبستگی معنی‌دار نشان داد. در برخی موارد ذرات سیلت نیز می‌توانند دارای بار منفی باشند، و در نتیجه باعث افزایش جذب نیکل می‌شوند (Limousin, *et al.*, ۲۰۰۷). همچنین در جدول ۱ ضرایب همبستگی بین پارامتر جذبی نیکل و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کل خاک‌های منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. ضریب توزیع K_d، با تمام پارامترهای اندازه‌گیری‌شده همبستگی معنی‌دار داشته و به آنها وابسته می‌باشد.

جدول ۱ - ضرایب همبستگی بین ضریب توزیع جذب نیکل و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

متغیر	K_d					
	کل (n=۱۰۲)	شهری (n=۳۰)	باغ (n=۱۷)	زراعی (n=۲۸)	مرتع (n=۱۷)	جنگل (n=۱۲)
pH	-۲۹/۰**	-۲۲/۰	-۱۳/۰	۰۳/۰	-۲۹/۰	۶۱/۰*
EC	۲۹/۰**	۲۵/۰	۳۵/۰	-۰۴/۰	۰۶/۰	۵۲/۰
CEC	۵۸/۰**	۵۹/۰**	۵۸/۰*	۶۴/۰**	۶۲/۰*	۸۲/۰**
SOM	۵۸/۰**	۵۱/۰**	۵۷/۰*	۵۴/۰**	۶۷/۰**	۴۵/۰
CCE	-۲۴/۰*	-۲۷/۰	۱۱/۰	-۵۴/۰**	۳۸/۰	۸۶/۰**
Sand	-۴۶/۰**	-۷۴/۰**	-۴۹/۰*	-۵۴/۰**	-۶۱/۰*	-۲۸/۰
Clay	۵۴/۰**	۵۱/۰**	۵۲/۰*	۶۹/۰**	۶۰/۰*	۲۴/۰
Silt	۳۲/۰**	۶۳/۰**	۲۱/۰	۱۳/۰	۴۸/۰	۲۰/۰

* و ** به ترتیب بیان‌گر معنی‌داری در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

تخمین ضریب توزیع جذب نیکل با استفاده از رگرسیون چند متغیره

با در نظر گرفتن همبستگی‌ها و ارتباطی که میان ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک با K_d نیکل وجود داشت، توابع انتقالی با استفاده از رگرسیون چند متغیره توسعه داده شدند. در جدول ۲ روابط بدست آمده جهت تخمین K_d نیکل در خاک‌های مورد مطالعه ارائه شده است. به منظور بهبود در برآورد K_d نیکل، علاوه بر ارائه توابع انتقالی برای کل منطقه مطالعاتی، داده‌ها بر اساس نوع کاربری‌های مورد استفاده نیز طبقه‌بندی شدند و توابع انتقالی برای هر کاربری به طور جداگانه نیز ارائه گردید. در کاربری جنگل تنها یک معادله بدست آمد (مدل شماره ۱) که تنها پارامتر وارد شده در آن، لگاریتم کربنات کلسیم می‌باشد. واردشدن کربنات کلسیم به عنوان تنها پارامتر در معادله، همان طور که در جدول ۱ مشخص می‌باشد به دلیل همبستگی زیاد (**r=۸۶/۰) این پارامتر با K_d می‌باشد.

جدول ۲ - معادله‌های رگرسیونی چندمتغیره جهت تخمین ضریب توزیع (K_d) نیکل درکاربری‌های مختلف

کاربری	شماره	معادله‌ها	R^2
جنگل	۱	K_d= ۰۱/۰+ ۱۱۵/۰(LnCCE)	۷۴۶/۰**
مرتع	۲	K_d= ۲۱/۰- ۹۷۲/۰(d_g)	۳۵۳/۰
	۳	K_d= ۰۳۷/۰ + ۰۱۷/۰ (SOM)	۴۴۶/۰
	۴	K_d= ۰۶/۰ + ۰۲۱/۰ (SOM)+ ۰۰۶/۰(CCE)	۷۸۱/۰**

[۳۹] Coefficient of determination

	۵	K_d= ۰۴۹/۰ + ۰۱۵/۰ (SOM)+ ۰۰۶/۰(CCE) ۰۰۲/۰- (Sand)	۹۰۳/۰**
	۶	K_d= ۰۰۴/۰ + ۰۱۶/۰ (SOM) ۰۱۶/۰ +(CCE) ۵۲۶/۰-(d_g)	۸۴۸/۰**
زراعی	۷	K_d= ۰۴/۰ + ۰۰۲/۰(Clay)	۴۷۲/۰*
	۸	K_d= ۰۵۱/۰ + ۰۰۲/۰(CEC)	۴۰۹/۰*
	۹	K_d= ۱۲۱/۰ - ۰۰۲/۰($CaCO_3$)	۲۹۰/۰
	۱۰	K_d= ۰۸/۰ + ۰۰۲/۰(CEC)- ۰۰۱/۰(CCE)	۵۱۶/۰**
	۱۱	K_d= ۰۷۶/۰ - ۰۰۲/۰(CCE)- ۰۱۳/۰(SOM)	۴۶۰/۰*
	۱۲	K_d=- ۴۱۲/۰ - ۰۰۱/۰(CCE)+ ۰۲۳/۰(SOM)+ ۰۶۳/۰(pH)	۵۶۲/۰**
باغ	۱۳	K_d= ۰۳۹/۰ + ۰۰۲/۰(CEC)	۳۳۷/۰
	۱۴	K_d= ۰۸۷/ ۰- ۰۰۴/۰($_g$)+ ۰۰۸/۰(SOM)	۵۱۳/۰*
شهری	۱۵	K_d= ۱۰۳/ ۰- ۰۰۱/۰(Sand)	۵۴۶/۰**
	۱۶	K_d= ۰۸/ ۰- ۰۰۱/۰ (Sand)+ ۰۰۷/۰(SOM)	۶۴۱/۰**
	۱۷	K_d= ۰۱۶/ ۰+ ۰۰۲/۰ (CEC)+ ۰۰۱/۰(SOM)	۵۳۶/۰**
کل	۱۸	LnK_d= -۱۷۷/۳ + ۵۰۲/۰ (LnSOM)	۳۴۰/۰
	۱۹	LnK_d= -۱۳۳/۰ + ۰۲۷/۰ (CEC)	۳۸۲/۰*
	۲۰	LnK_d= -۳۹۱/۷ - ۰۳۸/۰(CEC)+ ۵۶۸/۰(pH)	۵۵۲/۰**
	۲۱	LnK_d= -۳۹۲/۳ + ۳۶۸/۰(LnSOM)+ ۰۱۶/۰ (Clay)	۴۳۳/۰**
	۲۲	LnK_d= -۲۱/۹ + ۸۶۶/۰ (LnSOM)+ ۷۹۱/۰ (pH)	۵۶۲/۰**
	۲۳	LnK_d= -۹۸۳/۹ + ۷۴۴/۰ (LnSOM)+ +۸۵۹/۰ (pH)+ ۰۱۹/۰(Clay)	۶۸۵/۰**

* و ** به ترتیب بیان‌گر معنی‌داری در سطوح اماری ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

در کاربری مرتع، مدل‌های شماره ۲ تا ۶، برای تخمین K_d ارائه شده است. معادله‌ای که بیش‌ترین دقت (R^2=۹۰/۰**) را دارد، در این کاربری بوده و مربوط به مدل شماره ۵ می‌باشد. این مدل یک معادله سه پارامتری بوده و پارامترهای واردشده در آن درصد ماده آلی، کربنات کلسیم و درصد شن خاک می‌باشند. با توجه به اینکه درصد ماده آلی خاک بیش‌ترین همبستگی را با K_d نیکل نشان داد (جدول ۱)، این ویژگی خاک به عنوان اولین متغیر در مدل شماره ۵ برای تخمین K_d نیکل وارد شد. در کاربری زراعی مدلی که بیش‌ترین دقت را دارد، مدل شماره ۱۲ می‌باشد (R^2=۵۶/۰**). این معادله دارای سه پارامتر کربنات کلسیم، درصد ماده آلی خاک و pH می‌باشد.

بهترین معادله‌ای که در کاربری باغ می‌تواند جهت تخمین K_d نیکل مورد استفاده قرار گیرد، مدل شماره ۱۴ می‌باشد (R^2=۵۱/۰*). این معادله دو پارامتری بوده و پارامترهای واردشده در آن شامل $_g$ و درصد ماده آلی خاک می‌باشد. در کاربری شهری، ، مدل شماره ۱۷ بیش‌ترین دقت و ضریب تبیین را دارا می‌باشد (R^2=۵۴/۰**). پارامترهای واردشده در این مدل، گنجایش تبادل کاتیونی و درصد ماده آلی خاک می‌باشد.

برای تخمین K_d نیکل کل منطقه مورد مطالعه، ۶ معادله بدست آمد که پارامترهای واردشده در این معادله‌ها درصد ماده آلی، گنجایش تبادل کاتیونی، pH و درصد رس خاک می‌باشند. بهترین مدلی که برای تخمین K_d نیکل در کل منطقه مطالعاتی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، معادله شماره ۲۳ می‌باشد که در بین سایر معادله‌ها بیش‌ترین دقت (R^2=۶۹/۰**) را دارد. این معادله یک معادله سه پارامتری می‌باشد که پارامترهای واردشده در آن شامل لگاریتم درصد ماده آلی، pH و درصد رس خاک می‌باشند. رابطه K_d با ماده آلی خاک یک رابطه لگاریتمی بوده و با افزایش ماده آلی خاک، K_d به صورت غیریکنواخت و نمایی افزایش می‌یابد. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت مواد آلی در جذب و نگهداری نیکل یا به طور کلی فلزات سنگین در خاک می‌باشد، ولی رابطه pH و درصد رس با K_d به صورت خطی می‌باشد.

منابع

Agyare W.A.S., Park J. and Vlek P.L.G. ۲۰۰۷. Artificial neural network estimation of saturated hydraulic conductivity. Vadose Zone Journal. ۶(۲): ۴۲۳–۴۳۱.

Burt R. ۲۰۰۴. Soil Survey Laboratory Methods Manual, Soil Survey Investigations, Report No. ۴۲, version ۴.۰, USDA, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE, USA.

Lee S.Z. Allen H.E. Huang C.P. Sparks D.L. Sanders P.F. and Peijnenburg W.J. ۱۹۹۶. Predicting soil-water partition coefficients for cadmium. Environmental Science & Technology. ۳۰(۱۲): ۳۴۱۸–۳۴۲۴.

Limousin G., Gaudet J.P. Charlet L. Szenknect S. Barthes V. and Krimissa M. ۲۰۰۷. Sorption isotherms: A review on physical bases, modeling and measurement. Applied Geochemistry. ۲۲: ۲۴۹–۲۷۵.

Martinez C.E. and Motto H.L. ۲۰۰۰. Solubility of lead, zinc, and copper added to mineral soils. Environmental Pollution. ۱۰۷: ۱۵۳–۱۵۸.

Pachepsky Y.A. and Rawls W.J. ۱۹۹۹. Accuracy and reliability of pedotransfer functions as affected by grouping soils. Soil Science Society of America Journal. ۶۳: ۱۷۸۴–۱۷۵۷.

Shirazi M.A. and Boersma L., ۱۹۸۴. A unifying quantitative analysis of soil texture. Soil Science Society of America Journal. ۴۸: ۱۴۲–۱۴۷.
Sparks D. L. ۲۰۰۳. Environmental Soil Chemistry. ۲nd ed. Academic Press, New York.

Abstract

Direct measurement of sorption coefficients of pollutants in the soil is difficult and laborious. Modeling and applying of pedotransfer functions is a fast and inexpensive procedure to indirectly estimate the sorption coefficients from the easily-available soil properties. The purpose of this study is to derive regression pedotransfer functions between some easily-available properties and nickel distribution coefficient (K_d) in ۱۰۲ soil samples from Mazandaran province. Easily-available soil properties including, pH, electrical conductivity, cation exchange capacity (CEC), organic matter (SOM), calcium carbonate equivalent (CCE), sand, silt and clay contents were determined according to the standard methods. Also, nickel K_d values were obtained by equilibrium batch experiments. The results showed significant correlation between the physical and chemical properties of the soils and nickel K_d values. Soil pH, SOM, clay, CCE and CEC were the most important variables entered the pedotransfer functions for predicting the Kd value. Moreover, developing the pedotransfer functions in different landuses increased the accuracy of the models.

تاثیر تغییرات مکانی شوری خاک بر عملکرد دانهٔ گندم

علی‌داد کرمی
عضو هیت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده
شناسایی نقاط کم‌محصول‌تر در مزرعه و رفع محدودیت‌ها در این نقاط یکی از مهمترین راه‌های افزایش تولید است. در این پژوهش از داده‌های عملکرد دانهٔ گندم برداشت شده با کمباین کلاس لکسیون ۵۱۰ و داده‌های عملکرد گندم از ۳۶ نقطهٔ تصادفی در مزرعه و نتایج تجزیهٔ نمونه‌های خاک‌های مربوطه در آن نقاط استفاده شد. میان‌یابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روش‌های کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدل‌های خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیم‌تغییرنمای تجربی انجام شد. نتایج نشان داد که: عملکرد دانه گندم برداشت شده با کمباین از ۲ تا ۰۸/۱۰ تن در هکتار متغیّر بود. بهترین روش میان‌یابی برای عملکرد دانه با مدل واریوگرامی نمایی، وزن دادن عکس فاصله تعیین شد. بین پارامترهای مختلف همبستگی منطقی خطی وجود داشت. برای نمونه بین عملکرد دانهٔ گندم و وزن هزار دانه همبستگی مثبت وجود داشت. شوری خاک با کربن آلی همبستگی مثبت ولی با pH و وزن هزار دانهٔ گندم همبستگی منفی داشت. بهترین مدل تغییرنمای دوجانبه برای عملکرد دانه با فاکتور کمکی وزن هزار دانه کروی و وزن هزار دانه با فاکتور کمکی شوری خاک مدل گوسی بود و بهترین روش میان‌یابی کوکریجینگ بود. داده‌های اسیدیتهٔ گل اشباع خاک در مزرعه توزیع نرمال داشتند ولی داده‌های EC با تبدیل داده لگاریتمی نرمال شدند. بهترین مدل برای EC مدل کروی و برای pH مدل نمایی بود. نیم‌تغییرنمای منفرد پارامتر EC از ساختار مکانی قوی ولی پارامتر pH از ساختار مکانی متوسط برخوردار بود. بهترین روش میان‌یابی برای pH و EC خاک روش کریجینگ بود. مقادیر EC خاک از جنوب شرقی مزرعه به شمال غربی افزایش داشت.

واژه های کلیدی: تغییرپذیری مکانی، زمین‌آمار، کشاورزی دقیق

مقدمه

برای بهره‌برداری بهینه مزرعه، شناخت پتانسیل‌ها و محدودیت‌های مکان‌های مختلف مزرعه موجب برنامه‌ریزی برای مدیریت بهینه است. بنابراین برون‌یابی خطی نتایج حاصل از نمونه‌گیری نقطه‌ای و پراکندهٔ آزمایشگاهی و یا کرت‌های مزرعه‌ای، هنگامی که به مقیاس‌های بزرگ‌تری تعمیم یابند، دچار عدم قطعیت زیادی می‌شوند. برای حل این مشکل راهکارهایی متعددی ارائه شده است که یکی از آن‌ها استفاده از تئوری متغیّرهای ناحیه‌ای و روش‌های زمین‌آماری (Geostatistical techniques) اشاره کرد (Haws *et al.*, ۲۰۰۴; Jung *et al.*, ۲۰۰۶). مطالعات ایستگاهی و نقطه‌ای با محدودیت تراکم کم نمونه‌برداری مواجه بوده و در مقایسه با پیچیدگی الگوی آلودگی یا پارامترهای خاکی اطلاعات اندکی را در اختیار قرار می‌دهد (Hofmann *et al.*, ۲۰۱۰). تغییرپذیری خاک طبیعی در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلف به دلیل پیچیدگی فرآیندهای خاک‌سازی، تحت تاثیر کشت کار و کاربرد مواد در سطح اراضی با عملیات زراعی افزایش یافته است (Burgos *et al.*, ۲۰۰۶). تغییرپذیری خاک در نتیجهٔ مدیریت‌های مختلف محصولات کشاورزی افزوده شده (Godwin and Miller, ۲۰۰۳)، تغییرات روابط بین ویژگی‌های خاک در اراضی نیشکرکاری با مدیریت یکنواخت با هدف کشاورزی دقیق نیز گزارش شده است (Cruz *et al.*, ۲۰۱۱).

آنالیزهای آماری نشان داده که همبستگی معنی‌داری بین بافت خاک و مقدار نمک و رطوبت خاک در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک وجود داشته است (Zhou *et al.*, ۲۰۱۰). همچنین آنالیزهای آماری نشان داده مقدار نمک خاک و مقدار رطوبت، تغییرپذیری زیادی داشته در حالی که تغییرپذیری کربن آلی خاک و ازت کل در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری تغییرپذیری کمی را داشته است (Zhou *et al.*, ۲۰۱۰). در بررسی زمین‌آماری تغییرپذیری مکانی شوری و قلیائیت خاک در منطقهٔ آلبرتا به ترتیب روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ روش‌های مناسبی برای برآورد شوری (EC) و نسبت سدیم جذبی (SAR) بوده است (Hosseini *et al.*, ۱۹۹۴). به دلیل تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در یک اکوسیستم مشابه، ویژگی خاک ممکن است تغییرات مکانی معنی‌داری را داشته باشد (Robinson and Metternicht, ۲۰۰۶). این تغییرات عمدتاً از فاکتورها و فرآیندهای خاک‌سازی و کاربری اراضی ناشی می‌شود (Ersahin, ۲۰۰۳). در این بین نقش ارتفاع، درجه و جهت شیب بر روی عمق خاک، رطوبت و مقدار مادهٔ آلی خاک بسیار پیچیده است (Ashcroft, ۲۰۰۶).

مواد و روش‌ها

استان فارس یکی از مهمترین استان‌های تولید کنندهٔ محصولات کشاورزی است که دشت داراب در آن یکی از دشت‌های مهم تولید کنندهٔ فرآورده‌های کشاورزی است. قطعه مزرعه‌ای ۴۰ هکتاری که از یک سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت آبیاری می‌شد انتخاب گردید. داده‌های گندم برداشت شده از قطعات ۲۵ متر مربعی به دست آمده از کمباین کلاس لکسیون ۵۱۰ همراه با موقعیت جغرافیایی آنها استفاده گردید. بصورت تصادفی از ۳۶ نقطه مزرعهٔ مزبور نمونه‌برداری خاک از لایهٔ ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه

و تجزیه و عملکرد گندم در سطح ۲ مترمربعی نیز اندازه‌گیری شد. از عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری سطحی نمونه خاک دست نخورده تهیه و BD اندازه‌گیری شد. داده‌ها در در محیط Excel درج و محاسبات آمار کلاسیک با SPSS و محاسبات زمین‌آماری با نرم‌افزار GS+ انجام گردید. از نرم‌افزارهای GS، SPSS، Surfer، Excel، AGRO-MAP+ و Arc GIS برای محاسبات استفاده شد. میان‌یابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روش‌های کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدل‌های خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیم‌تغییرنمای تجربی انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ اطلاعات توصیفی عملکرد محصول ارائه شده است. جدول فوق نشان می‌دهد که دامنهٔ تغییرات عملکرد محصول بسیار زیاد است. دلیل این گستردگی و وجود تغییرات زیاد، به دلیل وسعت زیاد منطقهٔ مورد مطالعه و وجود مدیریت‌های غیر یکنواخت و نامناسب می‌باشد که امکان مدیریت بهتر وجود دارد (۱).

جدول ۵-۱- آمار توصیفی عملکرد دانهٔ گندم برداشت شده با کمباین لکسیون

متغیّر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
عملکرد دانه گندم	تن	۰۰۰/۲	۰۸۰/۱۰	۰۷۷/۵	۴۵۲/۱	۱۹/۱به ۰۴/۰	۹۰/۲به ۵۳/۱

جدول ۲- مدل برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمین‌آماری عملکرد گندم برداشت شده با کمباین

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
عملکرد گندم	نمایی	۰۳۲/۰	۰۶۴/۰	۰۲/۰	۲/۱۱۷	۹۳۸/۰	۴۳/۱×۱۰$^{-5}$

C.: واریانس قطعه‌ای، C.+C: آستانه، $\frac{C_0}{C_0+C}$: نسبت همبستگی مکانی، A.: دامنهٔ تاثیر (متر)، R^2: ضریب تبیین و RSS: مجموع مربعات خطا.

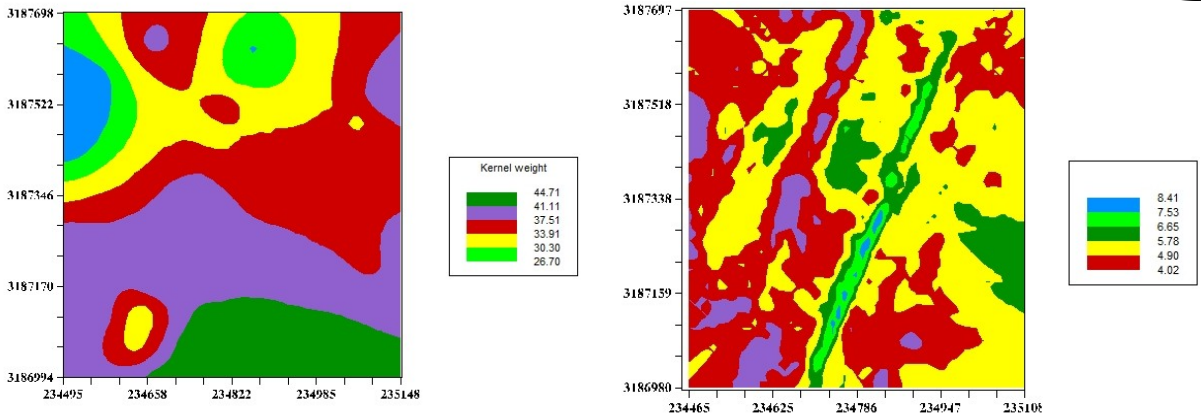
در جدول ۲ مشاهده می‌شود که برای عملکرد دانهٔ گندم بیشترین ضریب تبیین با مدل نمایی حاصل شده که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را دارا بود و عملکرد دانهٔ گندم نیز از ساختار مکانی قوی برخوردار بود. ارزیابی اعتبار روش‌های وزن دادن عکس فاصله و کریجینگ نقطه‌ای برای پارامتر عملکرد دانهٔ گندم در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج ارزیابی روش‌های مختلف میان‌یابی پارامتر عملکرد گندم برداشت شده با کمباین

آماره	عملکرد گندم برداشت شده با کمباین	
	IDW	PK
MBE	-۰۶۷۲/۰	-۰۱۵۶/۰
MAE	۶۸۴۸/۰	۶۸۶۳/۰
RMSE	۹۴۰۴/۰	۹۳۸۶/۰
MSDR	۰۰۱۲/۰	۰۰۱۲/۰

IDW: وزن دادن عکس فاصله و PK: کریجینگ نقطه‌ای

آمارهٔ *MBE* معیاری از وجود اریب است. برآورد روش کریجینگ نقطه‌ای برای پارامتر عملکرد دانهٔ گندم در مقایسه با روش وزن دادن عکس فاصله با توجه به مقادیر آماره‌های ارائه شده در جدول ۳ تقریبا بدون اریب است. روش کریجینگ نقطه‌ای از مقادیر کمتر آماره‌ها برخوردار است که نشان دهندهٔ نزدیکی بیشتر برآوردها به مقادیر اندازه‌گیری شده است. بر پایهٔ آماره‌های ارزیابی، کارآیی روش کریجینگ نقطه‌ای در برآورد پارامتر عملکرد دانهٔ گندم بیشتر بود (۳ جدول).



شکل ۲ - نقشهٔ پراکنش مکانی عملکرد دانهٔ گندم با روش میان‌یابی کریجینگ (شکل سمت راست) و وزن هزار دانهٔ گندم با روش میان‌یابی کوکریجینگ و با فاکتور کمکی شوری خاک (شکل سمت چپ)

بین وزن هزار دانهٔ گندم و میزان شوری خاک همبستگی منفی وجود داشت که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اسیدیتهٔ گل اشباع خاک با مقدار رس خاک همبستگی مثبت ولی با قابلیت هدایت الکتریکی خاک همبستگی منفی داشت. قابلیت هدایت الکتریکی خاک نیز با مقدار کربن آلی خاک همبستگی مثبت داشت. وزن هزار دانهٔ گندم تغییرات زیادی داشت و در سطح وسیعی از مزرعه وزن هزار دانهٔ گندم کم بود، به خصوص در شمال غرب مزرعه که میزان شوری خاک بیشتر و محدودیت عوامل تولید بیشتر بود وزن هزار دانه مقادیر کمتری را نشان داد (شکل ۲).

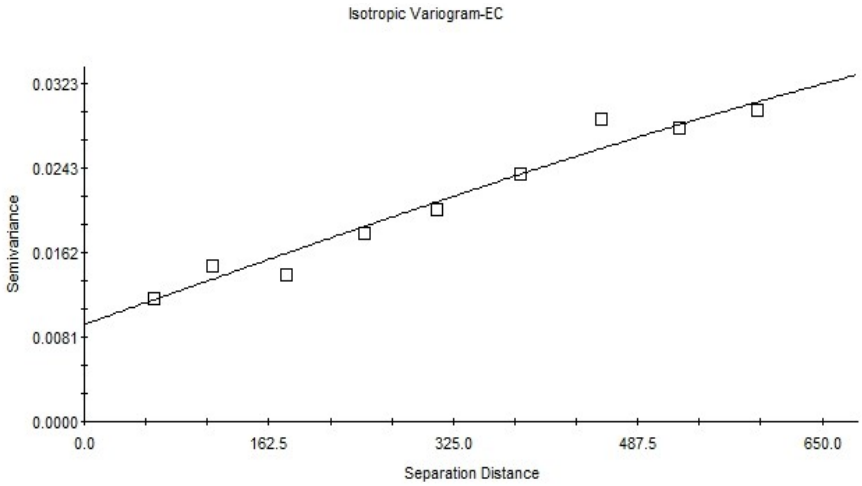
جدول ۴- آمار توصیفی برخی از خواص شیمیایی خاک در مزرعه مورد مطالعه

متغیّر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
pH	-	۷/۷	۱/۸	۹/۷	۰۱/۰	-۳۳/۰	-۳۵/۰
EC	dS/m	۵۷/۰	۹۸/۰	۷۶/۰	۰۱۳/۰	۳۲/۰به ۰۹/۰	-۸۶/۰به -۹۵/۰

جدول ۵- مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمین‌آماری ویژگی‌های خاک

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
pH	نمایی	۰۰۴۱/۰	۰۱۱۱/۰	۳۶۹/۰	۱۱۵	۷۲۵/۰	۳۶/۶×۱۰$^{-۶}$
EC	کروی	۰۰۹۳/۰	۰۴۳۴/۰	۲۱۴/۰	۱۳۲۸	۹۶۰/۰	۵۲/۱×۱۰$^{-۵}$

برای قابلیت هدایت الکتریکی در مزرعه بیشترین ضریب تبیین با مدل کروی حاصل شده که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین، کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را داشتند (جدول ۵). بهترین مدل برای اسیدیتهٔ گل اشباع خاک مدل نمایی بود و نیم‌تغییرنمای منفرد EC از ساختار مکانی قوی و برای pH از ساختار مکانی متوسط برخوردار بود (جدول ۵).



شکل ۳- نیم‌تغییرنمای منفرد و بهترین مدل برازش شده (مدل کروی) بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک

بهترین مدل برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای منفرد قابلیت هدایت الکتریکی خاک مدل کروی بود که با ضریب تبیین ۹۶/۰ و با دامنهٔ تاثیر ۱۳۲۸ متر، اثر قطعه‌ای (۰۰۹۳/۰) و مجموع مربعات خطای بسیار کمی (۰۰۰۰۱۵/۰) داشت (شکل ۳).

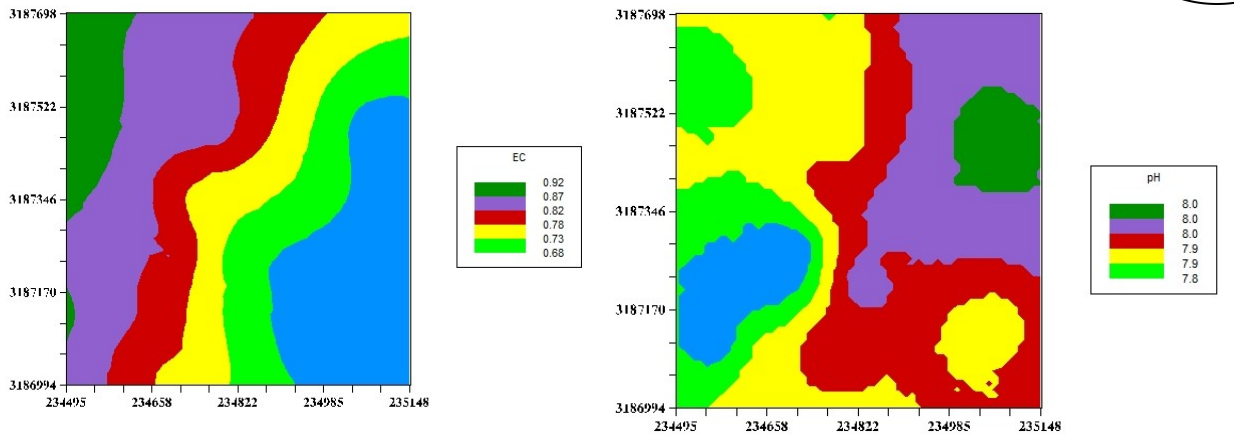
جدول ۶- مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای دوچانبه و خلاصه‌ای از اطلاعات زمین‌آماری ویژگی‌های خاک

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
*SP*Clay*	کروی	۲/۹×۱۰$^{-۳}$	۸/۱×۱۰$^{-۱}$	۰۵۱/۰.	۱۱۱۲	۹۴۷/۰	۹/۳×۱۰$^{-۴}$
*EC*pH*	کروی	-۰۰۴۹/۰	-۰۱۶۶/۰	۲۹۵/۰.	۱۲۹۶	۷۵۸/۰	۲/۷×۱۰$^{-۶}$
*EC*OC*	نمایی	-۰۰۸۷/۰	-۰۱۷۴/۰	۵/۰.	۷۱۱	۳۳۴/۰	۳/۶×۱۰$^{-۶}$
*EC*K*	کروی	۰۱۱۹/۰	۰۳۹۵/۰	۳۰۱/۰.	۱۰۶۵	۹۷۹/۰	۰/۳×۱۰$^{-۶}$

جدول ۷- نتایج ارزیابی روش‌های میان‌یابی EC و pH

متغیّر	روش میان‌یابی	*MBE*	*MAE*	*RMSE*	*MSDR*
pH	kriging	۰۰۳۳/۰	۰۶۴۴/۰	۰۸۴۶/۰	۶۶۹/۹×۱۰$^{-۶}$ ۰۴/۱×۱۰$^{-۵}$
	IDW	۰۰۵۶/۰	۰۶۶۱/۰	۰۸۸۰/۰	
EC	kriging	۰۰۰۶/۰	۰۶۶۵/۰	۰۸۶۶/۰	۰۱/۱×۱۰$^{-۵}$
	IDW	-۰۰۹۵/۰	۰۶۹۴/۰	۰۹۰۰/۰	۰۹/۱×۱۰$^{-۵}$
	EC*pH	-۰۰۴۷/۰	۰۷۳۱/۰	۰۹۱۱/۰	۱۲/۱×۱۰$^{-۵}$
	EC*OC	-۰۰۴۷/۰	۰۷۳۱/۰	۰۹۱۱/۰	۱۲/۱×۱۰$^{-۵}$
	EC*K	-۰۰۴۷/۰	۰۷۳۱/۰	۰۹۱۱/۰	۱۲/۱×۱۰$^{-۵}$

بر اساس جدول ۷ بهترین روش میان‌یابی برای pH و EC، روش کریجینگ به دست آمد. در زیر با بهترین مدل واریـوگرامی و بهـترین روش میان‌یابی نقشهٔ پراکنش ویژگی‌های EC و pH خاک ارائه می‌شود.



شکل ۴- نقشهٔ پراکنش مکانی pH خاک (سمت راست) و EC خاک (سمت چپ) با روش میان‌یابی کریجینگ

وضعیت پراکنش اسیدیتهٔ گل اشباع در مزرعهٔ مورد مطالعه به گونه‌ای بود که کل مزرعه را می‌توان به دو قسمت تقسیم نمود که در نیمهٔ غربی مزرعه مقادیر کمتر آن و در نیمهٔ شرقی مقادیر بیشتر آن مشاهده گردید. مقادیر اسیدیتهٔ گل اشباع از جنوب غربی به شمال شرقی مزرعه افزایش داشت (شکل ۴). تغییرات مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی خاک از روند مشخصی برخوردار بود و این ویژگی از جنوب شرقی مزرعه به شمال غربی آن افزایش داشت (شکل ۴).

نتیجه کلی که از این پژوهش گرفته می‌شود این که عملکرد محصول و ویژگی‌های خاکی، تغییرپذیری گسترده‌ای را در مزرعهٔ مورد مطالعه داشتند. بنابراین شناخت مقادیر متغیّرهای خاکی و عوامل موثر بر عملکرد برای مدیریت بهینه ضروری است تا با استفاده از متغیّرهای همراه محاسبات زمین‌آماری صورت گرفته و موثرترین پارامتر شناسایی و دلایل نقاط پرمحصول و ضعیف شناسایی و مدیریت بهینه میسّر شود.

منابع

Burgos, P. Madejon, E. Pérez-de-Mora, A. and Cabrera, F. ۲۰۰۶. Spatial variability of the chemical characteristics of a trace-element-contaminated soil before and after remediation. Geoderma, ۱۳۰: ۱۵۷-۱۷۵.

Cruz, J.S. deAssis Jonior, R.N. Rocha Matias, S.S. and Camacho-Tamayo, J.H. ۲۰۱۱. Spatial variability of an Alfisol cultivated with sugarcane. Cien. Inv. Agr., ۳۸(۱): ۱۵۵-۱۶۴.

Ersahin, S. ۲۰۰۳. Comparing ordinary kriging and cokriging to estimate infiltration rate. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۷:۱۸۴۸-۱۸۵۵.

Godwin, R.J. and Miller, P.C.H. ۲۰۰۳. A review of the technologies for mapping within-field variability. Biosystems Eng., ۸۴: ۳۹۳-۴۰۷.

Haws, N.W. Liu, B. Boast, C.W. Rao, P.S.C. Kladivko E.J. and Franzmeier, D.P. ۲۰۰۴. Spatial variability and measurement scale of infiltration rate on an agricultural landscape. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۸(۶): ۱۸۱۸-۱۸۲۶.

Hofmann, T. Darsow, A. and Schafmeister, M.T. ۲۰۱۰. Importance of the nugget effect in variography on modeling zinc leaching from a contaminated site using simulated annealing. J. Hydrol., ۳۸۹: ۷۸-۸۹.

Hosseini, E. Gallichand, D. and Marcotte, D. ۱۹۹۴. Theoretical and experimental performance of spatial interpolation methods for soil salinity analysis. Trans. ASAE, ۳۷: ۱۷۹۹-۱۸۰۷.

Jung, W.K. Kitchen, N.R. Sudduth, K.A. and Anderson, S.H. ۲۰۰۶. Spatial characteristics of claypan soil properties in an agricultural field. Soil Sci. Soc. Am. J., ۷۰: ۱۳۸۷-۱۳۹۷.

Robinson, T.P. and Metternicht, G. ۲۰۰۶. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computer and Electronics in Agriculture, ۵۰: ۹۷-۱۰۸.

Zhou, H.H. Chen, Y.N. and Li, W.H. ۲۰۱۰. Soil properties and their spatial pattern in an oasis on the lower reaches of the Tarim River, northwest China. Agr. Water Manage., ۹۷: ۱۹۱۵-۱۹۲۲.

Abstract

Recognition of low yield points of field and removing restrictions in areas with lower yields at the farm is one of the important ways for increasing yield. In this research, the wheat grain yield data, harvested with Lexion class ۵۱۰ combine and wheat yield data from ۳۶ randomly points of field, and soil analyzed data of these points were used. The interpolation of parameters in non-sampled areas were predicted by means of kriging, inverse distance weighted, and co-kriging methods and the experimental semi-variograms were fitted to linear, exponential, Gaussian, and spherical models. The results showed that harvested wheat grain yield with combine ranged from ۲ to ۱۰.۰۸ tons per hectare. The best interpolation method with exponential variogram model, were determined the inverse distance weighted. Between different parameters, a linear correlation was reasonable. For example, there was positive correlation between grain yield and kernel weight, but correlation between kernel weight and soil salinity was negative. The best variogram model for grain yield and kernel weight was spherical model. The best cross variogram model with co-factor of kernel weight for grain yield was spherical, and for kernel weight with co-factor of soil salinity was Gaussian model, and the best interpolation method was co-kriging. The data of soil pH had normal distribution, but the data of soil EC by use of logarithmic transformation converted to normal distribution. The best variogram model for EC was spherical model, and for pH was exponential model. The spatial structure of EC semi-varigram was strong and for pH was medium. The best interpolation method for pH and EC was kriging method. Amounts of soil EC increased from southeast to northwest of farm.

تناسب اراضی کیفی دشت کمین برای محصولات گندم، ذرت و چغندر قند در استان فارس

غلامرضا زارعیان [۱]، میر ناصر نویدی [۲]
۱-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس و دانشجوی دکتری دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲-استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
ارزیابی اراضی با توجه به توانمندی خاک و اقلیم در استفاده بهینه از منابع خاک، آب و سرمایه برای جلوگیری از تخریب منابع طبیعی امری ضروری است. استفاده صحیح از اراضی با در نظر گرفتن پتانسیل، کاربردی‌تر کردن مطالعات خاکشناسی و استفاده از آن برای کاربران کشاورزی، از اهداف این تحقیق است. منطقه مورد مطالعه دشت کمین واقع در استان فارس با مساحت تقریبی ۱۲۲۰۰ هکتار در ۸۵ کیلومتری شمال شرقی شیراز واقع شده و دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد. ابتدا در هر واحد خاک یک نیمرخ حفر شد و پس از تشریح افقها و نمونه برداری خاکها را براساس تاکسونومی ۲۰۱۲ طبقه بندی گردید که خاک‌ها در دو رده انتی سول و اینسپتی سول طبقه‌بندی گردید. جهت تناسب اراضی نیازهای خاکی و اقلیمی محصولات جمع آوری و با جدول نیاز رویشی آنها به روش پارامتریک (ریشه دوم) مقایسه گردید. بطورکلی کلاس تناسب واحدهای خاک برای این محصولات از خیلی مناسب (S۱) تا همیشه نا مناسب (N۲) و کلاس تناسب اقلیم برای هر سه محصول(گندم، ذرت و چغندرقند) مناسب (S۱) می باشد. سنگریزه عمقی و سطحی ، شیب، کربنات‌کلیسم، شوری و قلیائیت و واکنش خاک جزء عوامل محدودکننده خاکهای منطقه به حساب می‌آیند.

واژه های کلیدی: دشت کمین، تناسب اراضی کیفی، چغندر قند، ذرت و گندم

مقدمه
در دهه های اخیر بدنبال رشد بی رویه جمعیت دنیا استفاده بشر از منابع طبیعی و خصوصا اراضی بر مبنای قابلیت و استعداد آنها نبود بلکه بر اساس نیازهای آنی و تکنولوژی عصر خود پایه ریزی شده بود. و بدنبال آن خسارات جدی به اراضی وارد آمد که جهت جلوگیری از تخریب بیشتر بایستی قابلیت و استعداد منابع برای استفاده مورد نظر مطالعه شود و اراضی کشاورزی نیز از این قانون مستثنی نمی باشد. هرگونه بهره برداری از زمین که مافوق توانمندی آن باشد در دراز مدت باعث تخریب و کاهش باروری آن می گردد. بنابراین شناخت ظرفیت تولید اراضی و اختصاص آنها به بهترین و سودآورترین نوع کاربری از اهمیت خاصی برخوردار است. برنامه ریزی برای استفاده بهینه از اراضی موجب می شود تا ضمن حداکثر بهره وری از زمین منابع طبیعی نیز برای استفاده آیندگان محفوظ بماند. در این راستا ابتدا بایستی منابع اراضی شناسایی شده و قابلیت و استعداد آنها برای انواع استفاده های ممکن بررسی شود. به عبارتی مهمترین گام در برنامه ریزی استفاده بهینه از زمین ارزیابی اراضی است.
تناسب اراضی مناسب بودن نوع مشخصی از اراضی را برای کاربری تعیین می‌کند. در واقع ارزیابی اراضی فرایند پیش بینی پتانسیل استفاده از زمین بر مبنای ویژگی های زمین می‌باشد که هدف اصلی آن استفاده بهینه از منابع با بررسی خصوصیات اراضی است تا بدون تخریب منابع خاک حداکثر درآمد حاصل شود.
گابور و همکاران (۱۹۹۴) در مصر نشان دادند که خاکهای شنی خیلی مناسب (۸۴-۸۰) برای هویج ، سیب زمینی و بادام زمینی، نسبتا مناسب (۷۳-۵۰) برای لوبیا ، آفتابگردان، هندوانه، گوجه فرنگی و یولاف و دارای تناسب بحرانی (۵۰-۳۵) برای ذرت، سورگوم، پیاز، زیتون، مرکبات و انگور می باشد. زیادات (۲۰۰۷) با استفاده از منابع مختلف اطلاعاتی شامل نقشه های خاک وصفات تخمین زده شده خاک نقشه تناسب اراضی تهیه کرد. هدف این تحقیق مقایسه دقت طبقه بندی تناسب اراضی بر اساس مشخصات تخمین زده شده خاک و نقشه های قدیمی خاک می‌باشد. وی سه نقشه تناسب یکی مبنی بر مشخصات تخمینی خاک و دو تا بر اساس نقشه های قدیمی خاک(در مقیاس ۱۰۰۰۰:۱و ۵۰۰۰۰:۱) تهیه نمود. نتایج نشان داد که دقت طبقه بندی تناسب مبنی بر مشخصات تخمین زده شده خاک درمقایسه با دقت طبقه بندی بر اساس نقشه های قدیمی خاک، سودمندتر است. در این مطالعه تاکید بر استفاده از صفات خاک مبنی بر مدل تخمینی می باشد زیرا منابع مختلفی از اطلاعات خاک در مناطقی که نقشه خاک در دسترس نیست را فراهم می نماید. ایگیو و همکاران(۲۰۰۵) به دنبال مشاهده کاهش تولید در هکتار، به ارزیابی اراضی برای تولیدات کتان در منطقه آزوکان[۴۰](غرب آفریقا) پرداختند. این ناحیه دارای آب و هوای حاره ای می باشد. به منظور ارزیابی و تعیین توانایی واحدهای اراضی برای تولید کتان، خاک و داده های رقومی ناحیه آزوکان جمع آوری شد. با استفاده از روش فائو(LSC[۴۱]/FAO) شاخص زمین برای خاکهای مختلف منطقه مورد مطالعه دارای تناسب بحرانی تا نامناسب بود. نتایج نشان دهنده

۴۰. Azokan
۴۱. Land Suitability Classification

سطوح محدودیت شیمیایی و فیزیکی(بافت خاک وکربن آلی) است. به علاوه شرایط آب وهوایی نامساعد تعیین کننده تناسب این ناحیه برای تولید کتان است. بونیانوفاپ و همکاران (۲۰۰۴) در ارزیابی تناسب اراضی شمال تایلند برای کشت موز، از GIS برای ترکیب ۵ فاکتور محیطی (فاکتورهای تجاری، فراهمی آب، ویژگی خاک، اقلیم و توپوگرافی) که شامل ۱۹ متغییر بودند، استفاده کردند. از امتیازدهی به متغییرها و وزندهی به هر فاکتور و متغییرها استفاده کرده و تناسب اراضی را در ۵ کلاس (از S1 تا N2) بیان کردند. آنها با ادغام شرایط محیطی فعلی، ویژگیهای خاک و انواع کاربریهای اراضی، مکانهای جدید مناسب برای کشت موز را تحت روشهای مدیریت اراضی در تایلند پیشنهاد کردند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۲۲۰۰ هکتار واقع در استان فارس، در شمال شرقی شیراز با ۵۲ درجه ۵۷ دقیقه تا ۵۳درجه ۳۰دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه ۵۷دقیقه تا ۳۰ درجه ۱۷دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است.

میانگین بارندگی سالیانه ۶۷/۲۴۳ میلیمتر بوده می‌باشد. پرباران‌ترین ماههای سال آذر و بهمن و کم باران ترین ماههای سال شهریور و تیر می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی بیشینه سالیانه در این منطقه حدود ۹۴/۵۰ درصد می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی کمینه سالیانه در این منطقه حدود ۳۸/۱۹ درصد می‌باشد. این منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد. ارزیابی کیفی تناسب اراضی در سه مرحله انجام گردید: مرحه اول تهیه اطلاعات خاکی واقلیمی منطقه مورد مطالعه، مرحله دوم تعیین مشخصات مورد نیاز گیاهان عمده منطقه، و مرحله سوم مقایسه این اطلاعات و مشخصات(مرحله یک و دو) با یکدیگر به روش پارامتریك (ریشه دوم) بود.

جهت تهیه اطلاعات خاکی ابتدا با استفاده از مطالعات نیمه تفضیلی دشت سعادت شهر حسن شاهی (۱۳۷۰) واحدهای مختلف خاك شناسایی ودر هر واحد جهت بررسی خاکها و تکمیل اطلاعات، اقدام به حفر ۲۱ نیمرخ گردید . در هرنیمرخ پس از تشریح افقها، مشخصات مورفولوژیکی مانند بافت، ساختمان، چسبندگی، شکل پذیری، وجود آهك وگچ ثانویه تعیین گردید و از هر افق یك نمونه خاك تهیه وجهت انجام آزمایشات مختلف شامل بافت خاك، ماده آلی، کربنات کلسیم، گچ، شوری، اسیدیته خاك و درصد سدیم تبادلی به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد. نتایج حاصل با استفاده از ضرایب عمقی گیوی(۱۳۷۶) تا عمق یك متری متوسط وزنی گرفته شد. سایر فاکتورهای خاکی که تعیین گردید عبارت است از : پستی وبلندی (شیب وناهمواریهای کوچك) ، خیس بودن خاك (سیلگیری، زهکشی، عمق سفره آب زیرزمینی) ، خواص فیزیکی خاك (مقدار سنگ وسنگریزه، عمق خاك وساختمان خاك)

برای تهیه اطلاعات هواشناسی واقلیمی از اطلاعات ایستگاه هواشناسی کمین استفاده شد. این اطلاعات عبارتند از: درجه حرارت، تابش نور خورشید، رطوبت نسبی، مقداربارندگی وطول روز که برای ماههای مختلف به تفکیك تهیه گردید. جهت تهیه دوره رشد فیزیولوژیکی محصولات عمده زراعی از اطلاعات کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی ومراکز خدمات کشاورزی وکشاورزان تحصیل کرده استفاده شد ومراحل مختلف رشد (جوانه زنی، رشد رویشی، پنجه زنی، گلدهی و...) گیاهان عمده منطقه مشخص وپارامترهای هواشناسی را برای آن مراحل از آمارهای هواشناسی موجود استخراج گردید.

در مرحله دوم لازم بود شرایط مطلوب خاکی و اقلیمی رشد هرگیاه مشخص گردد واثر هر پارامتر در کاهش عملکرد تعیین شود. جهت این امر از جداول ارائه شده در نشریه سایز وهمکاران(۱۹۹۳) ونشریه ۱۰۱۵ موسسه تحقیقات خاك و آب گیوی(۱۳۷۶)استفاده گردید . درمرحله سوم شرایط خاکی واقلیمی منطقه را با جداول فوق مقایسه وکلاس تناسب اراضی فعلی هر واحد جهت هر گیاه زراعی به روش پارامتریک (ریشه دوم) مشخص گردید.

نتایج و بحث

برای ارزیابی منطقه جهت کشت دیم دوره کشت منطقه محاسبه گردیداین دوره از ۷ آذر شروع و ۲۲ اسفند پایان می پذیرد و طول آن بالغ بر ۱۰۵ روز است. با توجه به سیکل رشد محصولات عمده منطقه طول دوره رشد برای کاشت محصولات مناسب نیست و در صورت کشت محصولات به صورت دیم در منطقه کمین حتما بایستی در اواخر بهار آبیاری تکمیلی انجام گردد.

خاکها را براساس تاکسونومی ۲۰۱۲ طبقه بندی گردید که خاک‌ها در دو رده انتی سول و اینسپتی سول و هفت فامیل خاک طبقه‌بندی گردید. از بین عوامل خاکسازی پستی و بلندی به عنوان مهمترین عامل تشکیل خاک شناسایی گردید که باعث بوجود آمدن خاکهای مختلف در منطقه می‌گردد.

در این ارزیابی با توجه به مشخصات اقلیمی، خاک و توپوگرافی منطقه و مطابقت آنها با نیازهای رویشی، کلاس تناسب این محصولات از خیلی مناسب (S1) تا همیشه نا مناسب (N2) (جدول ۱) و کلاس تناسب اقلیم برای هر سه محصول مناسب (S1) می باشد. ارزیابی اراضی برای گندم نشان داد که حدود ۶۶/۵۳% (۶۵۴۷هکتار) از اراضی در کلاس خیلی مناسب (S1)، حدود ۸۹/۳۳% (۴۱۳۴هکتار) از اراضی در کلاس مناسب (S2)، حدود ۰۳/۷% (۸۵۷هکتار) از اراضی در کلاس تناسب کم (S3)، حدود ۰۷/۴% (۴۹۵) از اراضی در کلاس فعلا نامناسب (N1) و حدود ۳۵/۱% (۵/۱۶۴) از اراضی در کلاس همیشه نامناسب (N2) قرار می‌گیرند. محدودیتهای عمده منطقه برای گندم شامل: آهک، بافت، گچ، سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، شیب و شوری می‌باشد (جدول ۱).

ارزیابی اراضی برای ذرت نشان داد که حدود ۲۴/۴% (۵۱۸هکتار) از اراضی در کلاس خیلی مناسب (S1)، حدود ۲۴/۷۳% (۸۹۳۵هکتار) از اراضی در کلاس مناسب (S2)، حدود ۷۷/۱۵% (۱۹۲۲ هکتار) از اراضی در کلاس تناسب کم (S3)، حدود ۰۷/۴% (۴۹۵) از اراضی در کلاس فعلا نامناسب (N1) و حدود ۶۸/۲% (۳۲۷) از اراضی در کلاس همیشه نامناسب (N2) قرار می‌گیرند. آهک، بافت، گچ، سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، شیب و شوری بعنوان محدودیت‌های خاکمی‌باشد (جدول ۱).

ارزیابی اراضی برای چغندر قند نشان داد که حدود ۲۹/۲۰% (۲۴۷۷هکتار) از اراضی در کلاس خیلی مناسب (S1)، حدود ۰۴/۶۰% (۷۳۳۵هکتار) از اراضی در کلاس مناسب (S2)، حدود ۲۵/۱۴% (۱۳۷۵ هکتار) از اراضی در کلاس تناسب کم (S3)، حدود ۰۷/۴% (۴۹۵) از اراضی در کلاس فعلا نامناسب (N1) و حدود ۳۵/۱% (۵/۱۶۴) از اراضی در کلاس همیشه نامناسب (N2) قرار می‌گیرند. محدودیتهای عمده منطقه برای ذرت شامل: آهک، بافت، گچ، سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، شیب و شوری می باشد (جدول ۱).

جدول شماره (۱): کلاس تناسب فعلی و آتی واحدهای مختلف خاك جهت محصولات عمده برای دشت کمین

واحد خاك	گندم فعلی	ذرت فعلی	چغندرقند فعلی	گندم آتی	ذرت آتی	چغندرقند آتی
۱۵.۱	S۳s	S۳s	S۳s	S۲s	S۳s	S۳s
۱۷.۱	S۱	S۲sf	S۲sf	S۱	S۲sf	S۲f
۱۷.۴	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱
۱۸.۱	S۱	S۲f	S۱	S۱	S۲f	S۱
۱۸.۲	S۱	S۲f	S۱	S۱	S۲f	S۱
۱۸.۳	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱	S۱
۱۸.۴	S۲t	S۲tf	S۲t	S۱	S۲f	S۱
۱۹.۱	S۱	S۲sf	S۲s	S۱	S۲sf	S۲s
۱۹.۲	S۲fn	S۳n	S۲f	S۲f	S۲f	S۲f
۱۹.۳	S۲s	S۲sf	S۲s	S۲s	S۲sf	S۲s
۱۹.۴	S۲f	S۳f	S۲s	S۲f	S۲f	S۲s
۱۹.۵	S۲fn	S۳f	S۲f	S۲f	S۲f	S۲f
۱۹.۶	S۲sf	S۳s	S۳s	S۲sf	S۳s	S۳s
۱۹.۷	S۲ts	S۲ts	S۲ts	S۱	S۲s	S۱
۱۹.۸	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s
۱۹.۹	N۱t	N۱t	N۱t	S۳s	S۳s	S۳s
۲۰.۱	S۲sfn	S۳s	S۲sf	S۲sf	S۲sf	S۲sf
۲۰.۲	S۳fn	N۲fn	S۳fn	S۲f	N۲fn	S۲f
۲۱.۳	S۳fn	N۲fn	S۳fn	S۳fn	N۲fn	S۳fn
۲۱.۴	N۲fn	N۲fn	N۲fn	N۲fn	N۲fn	N۲fn
۲۲.۱	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s
۲۲.۲	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s	S۲s

اغلب عوامل محدود کننده در منطقه که باعث کاهش درجه تناسب اراضی گردیده شامل: آهک، توپوگرافی(درصد شیب وپستی وبلندی)، سنگ و سنگریزه سطحی وعمقی، عمق خاک شوری و قلیائیت و اسیدیته می‌باشد. که بایستی نسبت به کاهش یا رفع محدودیت آنها اقدام نمود تا ساز گاری زمین افزایش یابد. در بعضی از واحدها شدت این محدودیتها بسیار زیاد بوده و بنابراین عملیات اصلاحی برای این واحدها اقتصادی نمی‌باشد و در برخی واحدها شدت این محدودیتها زیاد نیست لذا می‌توان با انجام عملیات اصلاحی برای فاکتورهای قابل اصلاح نظیر تسطیح اراضی و جمع آوری سنگ وسنگریزه از سطح خاک و آبشویی نمک باعث افزایش قابل توجهی در عملکرد محصول می‌گردد (جدول ۱).

منابع

حسن شاهی ،ح. ۱۳۷۰. گزارش مطالعات خاکشناسي نيمه تفصيلي دشتهاي سعادت شهر- سيوند -سيدان -ارسنجان (استان فارس). موسسه تحقیقات خاک و آب . نشریه فنی ۸۳۸، ۸۵ صحفه.

گیوی، ج.، ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی و باغی، موسسه تحقیقات خاک وآب، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵ ۱۰۰ص.

Boon۰yanuphap J., Wattanachaiyingcharoen D. and Sakuri K. ۲۰۰۴. GIS-based suitability assessment for Muss (AAB group) plantation. J. Appl. Hort. ۶۱:۳-۱۰

Gabour T., El-Taweel E. and Labib F.۱۹۹۴. Land suitability classification of El-attafarm, Governorat, Egypt, Egyptian journal of soil scince. ۳۴: ۳۵۷-۳۷۲.

Igue A.M., Maier R., Gaiser T. and Stahr K. ۲۰۰۵. Land evaluation of cotton production in the Azoka's Catchment in the Moist Savannah of Benin. , Pp: ۵۹-۶۴. Proceedings of the Conference on International Agricultural Reserch for Development

Sys C., Van Ranst E., Debaveye J. and Beernaert F. ۱۹۹۳. Land Evaluations. Part III: crop requirement. General Administration for Development Cooperation Agric, publ. No.۷ Brussels. Belgium. P.۱۹۹.

United state department of Agriculture, Natural Resources conservation Service, Soil Survey Stuff, ۲۰۱۲. keys to soil taxonomy, ۱۲th, ed. Blackburg, VA: Virginia polytechnic Institute .

Ziadat, F.M. ۲۰۰۷. Land suitability classification using different sources of information, soil maps and predicted soil attributes in Jordan. Geoderma, ۱۴۰:۷۳-۸۰.

ABSTACT

Land evaluation which considering soil and climatic characteristic will caused optimum usage of water, soil and capital. The aim of this study is evaluation and determination of land qualitative suitability for major crops (wheat, maize and sugar beet) in the study area. The area covers about ۱۲۲۰۰ hectares, located in ۸۵ kilometers of Eastern north's of Shiraz. Climate data of the area of study was obtained from the synoptic station (Kamin). The studied sites were selected based on semi- detailed soil survey report of Saadat shhar plain. A profile was dug in each soil unit and horizons' of that profile were districted. A soil sample was taken from each horizon for physical and chemical analysis. According to the soil taxonomy (۲۰۱۲) the soil were classified in two order (Entisols and Inceptisols). After data collection, climatic, landscape and soil requirements of selected crops were determined. The parametric method (Square root method) was used to determine land suitability classes according to FAO system. Climatic data and land characteristics of the study area were compared with climatic and crop requirements respectively and the land suitability class was attributed according to the less favorable characteristics. Result of climatic suitability classification based on different methods showed that climatic class of area studied was suitable (S۱) for planting wheat, maize and sugar beet. Considering the existing limitations, the studied area was classified from suitable (S۱) to not suitable (N۲) based on the parametric method. However determination of the final class of this area depends on soil limitations such as percent of surface and subsurface stone and gravel, land slope, saline& alkaline and the amount of lime.

کانی شناسی رس خاک‌ها در کاربری مرتع و زراعی منطقه والا رود در استان زنجان

پریسا علمداری، کامران مروج
استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
در سالهای اخیر، تغییر کاربری اراضی مرتعی به کشاورزی و باغ معمول بوده است. برای حفظ حاصلخیزی و افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار، آگاهی از تاثیر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک امری ضروری به نظر می‌رسد. به منظور مطالعه اثر تغییر کاربری از مرتع به زراعی بر کیفیت خاک منطقه والارود در استان زنجان انتخاب گردید. نمونه‌های مرکب خاک از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر از هر دو کاربری جمع‌آوری شد. نمونه‌ها برای مطالعه کانی‌های رسی آماده گردیدند. نتایج نشان داد که کانی‌های ایلیت، کلریت، کائولینیت، اسمکتیت و کانی‌های رسی مختلط در هر دو کاربری مرتع و زراعی وجود دارد و نوع کانی‌ها تحت تاثیر نوع کاربری قرار نگرفت.

کلمات کلیدی: تغییر کاربری اراضی، کاربری زراعی، کاربری مرتع، کانی‌شناسی رس

مقدمه
امروزه همه افراد اهمیت کانی شناسی را در علوم خاک و مهندسی به رسمیت می‌شناسند. اطلاعات به دست آمده از کانی شناسی خاک می‌تواند به خوبی ارتباط آن را با خصوصیات مختلف مشخص کند. خصوصیات فیزیکی خاک مانند توزیع اندازه ذرات، نیروهای داخل ذرات، ساختار، مقاومت در برابر تورم، قدرت برشی خاک، حفظ رطوبت، هدایت آب در خاک و ظرفیت حرارتی را می‌توان به صورتی ذکر کرد که تحت تأثیر نوع و مقدار رس‌ها در خاک هستند (صالحی و همکاران، ۲۰۰۳). چارچمن و همکاران (۱۹۹۱) معتقدند که علم کانی شناسی رسی در درک بهتر پیدایش خاک، خصوصیات ساختمانی خاک‌ها، فرآیندهای هوادیدگی و طبقه بندی خاک نیز بسیار کاربردی می باشد. وحیدی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه ای که بر خاکهای شهرستان اهر انجام دادند نشان دادند که کانی های رسی شامل کلریت، اسمکتیت، ایلیت و کائولینیت می‌باشد و کاربری‌های متفاوت بر نوع کانیهای رس شناسایی شده تأثیری نداشته است.
نوع کانی های رسی ایجاد شده در خاک تابع عواملی مثل اقلیم، شرایط و خصوصیات خاک و نوع مواد مادری است (ال- فرج و هاروی ۲۰۰۰). همچنین فرایندهایی مثل سرعت هوادیدگی، آبشویی، زهکشی، وضعیت اکسایش و کاهش و تعادلات یونی سیستم خاک نقش مهمی در تشکیل کانیهای خاک دارند. بطور کلی هوادیدگی مهمترین فرایند کنترل کننده ماهیت کانی های رسی در خاک است و بسته به شدت شاخص های مربوطه توسعه و تکامل خاک را تحت تاثیر قرار می دهد. طوریکه در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب حاره ای با حداکثر درجه هوادیدگی، اکسیدهای آهن و کائولینیت غالب است. در شرایط خشک و نیمه خشک که هوادیدگی فیزیکی بارز است در صورت وجود پتاسیم و منیزیم در مواد مادری خاک، ایلیت و کلریت بوجود می آید اما اگر زهکشی محدود باشد طوریکه کاتیونهای بازی نتوانند آبشویی شوند اسمکتیتها تشکیل می شوند (لی و همکاران ۲۰۰۳).
به طورکلی در اغلب نقاط ایران مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اراضی زیادی وجود دارند که بدون درنظر گرفتن پتانسیل و استعدادشان تحت کاربری های مختلفی قرار گرفته‌اند. کاربری‌های نامتناسب در طولانی‌مدت باعث از بین رفتن منابع طبیعی کشور می‌شود که خود می‌تواند زمینه‌ساز مشکلات بعدی برای طبیعت و کشور باشد. با توجه به مطالب فوق، هدف از مطالعه حاضر بررسی کانی شناسی رسی خاک‌ها در دو کاربری اراضی (مرتع و زراعی) در منطقه والا رود واقع در استان زنجان می‌باشد.

مواد و روش‌ها
الف)مشخصات منطقه مورد مطالعه : روستای والارود در موقعیت جغرافیایی"۸/۲۸ '۴۲ ۳۶ تا "۳۶ ۴۲ ۳۶ عرض شمالی و " ۶/۵۷ ۲۱ ۴۸ تا "۴/۸ ۲۲ ۴۸ طول شرقی قرار گرفته است. این منطقه دارای اقلیم سرد و خشک می باشد. بر اساس دوره آماری سال‌های ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵ اطلاعات هواشناسی ایستگاه زنجان، متوسط میزان بارندگی ۱/۳۱۳ میلیمتر می‌باشد. دی ماه با میانگین ۵/۲- درجه سانتیگراد سردترین و تیر ماه با میانگین ۳/۲۳ درجه سانتیگراد گرم‌ترین ماه سال است و متوسط درجه حرارت سالانه ۷/۱۱ درجه سانتیگراد می باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی بر اساس اطلاعات نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی کشور به ترتیب زریک و مزیک است.

ب) مطالعات صحرایی : با توجه به هدف تحقیق، دو منطقه با کاربری های زراعی و مرتعی انتخاب شد و از هر کدام از کاربری ها از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری نمونه های خاک تهیه گردید، سپس نمونه ها جهت انجام آزمایشات مربوطه به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌ها هوا خشک گردیده و پس از کوبیدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد.

ج) مطالعات کانی‌شناسی : برای تعیین نوع کانی‌های رسی، اولین مرحله از بین بردن مواد سیمانی می‌باشد که این مواد شامل کربنات ها، مواد آلی و اکسیدهای آهن است. به منظور خروج کربنات‌ها روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۳) ملاک عمل قرار گرفت. کربنات‌ها به وسیله شستشو با بافر استات سدیم نرمال در پ‌هاش پنج و دمای حدود ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتی گراد خارج شدند، این عمل تا جایی ادامه یافت که هیچ‌گونه حباب یا جوششی بر اثر افزایش اسید کلریدریک نرمال در خاک تولید نگردد. ماده آلی بوسیله آب اکسیژنه ۳۰ درصد و حرارت دادن نمونه‌ها تا ۸۰ درجه سانتی گراد از بین برده شد که در این میان اکسید منگنز نیز خارج می‌شود و برای حذف اکسیدهای آهن از بافر دی تیونات، سیترات و بی کربنات سدیم با پ هاش ۳/۷ در حمام بخار و در دمای ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتی گراد استفاده گردید، سپس بخش رس جدا گردید و هر نمونه به دو بخش تقسیم گردید: یک بخش با منیزیم و بخش دیگر با پتاسیم اشباع گردید. چهار اسلاید مختلف شامل اشباع با منیزیم، اشباع با منیزیم و تیمار اتیلن گلیکول، اشباع با پتاسیم و اشباع با پتاسیم و تیمار حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد از هر نمونه تهیه گردید. در این مرحله چهار اسلاید طوری آماده گردید که در هر کدام از اسلاید ها حدود ۲۵ میلی گرم رس وجود داشته باشد. پراش نگارهای نمونه های رسی با استفاده از دستگاه Shimadzu XRD مدل ۶۰۰۰ و توسط تیوپ مسی با ولتاژ ۴۰ کیلو وات و شدت جریان ۳۰ میلی آمپر با زاویه ۲ از ۳ تا ۳۰ درجه بدست آمد. برای تعیین میزان نیمه کمی کانی‌های رسی از روش توزین استفاده گردید، در این روش با استفاده از مساحت زیر پیک‌های مربوط به کانی‌ها از تیمار گلیسرول، نسبت کانی‌ها تعیین می‌گردد.

نتایج و بحث

نتایج کانی شناسی رس: شکل ۱ نتایج کانی شناسی بخش رس در دو کاربری در افق های B را نشان می دهد.

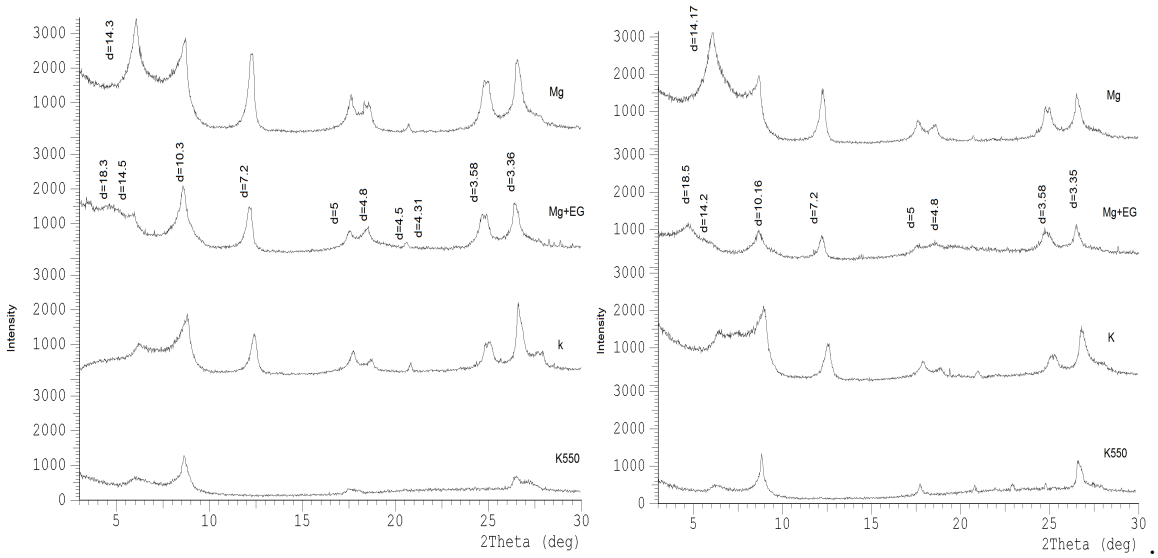
ایلیت : ایلیت با دو پیک قوی در ناحیه ۱۰ آنگستروم و ۳/۳ آنگستروم و یک پیک ضعیف در ۵ آنگستروم مشخص می شود که با تیمار گلیسرول و حرارت تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد تغییر نمی کند. ایلیت کانی است که معمولاً با منشاء توارثی از سنگ بستر وارد خاک می شود، این کانی اساساً در خاکهای جوانتر در مقایسه با خاکهای هوادیده بیشتر دیده می شود.

کائولینیت : نقطه فراز حدود ۷ آنگستروم در تیمارهای منیزیم و پتاسیم وجود دارد که در تیمار پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتیگراد با تخریب کانی کائولینیت این پیک از بین رفته است. کائولینیت در محیطهای اسیدی که یونهای منیزیم، کلسیم و آهن آبشویی می یابند تشکیل می شود. این کانی اغلب از فلدسپارها و میکاها در ضمن آبشویی املاح در محیط اسیدی حاصل می گردد. بنابراین آب و هوای منطقه باید به اندازه کافی مرطوب بوده و زهکشی خاک نیز مانعی برای آبشویی و انتقال یونهای فوق الذکر نداشته باشد تا این کانی به وجود آید (دیکسون و وید ۱۹۹۲). با توجه به عدم وجود چنین شرایطی در خاکهای منطقه این کانی منشاء توارثی داشته و در خاک تشکیل نشده است.

کلریت : در دیفراکتوگرام هر دو کاربری در تیمار منیزیم و پتاسیم نقطه فراز حدود ۱۴ آنگستروم وجود دارد و در اثر حرارت همچنان مشاهده می‌شود که بیانگر وجود کانی کلریت می‌باشد. قسمت اعظم کلریتها در خاک به ارث رسیده از کانی های اولیه هستند که در سنگهای دگرگونی یا آذرین و به میزان قابل توجهی در سنگهای رسوبی یافت می شوند. این کانی به شکل های مختلفی در خاکها و مواد مادری یافت می شود، به سه شکل دی اکتاهدرال، تری اکتاهدرال و دی- تری اکتاهدرال وجود دارد که نوع تری اکتاهدرال آن معمولاً اولیه است.

اسمکتیت: در تیمار اتیلن گلیکول پیک ضعیفی در ناحیه ۱۸ آنگستروم دیده میشود که حاکی از وجود مقادیر اندکی از کانی اسمکتیت است.

نتایج کانی شناسی رس مشخص کرد که کانی‌های ایلیت، کلریت، کائولینیت، کانی های مختلط و مقدار کمی از کانی اسمکتیت در هر دو کاربری وجود دارد. کانی میکا نیز با نقطه فراز ۱۰ آنگستروم در تمام تیمارها مشاهده می شود. شانه دار شدن پیک ۱۰ آنگستروم در تیمار پتاسیم نشان از وجود مقادیری از کانی های مختلط دارد. با توجه به این نتایج می توان بیان کرد که تغییر کاربری تاثیری در نوع کانی های رسی نداشته است. وحیدی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در مطالعه خود نشان دادند که تغییر کاربری تاثیری بر کانی های رسی نداشته است. رضایی و همکاران (۲۰۱۲) اثرات طولانی مدت (۵۰ سال) تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی بر ویژگی های کانی شناسی خاک را مورد بررسی قرار دادند، نتایج آن ها نشان داد که نوع کانی های رسی در هر دو کاربری مشابه بوده است



شکل ۱- پراش نگاشت های افق B مربوط به کاربری زراعی (شکل سمت راست) کاربری مرتع (شکل سمت چپ)

منابع

وحیدی، م. ج.، جعفرزاده ع. ا.، اوستان، ش. و شهبازی، ف. ۱۳۹۱. تأثیر کاربری اراضی بر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی خاکهای جنوب شهرستان اهر. نشریه آب و خاک، جلد ۲۲، صفحه های ۴۷-۳۳.

Al- Farraj. A. and Harvey A.M. ۲۰۰۰. Desert pavement characteristics on Wadi terrace and alluvial fan surface: Wadi Al-Bih, UAE and Oman. Geomorphology, ۳۵: ۲۷۹-۲۹۷.

Churchman G.J., Mcintolsh P.D., Burke C.M. and Whitton J.S. ۱۹۹۱. Clay mineralogy of soils formed in tuffaceous grey wacked south land, Newzealand, in relation to genesis, Soil properties and classification, Australian Journal of Soil Research, ۴۹:۴۹۳-۵۱۳.

Dixon J.B. and Weed S.B. ۱۹۹۲. Minerals in Soil Environments. Second Edition, By Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

Kittrick J. A., and Hope E.W.۱۹۶۳. A procedure for particle size separation of soil for X-ray diffraction analysis. Soil Science Society of America, ۹۶:۳۱۹-۳۲۵.

Lee B.D. Sears S.K. Graham R.C. Amrhein C., and Vali H. ۲۰۰۳. Secondary mineral genesis from chlorite and serpentine in an ultramafic soil toposequence. Soil Science Society of America, ۶۷: ۱۳۰۹-۱۳۱۷.

Rezaei N., Roozitalab M.H. and Ramezanpour H. ۲۰۱۲. Effect of land use change on soil properties and clay mineralogy of forest soils developed in the Caspian Sea region of Iran. Journal of Agriculture Science Technology, ۱۴:۱۶۱۷-۱۶۲۴.

Salehi M., Khademi H., Karimiyaneghbal M. ۲۰۰۳. Idenfication and formation clay minerals in Farokhshahr soils in Chahar Mahal Bakhtiari provience. Journal of agricultural and natural resources sciences, ۲: ۷۳-۷۹.

Abstract

Nowadays, changing the pasturelands to agriculture and garden is common. Acquiring knowledge about land use effect on soil properties is essential for maintenance and increase of soil fertility and productivity in sustainable agriculture. To investigate the impact of land use change on the clay mineralogy, two land uses including pastureland and cultivated land in Valarude region of Zanjan province was selected. In each land use composite soil samples from ۰ - ۳۰ and ۳۰ - ۶۰ cm depths of both lands were taken. Selected surface and subsurface samples were also collected for clay mineralogy studies. Results showed that changing land use did not have significant effect on

clay minerals and all soils consist of illite, chlorite, smectite, kaolinite and mixed layer minerals and detected clay minerals were not affected by different land use.

مقایسه روش‌های زمین‌آمار و شبکه عصبی مصنوعی در تخمین توزیع مکانی رس خاک

محمدرضا پهلوان راد [۱]، علیرضا اکبری مقدم [۲]،خداداد دهمرده [۲] و غلامعلی کیخا [۲]
۱ـ استادیار بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،۲- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده
به منظور مقایسه روش‌های زمین‌آماری و شبکه‌عصبی‌مصنوعی در تخمین رس خاک، این پژوهش در بخشی از اراضی شهرستان زهک سیستان انجام شد. تعداد ۱۲۱ نمونه خاک با فواصل ۷۵۰ متر از عمق ۳۰- ۰ سانتیمتر برداشت و مقادیر رس خاک تعیین شد. از این تعداد ۱۰۵ نمونه برای آموزش مدل‌ها و ۱۶ نمونه جهت اعتبار سنجی مدل‌ها استفاده شد. مدل‌های مختلف زمین‌آماری و شبکه عصبی مصنوعی برازش و بهترین مدل‌ها انتخاب شدند. مقایسه دو روش نشان داد که شبکه عصبی با ضریب تبیین (R^2) ۶۸/۰ و معیار خطای (RMSE) ۱۸/۶ در مقایسه با روش زمین‌آمار با ضریب تبیین ۶۲/۰ و با معیار خطای ۲/۸ مقدار رس خاک را بهتر پیش‌بینی می کند.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌عصبی‌مصنوعی، زمین‌آمار، رس خاک

مقدمه
وجود نقشه‌های خاک با دقت بالا برای طرح‌های کشاورزی، منابع طبیعی و حفاظت محیط‌زیست ضروری هستند. از اواسط قرن بیستم شاخه‌ای از علم آمار به نام زمین‌آمار پا به عرصه علوم نهاد که امکان پردازش داده‌ها و توصیف مکانی آنها را به وجود آورد .در زمین‌آمار وابستگی مکانی پارامترهای اندازه‌گیری شده به وسیله واریوگرام (تغییرنما)رسم می‌شود. یک تغییرنمای ایده‌آل دارای سه پارامتر شامل اثر قطعه‌ای، حد آستانه و دامنه تاثیر می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). انواع مختلفی از تخمین‌گرها در زمین آمار وجود دارند که مهمترین آنها معکوس فاصله، سطوح روند، اسپلین، کریجینگ و کوکریجینگ هستند (محمدی، ۱۳۸۵). سکوتی اسکوئی و همکاران (۱۳۸۷) پراکنش شوری خاک را با استفاده از روش زمین‌آمار مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردند که روش کریجینگ دقت بالائی در برآورد شوری در نقاطی که نمونه‌برداری نشده است دارد. Yang et al., (۲۰۰۵) برای تخمین شوری خاک از سه روش کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ - رگرسیون استفاده کردند. کاظمی‌پشت‌مساری و همکاران (۱۳۹۱)در پژوهشی با عنوان ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی در اراضی کشاورزی استان گلستان نشان دادند که روش کریجینگ، بهترین روش میان‌یابی برای تخمین نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.
شبکه عصبی مصنوعی[۴۲]یکی از روش‌های محاسباتی است که به کمک فرآیند یادگیری[۴۳]و با استفاده از پردازشگرهایی بنام نرون تلاش می‌کند با شناخت روابط ذاتی بین داده‌ها، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه دهد(Khana، ۱۹۸۹). Zou et al., (۲۰۰۹) با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی‌مصنوعی و سری زمانی، مقدار شوری و رطوبت خاک را پیش‌بینی کرده و دریافتند که مدل پس‌انتشار[۴۴] یک روش مناسب در تخمین آب خاک و حرکت نمک است. Zhao et al., (۲۰۰۹) با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی مقادیر شن و رس خاک را بر اساس پارامترهای بدست آمده از نقشه ارتفاعی رقومی[۴۵] برآورد کرده و مشاهده کردند که دقت نسبی برای مقدار رس ۸۸ درصد و برای شن ۸۱ درصد بود. Sitharam et al., (۲۰۰۸) در تحقیقی روش‌های زمین‌آمار، شبکه‌عصبی و ماشین‌بردار پشتیبان[۴۶] را با هم مقایسه کردند و مشاهده کردند که روش شبکه‌عصبی نسبت به دو روش دیگر برتری دارد. مطالعه حاضر با هدف مقایسه روش‌های زمین آماری و شبکه عصبی مصنوعی در تخمین شوری خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی محدودکننده رشد محصولات مختلف و رس خاک به عنوان تامین کننده عناصر غذایی گیاهان در منطقه سیستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در اراضی شهرستان زهک منطقه سیستان در حد فاصل طول جغرافیایی ′۳۳ °۶۱ و ′۴۴ °۶۱ شرقی و عرض جغرافیایی ′۵۷ °۳۰ و ′۱ °۳۱ شمالی قرار دارد (شکل ۱). اراضی مورد مطالعه دشت مسطح بوده و از لحاظ ژئومورفولوژی دشت آبرفتی متاثر از رسوبات انشعابات رودخانه هیرمند هستند. نمونه‌برداری خاک در سال ۸۷ با فواصل ۷۵۰ متر از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتر و به تعداد ۱۲۱ نمونه انجام گرفت و مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک نمونه‌های برداشت شده در آزمایشگاه تعیین گردید.

[۴۲] Artificial Neural Network
[۴۳] Learning
[۴۴] Back propagation
[۴۵] Digital elevation model
[۴۶] Support vector machine

۱۰۵ نقطه برای آموزش مدل‌ها و ۱۶ نقطه جهت اعتبار سنجی مستقل استفاده گردید. در روش زمین‌آمار داده‌ها وارد برنامه GS+ شده و پس از نرمال سازی، انواع واریوگرام‌های کروی، نمایی، گوسی و مدل های میانیابی معکوس فاصله، پلی نومیال عام، پلی نومیال موضعی و انواع کریجینگ برازش شدند و بهترین واریوگرام انتخاب گردید. برای برازش نکویی روش‌های میانیابی از روش اعتبارسنجی تقاطعی (متقابل) استفاده شد. در این روش یکی از نقاط درونیابی کنار گذاشته می‌شود و با بقیه نقاط درونیابی انجام می‌شود و مقدار خطای برآورد برای نقطه کنار گذاشته شده محاسبه می‌شود. سپس برای سایر نقاط نیز این کار انجام می‌شود. در نهایت دقت هر روش برای هر متغیر بر اساس کمترین میانگین خطا (ME) و میانگین مجذور خطا (MSE) انتخاب شدند. در این تحقیق از نرم افزار GS+ نسخه ۵.۱ جهت برازش نیم تغییر نما و از نرم افزار ARCGIS ۹.۳ جهت مدل سازی و تهیه نقشه استفاده شد. پس از تهیه نقشه متغیرهای شوری و رس خاک (نقشه‌ها نشان داده‌نشده‌اند) مقدار تخمینی هر متغیر در محل داده‌های اعتبارسنجی تعیین گردید.

در روش شبکه عصبی مصنوعی مختصات نقاط (X و Y) به عنوان ورودی مدل استفاده شد (Sitharam et al.، ۲۰۰۸) و مقادیر درصد رس به عنوان خروجی در نظر گرفته شد. بنابراین شبکه برای هر خصوصیت دو ورودی و یک خروجی داشت. برای نرمال سازی داده‌ها از رابطه (۱) استفاده شد:

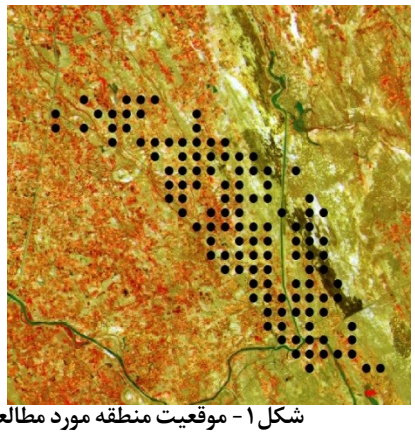
$$Xn = 0.5 + 0.5\frac{Xi - Xmean}{Xmax - Xmin} \qquad (۱)$$

که X_n مقدار متغیر نرمال شده، X_iمقدار واقعی متغیر، X_{mean}مقدار میانگین متغیر، X_{max} بیشترین مقدار متغیر و X_{min} کمترین مقدار متغیر می باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MATLAB نسخه R۲۰۰۹a انجام گرفت. انواع روش های مختلف شبکه عصبی شامل روش پرسپترون چند لایه[۴۷] و شبکه پایه شعاعی[۴۸] همراه با تغییر توابع خروجی، تغییر وزن ها، تغییر تعداد نرون های میانی و تغییر با ضریب آهنگ یادگیری و ضریب مومنتم با سعی و خطا برای هر خصوصیت جهت انتخاب بهترین مدل، مورد بررسی قرار گرفت.

برای ارزیابی نتایج عملکرد مدل‌ها از آماره‌های ضریب تبیین[۴۹] (R^2) و میانگین مربعات خطا[۵۰] (RMSE) برای ۱۶ نقطه‌ای که در مدل‌سازی به‌کار گرفته نشده بود، استفاده شد. مدلی که دارای ضریب تبیین بالاتر و میانگین مربعات خطای کمتری باشد دارای دقت بیشتری می‌باشد.

[۴۷] Multi-Layer Perceptron
[۴۸] Radial Basis Function
[۴۹] Coefficient of Determination
[۵۰] Root Mean of Square Error





شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

آمار توصیفی: نتایج آمار توصیفی رس خاک (جدول ۱) نشان داد که میانگین رس خاک ۱۷ درصد و بین ۵ تا ۳۹ درصد می باشد (جدول ۱). با توجه به این‌که محدوده مورد مطالعه در منطقه ورودی انشعابات رودخانه هیرمند به دشت سیستان است ذرات درشت تر (شن و لای) در این اراضی رسوب کرده‌اند (شکل ۱، تصویر سمت راست).

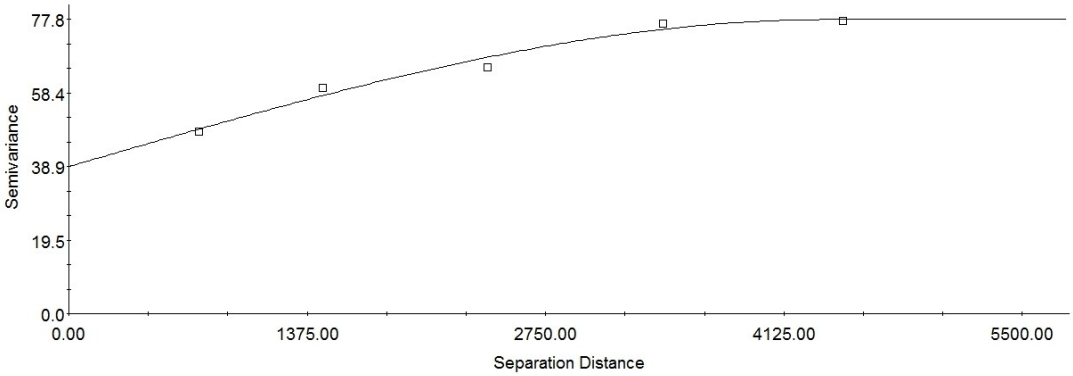
نتایج تجزیه و تحلیل های زمین آماری: شکل ۲ نیم‌تغییر نمای کروی رس خاک در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد و مقادیر آن در جدول ۲ ارائه شده است. نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه ۵۰ درصد بدست آمد که نشان دهنده وابستگی مکانی متوسط آن در منطقه است. دامنه رس خاک در این تحقیق ۴۳۸۰ متر بدست آمد که مربوط به شیب ناچیز منطقه می‌باشد. روش میانیابی کریجینگ معمولی مناسب‌تر از روش‌های معکوس فاصله، پلی نومیال عام، پلی نومیال موضعی بود و دارای کمترین خطا و بیشترین صحت بود (نتایج نشان داده نشده‌اند).

جدول ۱ - آماره‌های توصیفی رس خاک

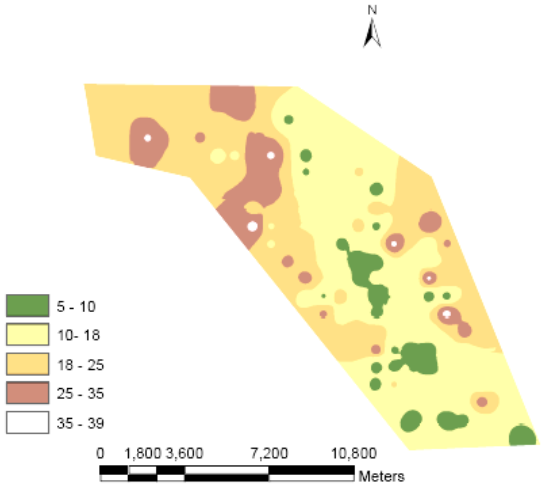
واحد	میانگین	انحراف معیار	واریانس	حداقل	حداکثر
درصد	۱۷	۶/۸	۶/۷۴	۵	۳۹

جدول ۲ - پارامترهای نیم تغییرنمای خصوصیات اندازه گیری شده درمنطقه مورد مطالعه

متغیر	واحد	مدل	دامنه (متر)	اثر قطعه‌ای	حد آستانه	درصد وابستگی مکانی*	کلاس وابستگی مکانی
ر س	درصد	کروی	۴۳۸۰	۹/۳۸	۸/۷۷	۵۰	متوسط



شکل ۲-تغییرنمای همه جهته مقدار رس خاک در منطقه مورد مطالعه



شکل۳: توزیع مقدار رس خاک با روش زمین آمار

نتایج تجزیه و تحلیل شبکه های عصبی مصنوعی: نتایج سعی و خطا بین انواع مدل های شبکه مصنوعی برای رس خاک نشان داد که بهترین نوع، شبکه پس‌انتشارتعیین شد که با نتایج Zou et al., (۲۰۰۹) مطابقت داشت. بهترین تعداد لایه پنهان یک و با تعداد ۴۰ نرون تشخیص داده شد.

مقایسه زمین‌آمار و شبکه‌عصبی‌مصنوعی: مقایسه نتایج برآورد رس نشان می دهد که برای این خصوصیت هم ضریب تبیین با روش شبکه عصبی ۶۷/۰ بود که نسبت به روش زمین‌آمار با ۶۲/۰ برتر بود. مقدار RMSE برای هر دو خصوصیت با شبکه عصبی مصنوعی کمتر از روش زمین‌آمار بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده برتری شبکه عصبی مصنوعی در تخمین این دوخصوصیت در محل پژوهش می‌باشد که با نتایج Sitharam et al., (۲۰۰۸) همخوانی داشت، آنها نیز برتری روش شبکه عصبی را نسبت به زمین آمار مشاهده کردند.

جدول ۳- نتایج RMSE برای مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و زمین‌آمار

متغیر	زمین‌آمار	شبکه عصبی مصنوعی
مقدار رس خاک	۲/۸	۳۸/۶

منابع

محمدی، ع. ۱۳۸۵. پدومتری (آمار مکانی)، انتشارات پلك. ۴۵۳ صفحه.

Khanna, T. ۱۹۸۹. Foundation of neural networks. Addison-Wesley Publishing Company, U.S.A.

Sitharam,T. G., Samui, and P., Anbazhagan, P. ۲۰۰۸. Spatial variability of rock depth in temperate forests. Ecological Modelling. ۲۰۹: ۲۰۰-۲۱۱.

Yang, L. I., Zho, S. H., Fang, W. U., Hong, Y. L. I., and Feng, L. I. ۲۰۰۵. Improved prediction of sampling density for soil salinity by different geostatistical methods. Agricultural Sciences in China. ۶ (۷): ۶۳۲ - ۸۴۱. ۲۰۰۷.

Zhao, Z., ChowT. L., Rees, H. Yang., W., Zheng, Z., and Meng, F. ۲۰۰۹. Predict soil texture distributions using an artificial neural network model. Computers and Electronics in Agriculture. ۶۹: ۳۶-۴۸.

Zou, P. Yang. J., Fu, J., Liu, G., and Liu. D. ۲۰۰۹. Artificial neural network and time series models for predicting soil salt and water content. Agricultural Water Management. ۶۵: ۳۶-۴۸.

Abstract

In order to comparing geostatistics and artificial neural networks (ANN) methods in predicting soil salinity and clay content this experiment was conducted in Sistan Region Zhak land. ۱۲۱ soil samples were taken at the depth of ۰-۳۰ cm within the grid of ۷۵۰ ⨯ ۷۵۰ m clay percent were determined. ۱۰۵ samples were used for training and ۱۶ samples were used for test. Different models of geostatistics and ANN were fitted and the best models were selected. Results showed that ANN estimated better with determination coefficient of ۰.۶۷ and RMSE of ۶.۱۸ for soil clay content in comparison to geostatistics with ۰.۶۲ for determination coefficient and ۸.۲۰ for RMSE.

میکرومورفولوژی و تحول خاک در یک ردیف سنگی از مواد مادری غنی از اسمکتیت (حوزه رسوبی کپه‌داغ، شمال شرق ایران)

حسین تازیکه [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، آرش امینی [۳] و مجتبی بارانی مطلق [۴]
۱-دانشجوی دکترای خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار گروه علوم زمین دانشگاه گلستان، ۴-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

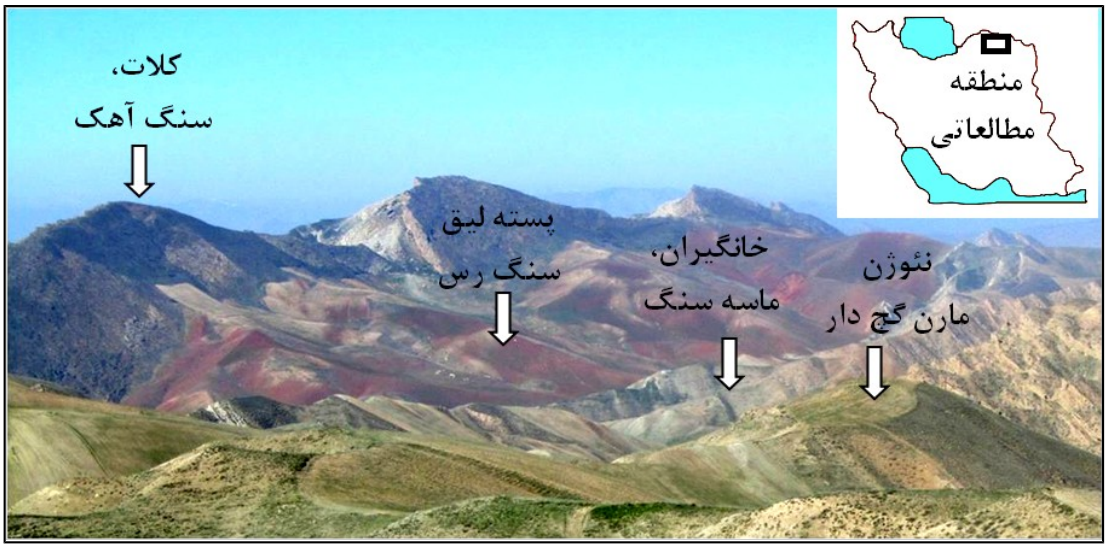
چکیده
به منظور مطالعه تاثیر ویژگی‌های سنگ مادر بر تحول خاک یک توالی سنگی شامل سنگ آهک، سنگ رس، ماسه سنگ و مارن گچ‌دار در حوزه رسوبی کپه‌داغ انتخاب گردیده و با استفاده از آنالیزهای فیزیکوشیمیایی، میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی مطالعه شدند. نتایج حاصل از مطالعات میکرومورفولوژی و ترکیب کانیهای رسی نشان می‌دهد که با وجود فراوانی کانی اسمکتیت در ترکیب کانیهای رسی همه خاکهای مورد مطالعه، فراوانی ذرات درشت کوارتزی و نبود کانیهای قابل هوادیدگی دیگر در ماسه‌سنگ سبب تکامل ابتدایی خاکهای حاصل گردیده است در مقایسه با آن وجود پوشش گیاهی و فعالیت بیولوژی سبب ایجاد افق زیرسطحی کمبیک با میکروساختمان گرانوله و بازتوزیع بیولوژیک آهک در خاکهای حاصل از سنگ آهک شده است. بررسی‌های مشابه بر روی خاکهای حاصل از سنگ رس و مارن گچی نشان دهنده نقش اساسی مقدار گچ در ایجاد خصوصیات ورتیک و بروز شواهد ناشی از آن مانند تشکیل ترکهای انقباضی و بی‌فابریک خطی می‌باشد.

واژه های کلیدی: ردیف سنگی، میکرومورفولوژی، اسمکتیت، تشکیل خاک، کپه‌داغ

مقدمه
در مناطق خشک و نیمه‌خشک خصوصیات خاک تا حد زیادی به ویژگیهای سنگ مادر بستگی دارد. بنابراین در این مناطق یکی از مسائل اولیه مهم در نقشه‌برداری و طبقه‌بندی خاك، مواد مادری خاك می‌باشد. سنگ‌های مادری به لحاظ مقاومت به هوادیدگی، نوع و مقدار کانی‌های تشکیل دهنده و بافت با یکدیگر متفاوتند. این عوامل کنترل کننده شدت هوادیدگی و نیز خاک‌های حاصل از آنها می‌گردد. با توجه به تنوع قابل توجه منطقه مورد مطالعه از سازندهای تشکیل دهنده حوزه رسوبی کپه‌داغ، مطالعه مواد مادری به لحاظ کانی‌شناسی و تشکیل خاک در این منطقه می‌تواند به بسیاری از مناطق حوضه کپه‌داغ تعمیم داده شود و اطلاعات حاصل از این گونه مطالعات پایه‌ای می‌تواند به عنوان مبنایی در جهت تهیه نقشه خاکها قرار گیرد.

مواد و روش‌ها
حوزه رسوبی کپه‌داغ در شمال شرق ایران به لحاظ مورفولوژی جوان بوده و توپوگرافی رابطه مستقیمی با ساختارهای زمین‌شناسی دارد به گونه‌ای که تاقدیس‌ها، ارتفاعات را به وجود آورده و ناودیس‌ها اغلب دشت‌های میان‌کوهی را می‌سازند. منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی بجنورد بخشی از ناودیس شیخ و شامل ردیفی از سازندهای گوناگون متعلق به ترشیاری می‌باشد که پس از انتخاب لیتولوژی غالب از چهار سازند یک نیمرخ خاک بر روی آن حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد (شکل۱

۱). بر پایه داده‌های اقلیمی موجود رژیم رطوبتی منطقه مورد مطالعه آریدیک و رژیم حرارتی آن مزیک می‌باشد. مکان خاکرخ‌ها به گونه‌ای انتخاب گردید که همگی بر روی شیب‌های کناری قرار گرفته به طوریکه همه خاکها به صورت درجا از سنگ مادری زیرین خود به وجود آمده باشند. آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی متداول شامل بافت، کربنات کلسیم معادل، کربن آلی، هدایت الکتریکی و واکنش خاک با روشهای استاندارد انجام و در نهایت خاک‌ها تا حد فامیل با استفاده از کلید تاکسونومی خاک (۲۰۱۰) طبقه‌بندی شدند. در مرحله بعد پس از جداسازی ذرات رس به روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۴)، ذرات تفکیک شده در پنج تیمار شامل اشباع با منیزیم، منیزیم و اتیلن گلیکول، پتاسیم در دماهای معمولی، ۳۳۰ و ۵۵۰ درجه سانتیگراد آماده شده و سپس با دستگاه پراش پرتو ایکس اسکن گردیدند. برای مطالعات میکرومورفولوژی، بعد از نمونه‌برداری مقاطع نازک با روش‌های استاندارد تهیه و در دو نور ساده (PPL) و متقاطع (XPL) به شیوه‌ی بولاک و همکاران (۱۹۸۵) تشریح گردیدند.



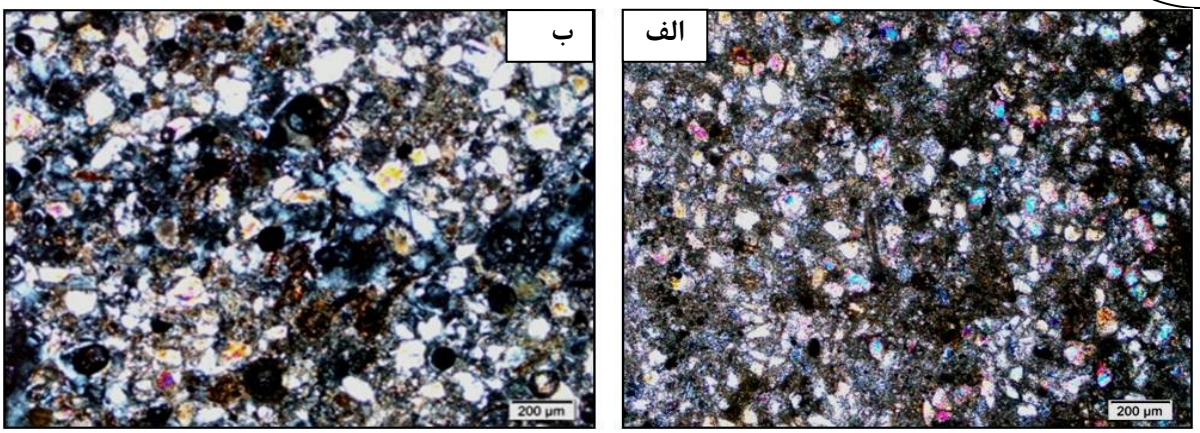
شکل ۱: تصویری از زمین‌نمای منطقه مورد مطالعه که سازندها و ردیف سنگی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

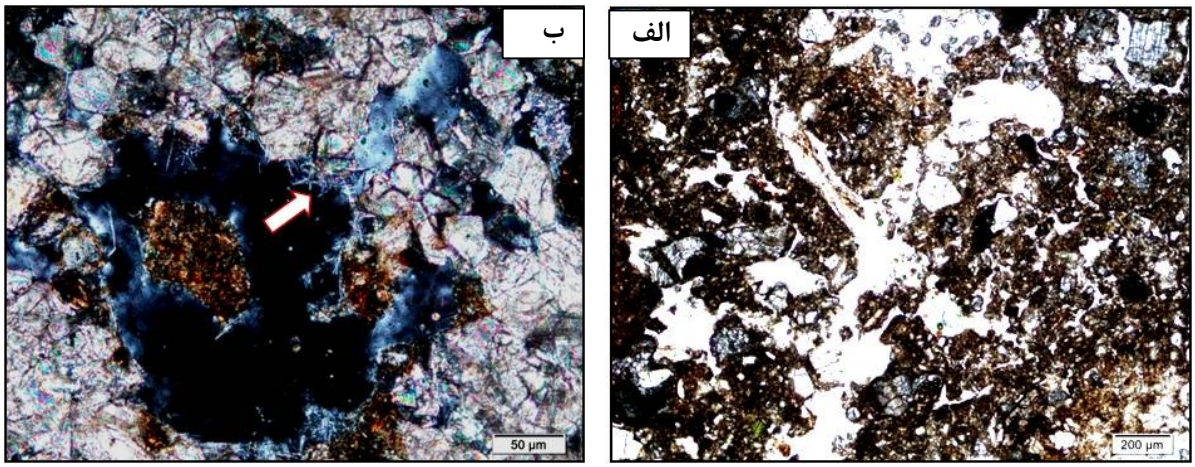
۱) خاکهای تشکیل شده بر روی ماسه‌سنگ: بررسی چگونگی تشکیل خاک از ماسه‌سنگ‌های سازند خانگیران نشان می‌دهد که به دلیل جوان بودن این خاکها و شیب زیاد اراضی که این سازند را پوشانیده است فرایندهای هوادیدگی و تشکیل خاک در آن پیشرفت چندانی نکرده است در مطالعه مقاطع نازک بالا بودن درصد مواد درشت دانه از جنس کوارتز به صورت الگوی توزیع ذرات ریز و درشت مشخص می‌باشد (C/F ۵۰μ = ۱/۲) (شکل ۲). فرایند اضافه شدن مواد آلی و تشکیل افق سطحی نیز محدود به تکامل افق A کم عمق با ساختمان ضعیف می‌باشد (جدول ۱). از طرفی به دلیل اینکه عمده ذرات تشکیل دهنده آنها از جنس کوارتز می‌باشند و کانیهای قابل هوادیدگی چندانی در آنها مشاهده نمی‌شود، لذا افق شناسایی زیرسطحی نیز در آنها تشکیل نگردیده و بنابراین این خاکها دارای تکامل ابتدایی بوده و به صورت انتی‌سول طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱).

۲) خاکهای تشکیل شده بر روی سنگهای آهکی: اگرچه مواد مادری به شدت آهکی و نیز شیب زیاد از مهمترین موانع فرایندهای خاکسازی بر روی سنگهای آهکی در این منطقه می باشند، اما در مقایسه با خاکهای حاصل از ماسه‌سنگ به دلیل پوشش گیاهی بهتر تکامل بهتری را نشان داده و علاوه بر تشکیل افق سطحی، افق زیرسطحی کمبیک با میکروساختمان قوی

گرانوله نیز تشکیل گردیده که بازتوزیع آهک ویژگی بارز آن است در بررسی‌های میکروسکوپی این افق عوارض ناشی از فعالیت بیولوژیک با تشکیل میکروساختمان و نیز تحول موضعی آهک مرتبط با فعالیت جانداران به صورت کلسیت‌های سیتومورفیک و آهکهای سوزنی شکل قابل توجه است. پژوهشگران تشکیل کلسیت‌های سیتومورفیک حاصل جذب کلسیم توسط بافت ریشه‌های گیاه و تبلور مجدد آن درون بافت گیاهی می‌دانند که پس از تجزیه بافت گیاهی به صورت بلورهای اسپاریتی کلسیت درون حفرات دیده می‌شوند (جیلارد و همکاران، ۱۹۹۱) این در حالی است که محققین تشکیل کلسیت‌های سوزنی شکل را حاصل جذب کلسیم و تبلور آن در درون ریسه‌های قارچها می دانند (ورچیا، ۱۹۹۴).



شکل۲: الف: تصاویر مقاطع نازک از مواد مادری و ب: افقA خاک مشتق شده از ماسه‌سنگ سازند خانگیران (XPL).



شکل ۳: تصاویر مقاطع نازک از افق Bk خاکهای تشکیل شده از سنگهای آهکی. الف: وجود میکروساختمان گرانوله (PPL) و ب: وجود بلورهای اسپاریتی از کلسیت‌های سیتومورفیک و نیز کلسیت‌های سوزنی شکل (علامت فلش) را درون حفره نشان می‌دهد. (XPL).

۳) خاکهای تشکیل شده بر روی سنگهای ریز بافت: خاکهای تشکیل شده از هوادیدگی سنگهای رسوبی ریز بافت شامل سنگ رس (سازند پسته‌لیق) و مارن گچی (نئوژن) دارای بافت رسی بوده و اسمکتیت کانی غالب بخش رس است (جدول ۲) اما وجود گچ فراوان در خاکهای حاصل از مارن سبب تفاوت در مسیر تحول آنها گردیده است که به بررسی آن می پردازیم.

الف: خاکهای تشکیل شده بر روی مارن گچی: با در نظر گرفتن درصد رس فراوان موجود در ماده مادری این خاکها بالاترین درصد رس را در بین خاکهای منطقه دارند. فرایند قابل توجه در این خاکها آبشویی و جابه‌جایی گچ در نیمرخ خ اک اس ت به طوری که آبشویی گچ از افق سطحی و تجمع آن در افقهای تحتانی موجب تشکیل افق جیپسیک گردیده است (جدول ۱). مطالعه مقاطع نازک نبود گچ را در افق سطحی و تجمع آن را در افقهای By نشان می‌دهد همچنین مطالعه بی‌فابریک مقاطع نازک افقهای A و By نشان دهنده زمینه‌ای تهی از اهک به همراه وجود بی فابریک لکه‌ای و خطی است (شکل ۴). در مقایسه با آن بررسی مقاطع نازک افق C وجود بی‌فابریک کریستالی ناشی از حضور میکریت‌های آهک را نشان می‌دهد که حدود ۵۰ درصد مقطع خاک را شامل می‌شود و در سایر قسمتها بی‌فابریک لکه‌ای دیده می‌شود (شکل ۴) الگوی توزیع کریستال‌های عدسی شکل گچ در این خاکها به گونه‌ای است که این ذرات در زمینه خاک دیده نمی‌شوند بلکه در داخل حفرات جای گرفته‌اند (شکل ۴) پژوهشگران وجود گچ در خاک را عاملی در جهت تعدیل فرایندهای انبساط و انقباض در خاک می‌دانند (مرموت و همکاران، ۱۹۹۱) با وجود اینکه این خاکها دارای ترکیب کانی رسی با غالبیت اسمکتیت هستند اما خصوصیات انبساط و انقباض آنها به اندازه‌ای نیست که ویژگیهای شناسایی خاکهای ورتی‌سول را فراهم نماید بلورهای گچ در فصل مرطوب به دلیل حلالیت زیاد حل شده و موجب کاهش حجم و انبساط خاک می‌شوند در حالیکه در فصل خشک با تبلور مجدد سبب افزایش حجم خاک گردیده و از شدت انقباض خاک می کاهند.

جدول ۱: برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی و طبقه‌بندی خاک‌های مورد مطالعه.

سازند، لیتولوژی	افق	ضخامت	رنگ	ساختمان	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کربنات کلسیم معادل (%)	مواد آلی (%)	EC mmho/cm	pH	گچ (%)
Fine loamy, carbonatic, mesic, Typic Haplocambids												
کلات، سنگ آهک	A	۲۰-۰	۱۰YR۴/۶	۱,f,sbk	۴۲	۴۲	۱۶	۳۱	۰۳/۳	۱۲/۰	۲/۷	-
	Bk	۳۵-۲۰	۷.۵YR۴/۶	۱,f,sbk	۳۳	۴۰	۲۷	۴۱	۴۹/۲	۱۵/۰	۳/۷	۵/۰
	Cr	۶۰-۳۵	۷.۵YR۴/۴	m	۳۰	۴۲	۲۸	۵/۴۴	۰۲/۲	۱۵/۰	۲/۷	۵/۰
Fine, smectitic, mesic, Chromic Haplotorrerts												
پسته لیق، سنگ رس	Ap	۳۰-۰	۱۰R۴/۶	۳,m,abk	۲۳	۳۰	۴۷	۱۳	۳۴/۱	۱/۰	۳/۷	۹/۰
	Bss_1	۷۰-۳۰	۱۰R۴/۶	۲,m,abk	۸	۴۰	۵۲	۱۱	۱	۲/۰	۲/۸	۵/۰
	Bss_2	۱۰۵-۷۰	۱۰R۴/۶	۲,m,abk	۱۵	۳۳	۵۲	۷	۶۱/۰	۳/۰	۵/۸	۶/۰
	Cy	۱۴۰-۱۰۵	۱۰R۵.۵/۶	۲,m,abk	۲۷	۳۳	۴۰	۵/۱۱	۳۴/۰	۱/۳	۳/۷	۲۵
Fine loamy, smectitic, calcareous. mesic, Xeric Torriorthents												
خانگیران، ماسه سنگ	A	۱۳-۰	۱۰YR۶/۲	۱,f,gr	۵۱	۱۹	۳۰	۵	۹/۱	۱۴/۰	۴/۷	۵/۰
	Cr_1	۲۰-۱۳	۱۰YR۶/۲	m	۶۴	۱۳	۲۳	۶	۴/۱	۲۱/۰	۸	۴/۰
	Cr_2	۲۰<	۱۰YR۶/۱	m	۴۰	۲۶	۳۴	۵/۴	۶۷/۰	۴۱/۰	۸/۸	۵/۰
Very fine, smectitic, mesic, Typic Haplogypsids												
نئوژن، مارن گچ دار	Ap	۳۵-۰	۱۰YR۴.۵/۴	۱,f,sbk	۶	۲۱	۷۰	۵/۹	۸۱/۰	۱۶/۰	۷/۷	۱
	By_1	۸۰-۳۵	۲.۵Y ۶/۲	۲,m,abk	۲۹	۵	۶۶	۷	۴۷/۰	۲/۳	۳/۷	۸
	By_2	۱۲۰-۸۰	۲.۵Y۵/۲	۳,m,abk	۱۴	۲۰	۶۶	۵/۷	۳۴/۰	۳/۳	۳/۷	۱/۸
	Cssy	۱۵۰-۱۲۰	۲.۵Y۴/۳	m	۱۲	۱۸	۷۰	۵	۱۳/۰	۵/۳	۴/۷	۱۰

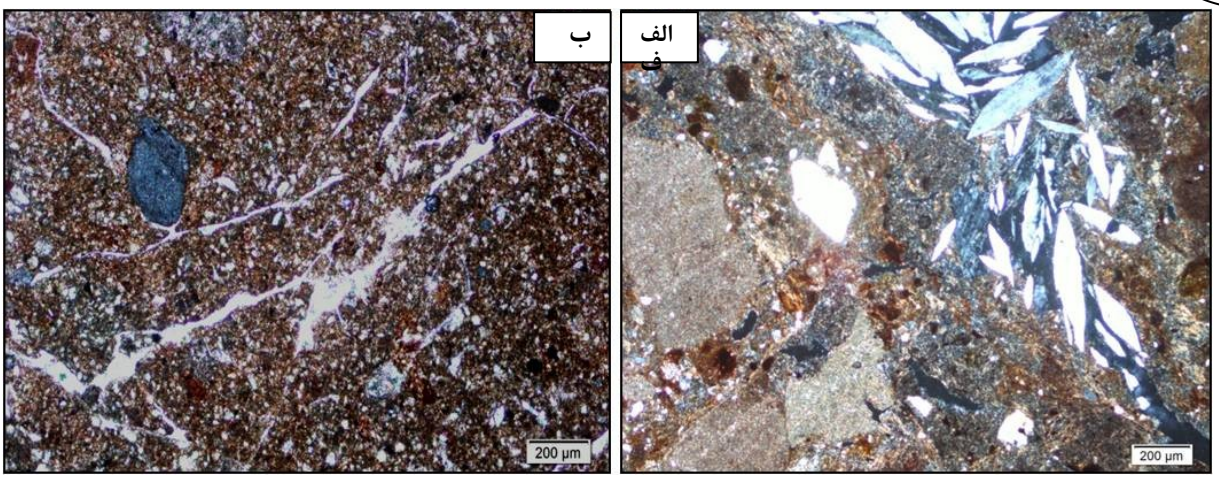
.جدول ۲: فراوانی نسبی کانیهای رسی در خاک‌های مورد مطالعه

سازند	کانی، افق	کلریت	کائولینیت	میکا	اسمکتیت
ماسه سنگ	A	___	—	—	+++++++++
	C	___	—	—	+++++++++
سنگ آهک	A	+	+	+++	++++ -
	C	++	+	+++	++++
مارن	By	+	+	+++	+++++ -
	Cssy	+ -	+	++ -	+++++
سنگ رس	Bss	+	-	+	+++++++ -
	Cy	++	-	+ -	++++++

* هر علامت + و - به ترتیب نشان دهنده حدود ۱۰ و ۵ درصد فراوانی نسبی کانی رسی است.

شکل ۴: تصاویر مقاطع نازک از خاک تشکیل شده از مارن‌های گچ‌دار؛ الف: پرشدگی کریستالهای عدسی شکل گچ در داخل حفره و بی فابریک لکه‌ای و ب: افق Cssy که حضور کریستالهای گچ، بی‌فابریک لکه‌ای و کریستالی را در مواد مادری نشان می‌دهد (XPL).

ب: خاکهای تشکیل شده بر روی سنگ رس: از ویژگیهای قابل توجه مواد مادری این خاکها وجود گچ، اکسیدهای آهن و وجود درصد رس زیاد از نوع اسمکتیت است (شکل ۵، جدول ۲).. بررسی مقاطع نازک افق C نشان دهنده وجود کریستال‌های گچ، بی فابریک کریستالی آهکی ناشی از وجود میکریت‌های آهک (حدود ۸۰ درصد) و نیز بی‌فابریک نامشخص (حدود ۲۰ درصد) می‌باشد که به دلیل غالبیت اکسیدهای آهن در زمینه خاک است (شکل ۵). در مقایسه با مواد مادری، ذرات گچ از سولوم خاک کاملا آبشویی شده‌اند و آهک ثانویه به صورت ندول‌های آهکی دیده می‌شود. در مقایسه با خاکهای حاصل از مارن آبشویی گچ از سولوم خاک و نیز چیرگی ذرات رس (بیش از ۴۰ درصد) و غالب بودن اسمکتیت در ترکیب کانیهای رسی سبب بروز فرایندهای انبساط و انقباض در این خاکها به گونه‌ای گردیده است که در رده خاکهای ورتی‌سول طبقه‌بندی می‌شوند. وجود اسلیکن‌ساید، خاکدانه‌های گوه‌ای شکل و تدریجی بودن مرز افقها از ویژگی‌های مورفولوژیکی قابل توجه است که تاییدی بر وقوع فرایند آرجیلی‌پدوتوربیشن است. در مطالعات میکروسکوپی سولوم خاک نیز غالب بودن حفرات از نوع ترکهای انقباضی و نیز جهت یافتگی ذرات رس به صورت تشکیل بی فابریک خطی نیز نشانه‌ای بر وقوع این پدیده است (شکل ۴).



شکل ۵: تصاویر مقاطع نازک از مواد مادری و خاک حاصل از سنگ رس؛ الف: حضور کریستالهای عدسی شکل گچ، بی‌فابریک کریستالی و بی فابریک نامشخص در افق (XPL) Cy و ب: ترکهای انقباضی و ندول آهک در افق (PPL) Bss.

در حالی که پراکنش خاکهای ورتی‌سول معمولا در مناطقی کم ارتفاع و مکانهای پست فیزیوگرافی می‌باشد، ورتی‌سول‌های این منطقه هم در ارتفاع بالا و هم در مناطق شیبدار تشکیل شده‌اند به عنوان نمونه قسمت اعظم ورتی‌سول‌های کشور هند در دره‌ها و در دشتهای دامنه‌ای پست تشکیل و تکامل یافته‌اند (پال و همکاران، ۲۰۰۹) با این وجود مواردی نیز گزارش شده‌اند که ورتی‌سول‌ها در مناطقی با ارتفاع بالا مانند ورتی‌سول‌های اتیوپی و یا در مناطق شیبدار مانند ورتی‌سول‌های هند شرقی تشکیل شده‌اند (کولمب و همکاران، ۱۹۹۶) در این حالت مواد مادری تشکیل دهنده خاک از مقدار رس و اسمکتیت کافی برای تشکیل این خاکها برخوردار می‌باشد مانند سنگهای رسی موجود در سازند پسته‌لیق که با آزاد کردن درصد زیادی از رسهای اسمکتیتی شرایط را برای تشکیل این خاکها فراهم می‌کنند.

منابع

Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., stoops., c., tursina, T., Babel., ۱۹۸۵. Handbook for soil thin section Description. Wainer research Publication, wolverhampton, U.K.

Coulombe, C.E., Wilding, L.P., Dixon, J.B., ۱۹۹۶. Overview of vertisols: characteristics and impacts on society. In: Sparks, D.L. (Ed.), Advances in Agronomy, vol. ۵۷. Academic Press, New York, pp. ۲۸۹-۳۷۵.

Jaillard, B., Guyon, A. & Maurin, A.F., ۱۹۹۱. Structure and composition of calcified roots, and their identification in calcareous soils. Geoderma ۵۰, ۱۹۷-۲۱۰.

Kittric, J., and E. W. Hope., ۱۹۷۱. A precedure for particle size separations of soils for x-ray diffraction. Soil sci. soc. Am. Proc. ۳۵:۶۲۱-۶۲۶.

Mermut, A.R., Acton, D.F. & Tarnocai, C., ۱۹۹۱. A review of recent research on swelling clay soils in Canada. In Kimble, J.M. (ed.), Characterization, Classification and Utilization of Cold Aridisols and Vertisols. USDA Soil Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska, pp. ۱۱۲-۱۲۱.

Pal, D.K., Bhattacharyya, T., Chandran, P., Ray, S.K., Satyavathi, P.L.A., Durge, S.L., Raja, P., Maurya, U.K., ۲۰۰۹c. Vertisols (cracking clay soils) in a climosequence of Peninsular India: evidence for Holocene climate changes. Quaternary International ۲۰۹, ۶-۲۱.

Soil survey staff, ۲۰۱۰. Keys to soil taxonomy. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Verrecchia, E.P. & Verrecchia, K.E., ۱۹۹۴. Needle-fiber calcite: a critical review and a proposed classification Journal of Sedimentary Research A۶۴, ۶۵۰-۶۶۴.

Abstract

Six representative soil profile, formed on dominant lithology of six formations in sheikh syncline (northeastern Iran), were selected to investigate the effects of mineralogical composition of different parent rocks on soil evolution pathway using micromorphological study. The results of clay mineralogical study of soils show that although smectite is a dominant clay mineral in their clay fraction, but the abundance of quartz and absence of weatherable mineral are responsible for weak horizon differentiation in soils derived from sandstones. Micromorphological study of soil genesis from limestone show that the more intensive vegetation causes cambic horizon formation with development of granular microstructure and biologic calcite redistribution in the form of cytomorphic and acicular calcite coatings in voids. Soil genesis study on soils derived from clayey parent materials (claystone and marn) reveal that presence and proportion of gypsum play a key role in impeding vertic properties. In fact substantial amount of gypsum in soils developed from marn modify shrinking and swelling processes while illuviation and deplation of gypsum from soils formed on claystones leads to vertisol formation.

برآورد مقادیر کل و قابل جذب پتاسیم در مهمترین خاک‌های استان مازندران با استفاده از روش‌های کریجینگ معمولی و کوکریجینگ

بهروز پورمحمدعلی [۱]، حسین خادمی [۲]، بهروز عظیم‌زاده [۳]
۱-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات مکانی پتاسیم کل و قابل‌جذب در مهمترین خاک‌های زراعی، مرتعی و جنگلی استان مازندران و همچنین مقایسه کارایی روش‌های کریجینگ معمولی و کوکریجینگ در تخمین مقدار پتاسیم قابل‌جذب صورت گرفت. تعداد ۲۵۸ نمونه خاک در منطقه‌ای با ۶ کاربری مختلف و مساحتی بالغ بر ۵۵۰ هزار هکتار جمع‌آوری گردید. غلظت پتاسیم کل و پتاسیم قابل‌جذب اندازه‌گیری و همچنین تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل اسیدیته، درصد آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی و توزیع اندازه ذرات تعیین شد. نتایج آنالیز همبستگی نشان داد که تخمین پتاسیم قابل‌جذب به روش کوکریجینگ (با استفاده از داده‌های کمکی ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم کل) در مقایسه با کریجینگ معمولی، نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد. پراکنش مکانی پتاسیم قابل‌جذب حاکی از کمبود این عنصر در شالیزارهای منطقه مطالعاتی است. به طور کلی، پتاسیم قابل‌جذب برخلاف پتاسیم کل عمدتاً تحت تأثیر عوامل مدیریتی می‌باشد.

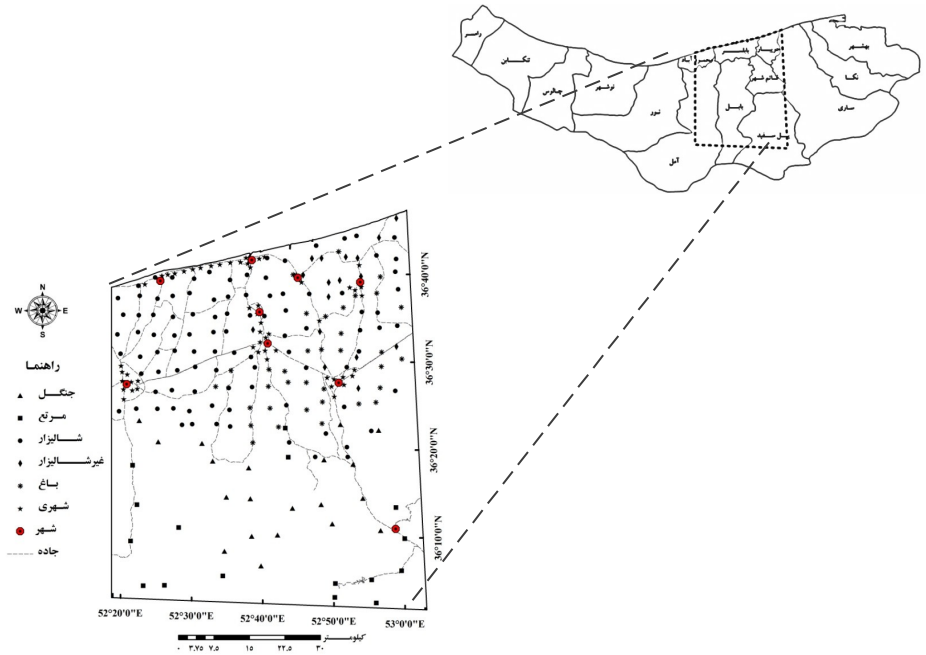
واژه های کلیدی: پتاسیم قابل‌جذب، پتاسیم کل، تغیرات مکانی، کریجینگ معمولی، کوکریجینگ

مقدمه
خصوصیات خاک حالت پیچیده‌ای از تغییرپذیری در بعد مکان و زمان را نشان می‌دهند (Jalali, ۲۰۰۷). فهم و انطباق این تغییرپذیری یا عدم‌قطعیت مربوط به آن، با مدل‌های بدست آمده و پیش‌بینی پاسخ به عرضه پتاسیم نیاز به بررسی بیشتر تغییرات مکانی دارد (Stutter et al., ۲۰۰۴). این تغییرات نتیجه هر دو فرآیند ذاتی (عوامل تشکیل دهنده خاك) و مدیریتی (مانند مصرف کود، تناوب زراعی و نوع کشت) در مقیاس‌های متفاوت مکانی و زمانی است (Castrignano et al., ۲۰۰۰). در سال‌های اخیر جهت تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی از مجموعه ابزارهای آماری که توانایی به کارگیری هم‌زمان اطلاعات کمی متغیر مورد نظر و اطلاعات مربوط به موقعیت نسبی جغرافیایی داده‌ها را دارند استفاده می‌شود. این مجموعه آماری را آمار مکانی می‌نامند که الگوی مکانی مشاهدات را بررسی و با تکنیك درون‌یابی کریجینگ، مقادیر متغیر را در نقاط نمونه‌برداری نشده پیش‌بینی و نقشه‌های تخمین را تهیه می‌کند (Goovaerts, ۱۹۹۹; Nielson and Wendroth, ۲۰۰۳). از جمله روش‌های درون‌یابی که در مطالعات زمین آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان به کریجینگ معمولی و کوکریجینگ اشاره کرد.
اولین بار مک براتنی و وبستر (McBrathney and Webster, ۱۹۸۳) از روش درون‌یابی با عنوان کوکریجینک استفاده نمودند. آنها گزارش کردند که کوکریجینگ در تخمین مقدار سیلت افق سطحی خاک با متغیر کمکی مقدار سیلت خاک زیرسطحی، نتایج بهتری ارائه می‌دهد. آلیسون و همکاران (Alison et al., ۲۰۰۵) دو روش کریجینگ معمولی و کوکریجینگ را جهت تخمین برخی ویژگی‌های خاک مانند pH، ماده آلی و فسفر و پتاسیم قابل استفاده مورد مقایسه قرار دادند. آنها گزارش کردند که کوکریجینگ با متغیر کمکی هدایت الکتریکی، نسبت به کریجینگ معمولی ویژگی‌های مورد نظر را بهتر تخمین می‌زند. کای‌هوآ و همکاران (Kai-hua et al., ۲۰۱۱) به ارزیابی روش کوکریجینگ در تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی پرداختند. نتایج نشان داد که برای درون‌یابی مکانی، کوکریجینگ قابل اعتمادتر از کریجینگ است.
در ایران گزارش‌های متعددی در رابطه با کمبود پتاسیم در زمین‌های زراعی منتشر شده است (توفیقی، ۱۳۷۷؛ کاوسی، ۱۳۸۳؛ davatgar et al., ۲۰۱۲). از طرف دیگر، اطلاعات کافی در رابطه با پراکنش مکانی پتاسیم در خاک‌های استان مازندران به عنوان یکی از مناطق مهم کشور از نظر فعالیت‌های کشاورزی و تراکم جمعیتی در دسترس نیست. بنابراین، بررسی وضعیت پتاسیم در این خاک‌ها به منظور کمک به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و نیل به کشاورزی پایدار ضروری به نظر می‌رسد.
به طور کلی، هزینه‌بر بودن نمونه‌برداری از جمله چالش‌هایی است که بررسی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک با آن روبرو است. به کار گیری روش‌های درون‌یابی که با استفاده از متغیرهای کمکی دقت تخمین را بهبود می‌بخشند، می‌تواند در کاهش این محدویت مؤثر باشد. از این رو پژوهش حاضر با هدف پهنه‌بندی مقادیر کل و قابل‌جذب پتاسیم در مهمترین اراضی استان مازندران و مقایسه کارایی روش‌های کریجینگ معمولی و کوکریجینگ در تخمین مقدار پتاسیم قابل‌جذب صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۵۵۰۰ کیلومتر مربع قسمتی از اراضی مرکزی استان مازندران می‌باشد (شکل ۱) که بین مدارهای ۳۶ درجه تا ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. از نظر کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه به ترتیب وسعت دارای کاربری‌های شالیزار، جنگل، مرتع، باغ، اراضی شهری و اراضی زراعی غیرشالیزاری می‌باشد. نمونه‌برداری به روش نظام‌دار آشیانه‌ای انجام گرفته و مجموعاً ۲۵۸ نقطه نمونه خاک سطحی از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر برداشت شد. پتاسیم کل در نمونه‌های خاک با استفاده از روش هضم با مخلوط اسید سولفوریک، اسید فلوریدریک، اسید کلریدریک، اسید نیتریک و اسید پرکلریک و پتاسیم قابل‌جذب با استفاده از روش استات آمونیوم عصاره‌گیری (Knudsen et al., ۱۹۹۰) و با دستگاه شعله‌سنج اندازه‌گیری شد. همچنین بر روی ۱۲۰ نمونه خاک، درصد رس، سیلت و شن به روش پیپت (Gee and Bauder, ۱۹۸۶)، ماده آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, ۱۹۹۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم نرمال (Sumner and Miller, ۱۹۹۶)، پ- هاش در عصاره ۱ به ۵/۲ کلرید کلسیم ۰۱/۰ مولار به خاک و آهک به روش خنثی سازی با اسید (Nelson, ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. انتخاب ۱۲۰ نمونه خاک از مجموع ۲۵۸ نمونه جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های فوق به گونه‌ای صورت گرفت که توزیع مکانی یکنواختی در منطقه مطالعاتی داشته و دامنه تغییرات مقدار پتاسیم کل و قابل‌جذب خاک‌ها را نیز پوشش دهد.

به منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، نرم‌افزار SPSS۱۶.۰ مورد استفاده قرار گرفت (Noru is, ۲۰۰۹). یکی از پیش‌فرض‌های مطالعات زمین‌آماری نرمال بودن توزیع متغیرها است. لذا در این مطالعه به منظور بررسی شکل توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف-اسمیرنف استفاده شد و داده‌هایی که از توزیع نرمال تبعیت نکردند به کمک لگاریتم طبیعی، نرمال شدند. محاسبه و ترسیم تغییرنما برای متغیرهای نرمال توسط نرم افزار Variowin ۲.۲ صورت گرفت (Pannatier, ۱۹۹۶). پس از تعیین بهترین مدل، پهنه‌بندی پتاسیم کل و قابل‌جذب خاک با روش‌های کریجینگ معمولی و کوکریجینگ، توسط نرم افزار Arc GIS ۹.۳ صورت پذیرفت (Johnston et al., ۲۰۰۱). به منظور ارزیابی روش‌های میان‌یابی به‌کار رفته، از سه معیار جذر میانگین مربعات خطای تخمین[۵۱] و ضریب همبستگی میان مقادیر اندازه‌گیری شده و تخمین‌زده شده استفاده شد (Su, ۲۰۰۹).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و الگوی نمونه‌برداری

[۵۱]- Root Mean Square Error (RMSE)

نتایج و بحث

خلاصه‌ای از توصیف‌های آماری مربوط به برخی ویژگی‌های خاک‌های منطقه مطالعاتی در جدول ۱ نشان داده شده است. ضریب تغییرات پتاسیم کل حدود ۲۲ درصد بوده و نشان دهنده تنوع نسبتاً کم خاک‌های منطقه از نظر پتاسیم کل است. در مقابل، ضریب تغییرات پتاسیم قابل‌جذب در خاک‌های مورد مطالعه ۷۴ درصد است که بیانگر تغییرات زیاد و پراکندگی بالای پتاسیم قابل‌جذب است. این تنوع بالا می‌تواند در نتیجه تغییرات عوامل مؤثر بر فراهمی پتاسیم در خاک‌ها (pH، آهک، رس و ...)، غیریکنواختی در کود دهی، الگوی کاربری اراضی و مدیریت خاک ایجاده شده باشد. این امر نشان می‌دهد که پتاسیم قابل‌جذب دارای تغییرپذیری مکانی قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. بنابراین، مدیریت کودی با نرخ متغیر به منظور بهبود تولید محصولات کشاورزی قابل توصیه است (Davatgar et al., ۲۰۱۲).

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین پتاسیم کل و قابل‌جذب با برخی از ویژگی‌های خاک سطحی

جدول۱- خلاصه‌ای از وضعیت آماری برخی ویژگی‌های خاک در منطقه مطالعاتی

متغیر	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	ضریب تغییرات (%)	چولگی	کشیدگی
پتاسیم کل (درصد)	۲۵۸	۵۶/۰	۰۷/۳	۷/۱	۲۲	۲۹/۰	۹۲/۰
پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲۵۸	۳۴	۱۳۱۸	۲۷۰	۷۵	۴۳/۲	۲۷/۷
pH	۱۲۰	۹/۴	۶/۷	۱/۷	۷	۲۲/۲-	۳۷/۵
آهک (درصد)	۱۲۰	۵/۰	۳/۴۱	۶/۱۳	۶۶	۴۵/۰	-۱۱/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol(+)/kg)	۱۲۰	۵/۳	۳/۶۸	۱/۲۱	۵۹	۰۳/۱	۲۱/۱
ماده آلی (درصد)	۱۲۰	۴/۰	۷۹/۱۹	۳۲/۴	۷۸	۰۹/۲	۶۹/۴
شن (درصد)	۱۲۰	۶/۱	۸/۹۴	۹/۲۵	۷۹	۹۶/۰	۲۰/۰
سیلت (درصد)	۱۲۰	۹/۴	۵/۸۱	۷/۴۹	۲۷	۶۱/۰-	۵۱/۰
رس (درصد)	۱۲۰	۳/۰	۳/۵۶	۴/۲۴	۵۰	۱۸/۰	-۵۰/۰

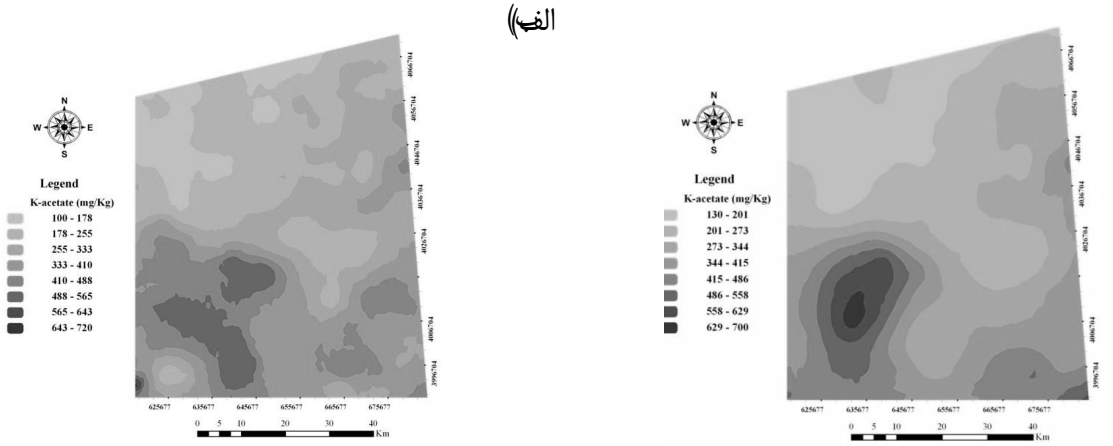
	پتاسیم کل	pH	CEC	ماده آلی	آهک	شن	رس	سیلت
پتاسیم قابل‌جذب	۴۳/۰**	-۳۲/۰**	۴۹/۰**	۵۷/۰**	-۴۳/۰**	-۲۴/۰**	۳۷/۰**	-۰۳/۰
پتاسیم کل	۱	-۳۴/۰**	۴۵/۰**	۳۰/۰**	-۴۸/۰**	-۵۹/۰**	۴۸/۰**	۴۰/۰**

با توجه به اهمیت بالای پتاسیم قابل‌جذب برای تولید محصولات زراعی و به منظور بررسی بیشتر عوامل مؤثر بر توزیع آن، تغییرات مکانی این متغیر با استفاده از روش کوکریجینگ نیز مورد بررسی قرار گرفت. مهمترین معیار انتخاب متغیرهای کمکی برای انجام درون‌یابی به روش کوکریجینگ، وجود رابطه همبستگی معنی‌دار بین متغیر اصلی و متغیرهای کمکی می‌باشد. جدول ۲ نتایج آنالیز همبستگی بین پتاسیم قابل‌جذب و برخی ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه درصد ماده آلی، میزان ظرفیت تبادل کاتیونی و غلظت پتاسیم کل دارای بیشترین همبستگی با پتاسیم قابل‌جذب هستند، به عنوان متغیرهای کمکی در روش کوکریجینگ مورد استفاده قرار گرفتند. در این مطالعه به منظور بررسی همسانگردی و ناهمسانگردی توزیع متغیرها از فاکتور ناهمسانگردی استفاده شده است. هر چه این فاکتور به ۱ نزدیکتر باشد، ناهمسانگردی توزیع متغیر کمتر است. جدول ۳ نشان می‌دهد که توزیع پتاسیم کل در منطقه مطالعاتی تقریباً همسانگرد است. در مقابل توزیع پتاسیم قابل‌جذب در راستای جنوب شرقی- شمال غربی، دارای ناهمسانگردی شدیدی است و این بدان معناست که عوامل مؤثر بر غلظت پتاسیم قابل‌جذب، در این امتداد بیشتر تغییر می‌کنند. با توجه به تأثیر مدیریت اراضی کشاورزی بر میزان پتاسیم خاک و افزایش شدت کشت و کار از شرق به غرب دشت ساحلی، این امر منطقی به نظر می‌رسد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش کوکریجینگ برای تخمین پتاسیم قابل‌جذب، فاکتور ناهمسانگردی را تا ۰۴/۱ کاهش می‌دهد (جدول ۳). بنابراین، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم کل مهمترین عوامل تأثیرگذار بر توزیع مکانی پتاسیم قابل‌جذب در این منطقه می‌باشند. نتایج کنترل اعتبار میان‌یابی که در جدول ۳ ارائه شده نشان می‌دهد که کریجینگ معمولی، برای تخمین پتاسیم کل نسبت به پتاسیم قابل‌جذب عملکرد بهتری داشته است. از طرفی کوکریجینگ در مقایسه با کریجینگ معمولی، پتاسیم قابل‌جذب را با دقت بیشتری تخمین می‌زند. مک براتنی و وبستر (۱۹۸۳)، ایساک و سریواستاوا (۱۹۸۹)، الیسون و همکاران (۲۰۰۵)، ایوبی و همکاران (۱۳۸۶) و کای‌هوآ و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

جدول ۳- پارامترهای ناهمسانگردی و شاخص‌های کنترل اعتبار میان‌یابی برای توزیع پتاسیم کل و قابل‌جذب

متغیر	روش تخمین	بیضی ناهمسانگردی		فاکتور ناهمسانگردی	زاویه (درجه)	جهت	RMSE	R^2
		شعاع بزرگ	شعاع کوچک					
پتاسیم کل	کریجینگ معمولی	۴۳۷۰	۳۵۹۹	۲۱/۱	۵/۱۱۴	SE-NW	۳۶/۰	۷/۳۹**
پتاسیم قابل‌جذب	کریجینگ معمولی	۲۸۲۰۰	۵۰۶۵	۵۷/۵	۶/۹۳	SW-NE	۷/۱۶۷	۴/۴۲**
	کوکریجینگ	۹/۱۷۷۷۹	۱۷۰۳۰	۰۴/۱	۴/۲۸۸	SW-NE	۴/۱۶۰	۴/۵۳**

پراکنش مکانی پتاسیم قابل‌جذب که از کریجینگ معمولی و کوکریجینگ به دست آمده، در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به اینکه کاوسی (۱۳۸۳) حد بحرانی پتاسیم قابل‌جذب برای کشت برنج را ۱۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش نموده، حدود ۲۰ درصد منطقه مطالعاتی که عمدتاً شامل شالیزارهای تحت کشت متراکم می‌باشد، دچار کمبود پتاسیم قابل‌جذب هستند. بنابراین، مدیریت بهینه و توصیه کودی پتاسیم بر اساس آزمون خاک ضروری به نظر می‌رسد. دواتگر و همکاران (۲۰۱۲) نیز کمبود پتاسیم در بخشی از شالیزارهای شمال کشور را تأیید نموده‌اند.



شکل ۲- پراکنش مکانی پتاسیم قابل‌جذب با استفاده از کریجینگ معمولی (الف) و کوکریجینگ (ب)

منابع

ایوبی، ش.، محمدزمانی، س. و خرمالی، ف. ۱۳۸۶. برآورد مقدار ازت کل خاک به کمک مقدار ماده آلی و با استفاده از روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و کریجینگ رگرسیون در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهاردهم، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۷۸ تا ۸۷.

توفیقی، ح. ۱۳۷۷. بررسی پاسخ برنج به کود پتاسه در خاک‌های شالیزاری شمال ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد بیست و نهم، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۸۶۹ تا ۸۸۳.

کاوسی، م. ۱۳۸۳. کالیبراسیون پتاسیم برای گیاه برنج. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت.

کوچکی، ع. و حسینی، م. ۱۳۸۰. بوم‌شناسی محیط زیست. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۷۲ صفحه.

Alison B.T., Kenneth J.M., Burras C.L., Donald G.B. and Philip M.D. ۲۰۰۵. Improving map accuracy of soil variables using soil electrical conductivity as a covariate. Precis. Agric. ۶: ۲۵۵-۲۷۰.

Castrignano A., Giugliarini L., Risaliti R. and Martinelli N. ۲۰۰۰. Study of spatial relationships among some soil physico-chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. Geoderma. ۹۷: ۳۹-۶۰.

Davatgar N., Neishabouri M.R. and Sepaskhah A.R. ۲۰۱۲. Delineation of site specific nutrient management zones for a paddy cultivated area based on soil fertility using fuzzy clustering. Geoderma: ۱۷۴: ۱۱۱-۱۱۸.

Gee G.W. and Bauder J.W. ۱۹۸۶. Particle-size analysis. p. ۳۸۳-۴۱۱. In: A. Klute (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۱.Physical and Mineralogical Methods, ۲nd Edition. Agron. Monogr. ۹, ASA, Madison, WI.
Goovaerts P. ۱۹۹۹. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. Geoderma. ۸۹: ۱-۴۵.
Issaks E.H. and Srivastava R.M. ۱۹۸۹. An Introduction to Applied Geostatistics, Oxford University Press, New York, USA, ۵۹۲ pages.
Jalali M. ۲۰۰۷. Spatial variability in potassium release among calcareous soils of western Iran. Geoderma. ۱۴۰: ۴۲-۵۱.
Johnston K., Ver Hoef J. M., Krivoruchko K. and Lucas N. ۲۰۰۱. Using ArcGIS Geostatistical Analyst, ESRI Press, New York, USA, ۳۱۶ pages.
Kai-hua L., Shao-hui X., Ji-chun۱ W., Shu-hua J. and Qing L. ۲۰۱۱. Cokriging of soil cation exchange capacity using the first principal component derived from soil physico-chemical properties. Agr. Sci. China. ۱۰(۸): ۱۲۴۶-۱۲۵۳.
Knudsen D., Peterson G.A. and Pratt P. F. ۱۹۹۰. Lithium, sodium and potassium. P. ۲۲۵-۲۴۶. In: A.L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeny (eds.), Methods of Soil Analysis. Part ۲: Chemical and Microbiological Properties. Agron. Monogr. ۹, ASA, Madison, WI.
McBrathney A.B. and Webster R. ۱۹۸۳. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties V: Co-regionalization and multiple sampling strategy. J. Soil Sci. ۳۴: ۱۳۷-۱۶۲.
Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۹۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. p. ۹۶۱-۱۰۱۰. In: D.L. Sparks. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Methods. Agron. Monogr. ۹, ASA, Madison, WI.
Nelson R.E. ۱۹۸۲. Carbonate and gypsum. p. ۱۸۰-۱۹۷. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeny (eds.), Methods of Soil Analysis. Part ۲: Chemical and Microbiological Properties. Agron. Monogr. ۹, ASA, Madison, WI.
Nielson D.R. and Wendroth O. ۲۰۰۳. Spatial and Temporal Statistics, Sampling Field Soils and Their Vegetation. Geosciences Publisher, ۳۹۸ pages.
Noru is M. J. ۲۰۰۹. SPSS ۱۶.۰: Guide to Data Analysis, ۲nd ed., Prentice Hall, New Jersey, USA, ۶۷۲ pages.
Pannatier Y. ۱۹۹۶. Variowin, Software for Spatial Data Analysis in ۲D, Springer-Verlag, Inc., New York, USA, ۹۱ pages.
Stutter M.I., Deeks L.K. and Billett M.F. ۲۰۰۴. Spatial variability in soil ion exchange chemistry in a granitic upland catchment Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۸: ۱۳۰۴-۱۳۱۴.
Su P. ۲۰۰۹. Spatial interpolation and sample size optimization for soil copper (Cu) investigation in cropland soil at county scale using cokriging. Agr. Sci. China. ۸: ۱۳۶۹-۱۳۷۷.
Sumner M.E. and Miller W.P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficients. p.۱۲۰۱-۱۲۲۹. In: In: D.L. Sparks. (ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۳: Chemical Methods. Agron. Monogr. ۹, ASA, Madison, WI.

Abstract

This study was carried out (i) to map both available and total potassium in selected agricultural, pasture and forest soils of Mazandaran as one of the most important areas in Iran and, (ii) to compare ordinary kriging and cokriging methods to estimate available potassium. A total of ۲۵۸ composite surface soil samples were taken from an area of about ۵۵۰۰ km۲. The amounts of available and total potassium in each soil sample were determined. Some soil properties including pH, calcium carbonate equivalent, organic matter, cation exchange capacity and particle size distribution were measured. Spatial variability analysis showed that cokriging method (using organic matter, cation exchange capacity and total potassium) could estimate available potassium level much better than ordinary kriging. Mapping of available potassium indicated paddy rice in study area suffers from the potassium deficiency. In general, plant available potassium seems to have been highly affected by management practices.

کاربرد شاخص MISECA در مطالعات خاکشناسی پارینه توالی‌های لس-خاک قدیمی در طول یک ردیف اقلیمی در شمال ایران

علی شهریاری [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، علیرضا کریمی [۳] و مارتین کهل [۴]
۱-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زابل، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۴-استاد انستیتوی جغرافیا دانشگاه کُلن

چکیده
رسوبات لسی شمال ایران، منعکس‌کننده چندین چرخه تغییر اقلیم و تکامل سیمای سرزمین برای دوره میانی تا انتهایی کواترنری هستند. برای بررسی کاربرد شاخص میکرومورفولوژیکی MISECA در مطالعات خاکشناسی پارینه، سه توالی لس-خاک قدیمی (آق‌بند، مبارک‌آباد و نکا) در طول یک شیب اکولوژیکی در استان‌های گلستان و مازندران، در شمال ایران مطالعه شد. نتایج مطالعات خاکشناسی پارینه نشان داد که توالی آق‌بند تنها یک دوره ابتدایی خاک‌سازی را در گذشته نشان می‌دهد، در صورتی‌که توالی مبارک‌آباد حدود ۵ دوره و نکا حداقل ۶-۴ دوره مختلف خاک‌سازی با درجه تکاملی مختلف و بیشتر را نشان می دهند. با حرکت در طول شیب اکولوژیکی میزان تکامل و تنوع افق‌ها که نتیجه فعالیت‌های پدوژنیک بودند و با اقلیم رابطه مستقیم دارند، بیشتر می‌شود. نتایج مطالعات میکرومورفولوژیکی تائیدی بر نتایج مطالعات مورفولوژیکی صحرایی و آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی بود. شاخص MISECA به خوبی تغییرات پدولوژیکی را در افق‌های مختلف در توالی‌های مورد مطالعه نشان داد.

واژه های کلیدی: میکرومورفولوژی خاک، محیط گذشته، آق‌بند، مبارک‌آباد، نوده

مقدمه
یکی از فرآیندهای دوره کواترنر، دوره‌های یخچالی و بین‌یخچالی است که در دوره‌های یخچالی رسوب لس و در دوره‌های بین‌یخچالی خاک‌های قدیمی در رسوبات لسی تشکیل شده‌اند (Liu et al., ۱۹۹۹). از این‌رو توالی‌های لس-خاک قدیمی در فراهم آوردن اطلاعات و داده‌های مختلف در مورد اقلیم و محیط گذشته می‌توانند بکار گرفته شوند (Schaetzl & Anderson, ۲۰۰۵). خاکشناسی پارینه[۵۲] مطالعه‌ی پیدایش، خصوصیات، اقلیم و زمین‌نما ثبت شده در خاک‌های فسیلی[۵۳] و یا خاک‌های قدیمی است (D riese, ۲۰۰۹). هدف اصلی مطالعات خاکشناسی پارینه، بازسازی شرایط پیدایش خاک برای شناسایی عوامل خاک‌ساز و همچنین بازسازی شرایط محیطی گذشته می‌باشد (Morozova & Velichko, ۲۰۰۹). یکی از تکنیک‌های مهم برای شناسایی و تفسیر لس- خاک قدیمی در راستای مطالعات اقلیم‌شناسی گذشته، بررسی میکرومورفولوژیکی خاك مي‌باشد. از بررسی نیمه‌کمی و کمی مشخصه‌های میکرومورفولوژی می‌توان در تشخیص افق‌ها ی مشخصه مانند کلسیک و آرجیلیک، تشخیص افق‌های مدفون، شبیه‌سازی رسوب‌گذاری لس‌ها، پیش‌بینی تغییرات اقلیم و دوره‌های خشک و مرطوب گذشته، فرآیند رسوب‌گذاری و فرسایش، بهره گرفت (کریمی، ۱۳۸۷).

Khormali et al. (۲۰۰۳) برای طبقه‌بندی افق‌های آرجیلیک بر اساس میزان تحول، شاخص میکرومورفولوژیک MISECA[۵۴] را ارائه نمودند. غفارپور (۱۳۹۱) نیز با مقایسه درجه تکامل افق‌های B خاک‌های جدید و خاک‌های قدیمی در دو منطقه آق‌بند و مبارک‌آباد با استفاده از شاخص MISECA نشان داد، که افق آرجلیک پالئوسول‌ها در منطقه مبارک‌آباد داری بیشترین درجه تکامل می‌باشند. همچنین ضیایی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از خصوصیات میکرومورفولوژیکی چند مقطع لسی در گرگان اظهار داشتند که خاک‌های قدیمی از تکامل پروفیلی قابل‌توجهی برخوردار بودند که در مقاطع نازک آن‌ها شستشوی آهک و مهاجرت متعاقب رس و افق آرجیلیک در آن‌ها مشاهده شد.

با توجه به این موضوع که می‌توان از خصوصیات پدولوژیکی توالی‌های لس-خاک قدیمی جهت بازسازی فرایندهای خاک‌سازی گذشته حاکم بر خاک استفاده نمود و به تبع آن، شرایط اقلیمی زمان تشکیل را بازسازی کرد، این تحقیق با هدف امکان بکارگیری شاخص MISECA در مطالعات خاکشناسی پارینه در کلیه افق‌های توالی‌های لس-خاک قدیمی به عنوان شاخص تحول و تکامل خاک، در طول یک ردیف اقلیمی در رسوبات لسی شمال ایران انجام شد.

۵۲. Paleopedology

۵۳. Fossil soils

۵۴. Micromorphological index of soil evolution in highly calcareous arid to semiarid conditions

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شمال کشور واقع و دارای مواد مادری لسی و مشتق از لس است. مناطق مورد مطالعه شامل توالی‌های لس-خاک قدیمی در سه منطقه آق‌بند، مبارک آباد (استان گلستان) و نکا (استان مازندران) می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱. خصوصیات عمومی توالی های لس-خاک قدیمی مورد مطالعه

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)	متوسط بارندگی سالیانه (mm)	متوسط دمای سالیانه (C°)	نوع کاربری
اق‌بند	۵۵°۰۹′۴۲″	۳۷°۳۷′۱۰″	۱۷۰	۳۵۰	۱۷	مرتع
مبارک‌آباد	۵۵°۱۸′۱۴″	۳۷°۰۹′۳۳″	۳۱۰	۶۷۰	۱۷	بوته زار
نکا	۵۳°۲۰′۴۶″	۳۶°۳۹′۳۷″	۱۱۶	۷۵۰	۵/۱۶	بوته زار

منطقه اق‌بند در ابتدای پلاتوی لسی شمال ایران قرار دارد و دارای میزان بارندگی کمتری نسبت به دو منطقه دیگر است و به‌عبارت دیگر در خشک‌ترین قسمت این شیب اکولوژیکی قرار دارد. این مقطع با ضخامت حدود ۴۰ متر، تنها یک خاکرخ قدیمی دارد. توالی مبارک‌آباد در نزدیکی روستایی به همین نام در جاده آزادشهر به گنبد کاووس واقع شده است. توالی لس-خاک قدیمی نکا در ۱۰ کیلومتری شهر نکا در جاده بهشهر به نکا واقع شده است. در زیر این توالی معدن سنگ آهک وجود دارد و در بالای تپه، اراضی کشاورزی (باغ) و در حاشیه آن بوته‌زارهای تمشک قرار گرفته است.

جهت نمونه‌برداری، ابتدا پس از کنار زدن خاک رویی (حداکثر تا نیم متر)، ترانشه‌هایی در محل ایجاد شد و پس از حصول اطمینان از دست نخورده بودن خاک، اقدام به تشریح بر اساس راهنمای تشریح و نمونه برداری صحرایی خاک (National soil survey center, ۲۰۱۲) و نمونه‌برداری از افق ها خاک انجام شد. برای مطالعات میکرومورفولوژی نمونه‌های دست‌نخورده از افق‌های مورد نظر برداشته شد و با استفاده از روش‌های متداول از این نمونه‌ها، مقاطع نازک تهیه شدند. مقاطع با میکروسکوپ پلاریزان در نور عادی (PPL) و نور پلاریزه (XPL) و بر اساس روش Bullock et al. (۱۹۸۵) و تعاریف Stoops (۲۰۰۳) مطالعه شدند.

نتایج و بحث

در توالی آق‌بند (جدول ۲) بی‌فابریک غالب از نوع کریستالیتیک[۵۵] است. کریستال‌های عدسی شکل گچ در اکثر افق‌ها حضور دارند که نشان‌دهنده اقلیم خشک‌تر این منطقه می‌باشد. تجمع کربنات کلسیم ثانویه به صورت پوشش‌های آهکی، نودول‌های کوچک، آهک سوزنی شکل و پرشدگی‌ها بخصوص در افق Bky نشان‌دهنده شستشو در افق‌هایی بالایی است و با بی‌فابریک افق Bw که در بعضی مناطق اِسپکلد (لکه‌ای)[۵۶] است ، هم‌خوانی دارد. بیشترین تکامل را بر اساس شاخص MISECA افق Bw داراست اما به‌طور کلی همه افق‌های مورد بررسی در این توالی جزء خاک‌هایی با تحول ضعیف طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول ۲. برخی خصوصیات عمده میکرومورفولوژیکی توالی لس-پالئوسول آق‌بند

خاکرخ/ افق	میکروساختمان	بی-فابریک	پوشش رسی	منطقه تخلیه شده از آهک %	درجه هوادیدگی	اکسیدهای آهن و منگنز	MISECA
A/۱	Vughy	Calcitic crystallitic	-	-	۰	Few	۳: weakly developed
C۱/۱	Massive and partially Vughy	Calcitic crystallitic	-	-	۰	-	۲: weakly developed
Bw۱/۱	Moderately separated sbk* and few channels	Crystallitic and partially speckled	-	۲۰	۰	Few to common	۶: weakly developed
Bky/۱	Weakly separated sbk and few channels and chambers	Calcitic crystallitic	-	-	۰	-	۳: weakly developed
Ck/۱	Massive and partially vughy	Calcitic crystallitic	-	-	۰	-	۲: weakly developed

* abk: مکعبی گوشه دار، sbk: مکعبی بدون گوشه.

در توالی لس-خاک قدیمی مبارک‌آباد (جدول ۳) به علت شرایط بهتر اقلیمی و خاک‌سازی میزان تحول و تکامل بیشتر بود. خاکرخ ۱ این توالی در شرایط کنونی تشکیل شده و دارای افق Bt با تحول متوسط ولی نزدیک به خوب است. در این خاکرخ خاک مدفونی (افق BAkb) با تکامل ضعیف دیده شد. خاکرخ‌های ۲، ۳ و ۴ دارای تکامل و تحول ضعیفی هستند و فعالیت‌های خاک‌سازی رخ داده در این خاکرخ‌ها تغییر رنگ، تشکیل ساختمان، شستشو و تجمع کربنات‌های ثانویه می‌باشد. حضور سخت لایه‌های آهکی پتروکلسیک بخصوص در خاکرخ ۴ نشان از شستشوی زیاد آهک از افق‌های بالایی و تجمع آن در این افق‌ها و احتمالا دوره‌ای پایدار در شرایط محیطی برای تشکیل این افق، دارد. در خاکرخ پنجم این توای همانطور که در بخش قبل نیز اشاره شد افق آرجلیکی با ضخامت زیاد با بی‌فابریک اِسپکلد (لکه‌ای) و بخش‌هایی اِستریتِد (خطی)[۵۷] مشاهده شد. این افق دارای درجه تحول خوب بر اساس شاخص MISECA بود و بالاترین عدد را در کل توالی‌ها و افق‌های مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. پوشش‌های رسی متکامل و زیادی بر روی سطوح خاکدانه‌ها، حفرات و در ماتریکس خاک به صورت هیپوکوتینگ، کوازی‌کوتینگ[۵۸] و طویل‌شدگی در

۵۵. Crystallitic

۵۶. Speckled

۵۷. Striated

۵۸. Quasicoating

این خاکرخ مشاهده شد. در خاکرخ ششم نیز افق Bt با تحول متوسط مشاهده شد که نشان از یک دوره مناسب اقلیمی و خاک‌سازی دارد.

خاکرخ اول توالی لس- خاک قدیمی نکا که در شرایط کنونی تشکیل شده است بر اساس شاخص MISECA دارای تکامل متوسط تا خوب می‌باشد. ساختمان خوب و پوشش‌های رسی زیاد نشان از شرایط خاک‌ساز و اقلیمی مناسب در این خاکرخ دارد. خاکرخ ۲ یک دوره خاک‌سازی ضعیف را نشان داد و خاکرخ ۳ با حضور افقی Bt با تحول متوسط شرایطی بهتر را نشان می‌دهد. خاکرخ ۴ اما با وجود افق تیره رنگ ABtk در وسط این خاکرخ می تواند نشان‌دهنده دو دوره خاک‌ساز در شرایط اقلیمی مناسب باشد زیرا که درجه تحول این خاک نیز متوسط و نزدیک به خوب است. شستشوی زیاد در این خاکرخ نیز باعث تشکیل پتروکلسیک شده است. شرایطی مشابه را در خاکرخ پنجم نیز با حضور افق تیره رنگ ABtkc شاهد هستیم. در این خاکرخ حضور نودول‌های آهن و منگنز و هم وجود افق Btkg نشان از شرایط احیایی دارد. در توالی‌های قبلی بیشتر اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز در افق‌ها دیده می‌شد ولی در این توالی (بخصوص این خاکرخ) مقدار زیادی نودول مشاهده شد. در انتهای این توالی نیز همانطور که در بخش قبل اشاره شد افق ۲Crtk وجود دارد که در میکرومورفولوژی نیز خصوصیات این افق موید تشریح صحرایی بود ولی بر اساس شاخص MISECA جزء خاک‌های با تحول متوسط طبقه‌بندی شد که آن هم به دلیل تعاریف این شاخص و نحوه امتیازدهی است. به هر حال به نظر می‌رسد فراهمی رطوبت در این توالی از توالی‌های دیگر در طول زمان و دوره‌های مختلف بیشتر بوده است.

جدول ۳. برخی خصوصیات عمده میکرومورفولوژیکی توالی لس-پالئوسول مبارک‌آباد

خاکرخ/ افق	میکروساختمان	بی-فابریک	پوشش رسی	منطقه تخلیه شده از آهک %	درجه هوادیدگی	اکسیدهای آهن و منگنز	MISECA
Bt/۱	Moderately separated sbk	Speckled	Common to many	۸۰	۱	Few to common	moderately developed: ۱۵
Bk/۱	Moderately separated sbk and many channels and chambers	Crystallitic and partially speckled	-	۳۵	۱	Few to common	weakly developed: ۷
BAkb/۱	weakly separated sbk and many channels and chambers	Crystallitic and partially speckled	-	۴۰	۱	Few	weakly developed: ۵
CBk/۲	Weakly separated sbk and few channels	Calcitic crystallitic	-	۳۰	۰	-	weakly developed: ۴
ABk/۲	Weakly separated sbk and few channels	Crystallitic and partially speckled	-	۳۵	۰	Few	weakly developed: ۵
CBk/۳	Weakly separated sbk	Crystallitic and partially speckled	-	۳۰	۰	Few	weakly developed: ۵
BA/۳	Weakly separated sbk and few channels	Crystallitic and partially speckled	-	۴۰	۰	Few to common	weakly developed: ۶
Bkk/۳	Massive and vughy	Calcitic Crystallitic	-	-	۰	Few	weakly developed: ۳
CBk/۴	Massive and vughy	Crystallitic and partially speckled	-	-	۰	Few	weakly developed: ۴
Bw/۴	Weakly separated sbk and few to common channels and chambers	Crystallitic and partially speckled	-	۶۰	۰	Few to common	weakly developed: ۷
Bkkm/۴	Massive and vughy	Calcitic crystallitic	-	-	۰	Few	weakly developed: ۳
Bt/۵	Moderately separated abk and common channels	Speckled	Common to many	۸۰	۱	Few to common	moderately developed: ۱۷
Bt/۵	Well separated abk and many channels	Speckled partially striated	Many	۸۵	۲	Common	well developed: ۲۰
Bt/۵	Well separated abk and many Channels	Speckled partially striated	Many	۸۰	۲	Common	well developed: ۲۰
Ck/۵	Massive and vughy	Calcitic crystallitic	-	-	۰	Few	weakly developed: ۳
CBk/۶	Vughy and few chamber	Crystallitic and partially speckled	Few	۴۵	۰	Few to common	weakly developed: ۶
Bt/۶	Moderately separated abk and common channels	speckled	Common	۷۰	۱	Few to common	moderately developed: ۱۳
Bk/۶	Weakly separated sbk and few chamber	Calcitic crystallitic	-	۱۰	۰	Few	weakly developed: ۴

جدول ۴. برخی خصوصیات عمده میکرومورفولوژیکی توالی لس-پالئوسول نکا

خاکرخ/ افق	میکروساختمان	بی-فابریک	پوشش رسی	منطقه تخلیه شده از آهک %	درجه هوادیدگی	اکسیدهای آهن و منگنز	MISECA
A/۱	Moderately separated abk and many channels	Speckled	-	۸۰	۱	Few to common	۱۲: moderately developed
Bt/۱	Well separated abk to well	Speckled	Many	۸۵	۲	Common	۱۸: well

developed							
						separated sbk	
۱۳: moderately developed	Few to common	۱	۶۰	Many	Crystallitic and partially speckled	Moderately separated sbk	Btk/۱
۴: weakly developed	-	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Massive and vughy	Ck/۲
۶: weakly developed	Few	۰	۴۰	-	Crystallitic and partially speckled	Weakly separated sbk	BAk/۲
۳: weakly developed	Few	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Weakly separated sbk and vughy	CBk/۲
۲: weakly developed	-	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Massive and partially vughy	C/۳
۱۰: moderately developed	Few to common	۱	۴۵	Few to common	Crystallitic and partially speckled	Weakly separated sbk and few to common channels	Bt/۳
۳: weakly developed	-	۰	۱۰	-	Calcitic crystallitic	Weakly separated sbk and few channels	Bk/۳
۳: weakly developed	-	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Massive and vughy	C/۴
۳: weakly developed	-	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Massive and vughy	Ck/۴
۱۳: moderately developed	Few to common	۱	۷۵	Common	Speckled	Moderately separated abk and many channels	Bt/۴
۱۵: moderately developed	Few to common	۱	۷۵	Common to many	Speckled	Well separated abk to well separated sbk	ABtk/۴
۱۲: moderately developed	Few to common	۱	۶۰	Common	Speckled and partially crystallitic	Moderately separated abk to moderately separated sbk	BAtk/۴
۳: weakly developed	-	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Massive and vughy	Bkkm/۴
۳: weakly developed	Few	۰	-	-	Calcitic crystallitic	Massive and vughy	Ck/۵
۱۱: moderately developed	Many	۱	۴۰	Common	Crystallitic and partially speckled	Weakly separated sbk and common channels	Btkc/۵
۱۷: moderately developed	Many	۱	۷۰	Many	Speckled and partially crystallitic	Well separated abk to moderately separated sbk	Btkg/۵
۸: moderately developed	Few	۰	-	Many	Calcitic crystallitic	Massive	۵/۲Crtk

شستشو و تجمع کربنات‌های ثانویه از اشکال میکرومورفولوژیکی متداول در توالی‌های لس-خاک قدیمی می‌باشد (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۲) که در این مطالعه در همه توالی‌ها با شدت و تکامل مختلف در اکثر افق‌ها مشاهده شد. Khormali et al. (۲۰۰۳) در رابطه با تشکیل افق آرجیلیک بیان می‌کنند که طی شرایط مرطوب، آهک‌زدایی انجام می‌شود و سپس با شستشوی متعاقب رس افق آرجیلیک تکوین خواهد یافت. از این‌رو، می‌توان گفت وجود افق تحت‌الارض آرجیلیک در این توالی‌ها بیانگر وجود اقلیم گرم و مرطوب در زمان تشکیل پالئوسول‌ها می‌باشد (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۲) و با مساعد شدن اقلیم فرایند خاک‌سازی با پیشرفت بیشتر انجام شده است و به‌عبارت دیگر، درجه تحول افق‌ها نشان‌دهنده شرایط اقلیمی و محیطی زمان تشکیل می‌باشد. به‌طور کلی، می‌توان گفت که با حرکت در طول برش اقلیمی مورد مطالعه در خاک‌های قدیمی تغییرات مشهودی به لحاظ تکاملی رخ می‌دهد که می‌توان به ناپدید شدن گچ در توالی‌های با رطوبت بیشتر و همچنین نوع کربنات‌های موجود و میزان تکامل افق آرجیلیک اشاره نمود. این تغییرات نشان‌دهنده وجود تفاوت در میزان رطوبت در زمان تشکیل خاک‌های قدیمی بوده و به عبارت دیگر برش اقلیمی در طول زمان نیز وجود داشته است (Khormali & Kehl, ۲۰۱۱).

منابع

ضیایی، ع.، پاشایی، ع.، خرمالی و روشنی. م.ر. ۱۳۹۲. برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژیکی توالی لس-خاک قدیمی به‌عنوان شاخصی از تغییر اقلیمی رسوب‌گذاری و خاک‌سازی (مطالعه موردی: گرگان، استان گلستان). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد (۱)۲۰: ۲۸-۱.

غفارپور ا. ۱۳۹۱. مقایسه درجه تحول و خصوصیات خاک‌های مدرن با خاک‌های قدیمی لسی زیر آن در نقاط مختلف اقلیمی در استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکده مهندسی آب و خاک. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ایران. ۸۱ صفحه.

کریمی، ع. ۱۳۸۷. تعیین منشاء سن‌یابی رسوبات سیلتی و بررسی تکامل خاک‌ها در لندفرم‌های اطراف مشهد. رساله دکتری خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ایران. ۱۵۰ صفحه.

Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., Stoops, G., Tursina, T., and Babel, U. ۱۹۸۵. Handbook for soil thin section Description. Wainer research Publication, Wolverhampton, U.K.

Driese, S.G. ۲۰۰۹. Paleosols, pre-Quaternary. In: Gornitz, V (Ed). Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environments. Encyclopedia of earth sciences series. Springer, Dordrecht, Netherlands. ۷۴۸-۴۵۲ pp.
Khormali, F., Abtahi, A., Mahmoodi, S., and Stoops, G. ۲۰۰۳. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semi-arid regions of southern Iran. Catena. ۵۳: ۲۷۳-۳۰۱.
Khormali, F., and Kehl, M. ۲۰۱۱. Micromorphology and development of loess-derived surface and buried soils along a precipitation gradient in Northern Iran. Quaternary International. ۲۳۴: ۱۰۹-۱۲۳.
Liu, T.S., Ding, Z., and Rutter, N. ۱۹۹۹. Composition of Milankovitch periods between continental loess and deep sea records over the least ۲.۵ Ma. Quaternary Science Review. ۱۸: ۱۲۰۵-۱۲۱۲.
Morozova, T.D., and Velichko, A.A. ۲۰۰۹. Paleosols, Quaternary. In: Gornitz, V (Ed). Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environments. Encyclopedia of earth sciences series. Springer, Dordrecht, Netherlands. ۷۵۲-۷۵۷ pp.
National soil survey center .۲۰۱۲. Field book for describing and sampling soils, Ver. ۳. U.S. department of agriculture, Natural resources conservation service.
Schaetzl, R.J., and Anderson, S. ۲۰۰۵. Soils: Genesis and Geomorphology. Cambridge University Press. ۸۳۳ p.
Stoops, G. ۲۰۰۳. Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. SSSA. Madison, WI.

Abstract

The loess record of northern Iran reflects numerous cycles of climate change and landscape evolution for the Middle to Late Quaternary period. To investigate the efficiency of MISECA as a micromorphological index in palaeopedological studies, three loess-palaeosol sequences (Agh Band, Mobarak Abad and Neka sections) were studied along a climosequence gradient in Golestan and Mazandaran provinces, in northern Iran. Results of palaeopedological studies showed one preliminary soil formation stage in Agh Band section whereas in Mobarak Abad about ۵ and in Neka at least ۴-۶ pedogenesis periods with different degree of development were observed. Soil development and diversity in soil horizons increase along the climosequence gradient that reflects pedogenic processes which has a direct relationship with climate. Micromorphological features were in agreement with morphological evidences in the field and physico-chemical characteristics. MISECA index showed perfectly pedological changes in different horizons in the studied sequences

ارزیابی تناسب اراضی برای نخود دیم با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و GIS در بخشی از اراضی کوهین

سید امین موسوی [۱]، فریدون سرمدیان [۲]، عباس طاعتی [۳]، مجید مرادی [۳]
۱-کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، ۲-استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
هدف از این تحقیق، ارزیابی تناسب اراضی برای نخود دیم در قسمتی از اراضی کوهین به مساحت ۵۰۰ هکتار با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ((AHP و GIS می‌باشد. بر اساس مطالعه ۲۳ پروفیل خاک، تفسیر عکس‌های هوایی ۱/۴۰۰۰۰ منطقه، همچنین در نظر گرفتن خصوصیات موفولوژی خاکها ۱۶ واحد خاک در منطقه مشخص گردید. و ارزیابی تناسب اراضی در این واحدها صورت گرفت. بدین منظور، نه معیار شامل درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی، عمق خاک، بافت خاک، pH،ACEC، شیب و اقلیم که در رشد نخود دیم مؤثر بودند انتخاب و بعد از آن به مقایسه معیارها در غالب ماتریس تصمیم پرداخته شد. نتایج نشان داد که حداکثر شاخص اراضی در واحد ۱۱ به میزان ۶۳ و حداقل شاخص به میزان ۳۵ در واحد چهار بود. همچنین بیشترین و کمترین وزن به ترتیب متعلق به معیار شیب و اقلیم بود.

واژه های کلیدی: سلسله مراتبی، شاخص اراضی، عکس‌های هوایی، معیار

مقدمه
رشد جمعیت و بالا رفتن سطح استانداردهای زندگی باعث بیشتر شدن تقاضا برای مواد غذایی گردیده است. این مسئله موجب شده تا فکر انسان به سمت استفاده مطلوبتر از زمین و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی معطوف گردد. کشاورزی به منظور تأمین غذای جمعیت رو به رشد بشر می‌بایست علاوه بر قدرت تولید زیاد، پایداری دراز مدت استفاده از اراضی و حفظ منابع اراضی را نیز مورد توجه قرار دهد. از این رو نیاز به یافتن شیوه‌ای جدید در توسعه کشاورزی که بر مبنای حفاظت منابع مربوط به کشاورزی استوار بوده ضروری می‌باشد. برای نیل به این مقصود، شناخت ظرفیت تولید اراضی و انتخاب نوع کاربری متناسب با این ظرفیت از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که یکی از راه‌های رسیدن به این مهم ارزیابی تناسب اراضی است. ارزیابی اراضی عبارت است از کارایی اراضی برای اهداف خاص مورد نظر که شامل تفسیر و اجرای مطالعات پایداری مربوط به اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و سایر جنبه‌های اراضی با در نظر گرفتن نیازهای انواع کاربری مورد نظر است (FAO,۲۰۰۷). توجه محققین در دهه‌های اخیر معطوف به مدل‌های چند معیاره برای تصمیم‌گیری[۵۹]های پیچیده نظیر تصمیم‌گیری در رابطه با بررسی تناسب اراضی گردیده است. در این تصمیم‌گیری ها به جای استفاده از یک معیار ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده گردد. این روش شامل یکسری تکنیک ها است که اجازه می دهد طیفی از معیارهای وابسته، امتیاز دهی و وزن دهی شده و سپس به وسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه بندی شود (هاشم‌وند، ۱۳۹۲). روش‌های تصمیم‌گیری چد معیاره پتانسیل زیادی را به منظور کاهش دادن هزینه و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری های مکانی دارا می باشد و می‌تواند چهارچوبی مناسب برای حل مسئله فراهم آورد. یکی از روش‌های مطرح در زمینه‌ی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، روش تحلیل سلسله مراتبی[۶۰] می‌باشد، که با در نظر گرفتن قابلیت‌های این روش انتظار می‌رود که به منظور بررسی تناسب اراضی نتایج رضایت بخشی به همراه داشته باشد. این تکنیک در کشورهای مختلف برای مقاصد متفاوت به کار گرفته شده است. به عنوان نمونه می توان به مطالعه ارزیابی تناسب و برآورد پتانسیل تولید اراضی کشاورزی از طریق استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره در مناطقی که در آن محدودیت آب وجود داشت اشاره نمود ((Malczewski and Rinner, ۲۰۰۵. (Thi Thu et al., ۲۰۱۲) نیز تناسب اراضی را برای کشت موز با استفاده از تکنیک AHP در منطقه‌ای از ویتنام انجام دادند. آنها هدف از این تحقیق را بررسی تناسب اراضی برای تولید موز با استفاده از تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره و GIS به منظور دستیابی به مصرف بهینه‌ی منابع اراضی برای کشاورزی پایدار اعلام کردند. ۸ پارامتر از تناسب محصول و ۵ پارامتر محیطی تناسب اراضی را در نظر گرفتند و آنالیز تناسب با استفاده از روابط فازی انجام دادند. در نتایج حاصله دید شد که تناسب فیزیکی اراضی در ۲۶% کل ناحیه کاملا متناسب، در ۵۶% و ۳۸% مناطق متوسط و کم بود. (Akinci and Turgut, ۲۰۱۳) در مطالعه‌ای تعیین تناسب کاربری کشاورزی با استفاده از تکنیک AHP از پارامترهای گروه‌های خاک، کلاس‌های استعداد اراضی، تحت کلاس‌های قابلیت کاربری اراضی، عمق خاک، شیب، جهت شیب،ارتفاع، درجه‌ی فرسایش و دیگر خصوصیات خاک استفاده کردند. این تحقیق با هدف ارزیابی تناسب

[۵۹] ۱-Multi-criteria Decision making (MCDM)
[۶۰] ۱- Analytic Hierarchy Process (AHP)

اراضی برای نخود دیم با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و GIS در بخشی از اراضی کوهین استان قزوین انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل بخشی از اراضی منطقه کوهین واقع در محور قزوین- رشت در استان قزوین می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی "۵۸ '۳۴ °۴۹ تا "۱۳ '۳۷ °۴۹ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱۴ '۲۲ °۳۶ تا "۵۱ '۲۲ °۳۶ شمالی قرار دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۵۰۰ هکتار می‌باشد و کاربری غالب آن مرتع و دیم می‌باشد. این منطقه دارای بارندگی سالیانه ۲۶/۳۵۱ میلی‌متر و متوسط دمای ۲۰/۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مورد مطالعه، به ترتیب زریک و مزیک می‌باشد. در مطالعات صحرایی ابتدا موقعیت حفر ۲۳ پروفیل بر اساس الگوی نمونه‌برداری به صورت شبکه منظم بر روی تصاویر گوگل ارث[۶۱] مشخص و مختصات تعیین شده به دستگاه جی پی اس[۶۲] داده شد و با استفاده از جی پی اس مکان دقیق نقاط نمونه برداری در صحرا تعیین و اقدام به حفر و تشریح پروفیل‌ها گردید ودر نهایت ۷۵ نمونه خاک تهیه شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف به آزمایشگاه منتقل شد. تمامی مقاطع خاک بر اساس روش طبقه‌بندی خاک آمریکایی key to Soil taxonomy ۲۰۱۰)) تشریح و طبقه‌بندی گردید وخاک‌های منطقه مورد مطالعه در دو رده اینسپتی سول و انتی سول طبقه‌بندی شدند.

ارزیابی تناسب اراضی

ساختن سلسله مراتب

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یك نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. هر چند که یك قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد ولی در یك نگاه کلی می‌توان گفت که روش ساختن یك سلسله مراتبی به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود بستگی دارد. در سلسله مراتب طراحی شده برای این تحقیق در بالاترین سطح هدف (بررسی تناسب اراضی محصول مورد نظر)، در سطح دوم معیارها شامل خاک، اقلیم و توپوگرافی، در سطح سوم زیرمعیارها و در آخر کلاس‌های تناسب اراضی به عنوان گزینه‌های مورد انتظار در نظر گرفته شده‌است. معیارهای انتخاب شده برای محصول نخود دیم در این تحقیق شامل درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی،عمق خاک، بافت خاک،pH و ACEC در کنار شیب نماینده توپوگرافی و شاخص اقلیمی می باشد.

تعیین ضریب اهمیت معیارها، زیر معیارها و گزینه‌های مؤثر در کشت نخود دیم:

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط خود در بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده، که بدین صورت وزن نسبی آنها به دست می آید و سپس با استفاده از وزن های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می گردد. در اصل در این مقایسه ها میزان ارجحیت عناصر بر یکدیگر مشخص می‌شود. این مقیاس‌بندی توسط (Saaty, ۱۹۹۰) ارایه شده است.

تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی و مؤثر در کشت نخود دیم:

در ادامه به منظور تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی، ابتدا برای هر یک از آن ها ماتریس میانگین هندسی تشکیل شد و وزن نسبی هر یک از آن‌ها محاسبه گردید؛ سپس در ادامه کار به تعیین وزن نسبی زیر معیارها و گزینه‌ها اقدام شد و در نهایت وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین گردید. برای به دست آوردن ضریب اهمیت زیر معیارهای مربوط به هر پروفیل در هر واحد اراضی، با استفاده از روش ترکیب خطی با ضرب نمودن میزان هر یک از معیارهای درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی،عمق خاک، بافت خاک، pH و ACEC ، شیب و شاخص اقلیمی در هر پروفیل موجود در هر واحد خاک، در میزان وزن نسبی به دست آمده آن‌ها (از طریق ایجاد ماتریس تصمیم و انجام مقایسات زوجی)، وزن نهایی هر یک از معیارهای مربوطه برای هر پروفیل در هر واحد اراضی به دست آمد، که در ادامه با استفاده از شاخص تناسب به دست آمده میزان تناسب هر پروفیل در هر واحداراضی برای نخود دیم به دست آمد، و هر چه میزان شاخص تناسب بیشتر باشد تناسب آن پروفیل در آن واحد اراضی برای آن محصول بالاتر خواهد بود . قبل از انجام این مراحل به دلیل ناهم جنس بودن مقادیر واقعی هر معیار پروفیل در هر واحد اراضی، این مقادیر توسط معادله (۱) نرمال گردید تا همه داده‌ها در محدوده ۱-۰ قرار گیرند.

$$Xnorm = 0.5\left[\frac{X0-\bar{X}}{Xmax-Xmin}\right] + 0.5$$

که در این معادله Xnorm مقدار نرمال شده داده ورودی X، $\bar{X}$ میانگین داده‌ها، Xmax و Xmin به ترتیب حداکثر و حداقل داده‌ها می‌باشد.

[۶۱] ۲- Google Earth

[۶۲] ۳-GPS

بررسی سازگاری در قضاوت ها:
یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها است. مکانیزمی که برای بررسی سازگاری در قضاوت‌های در نظر گرفته شده است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است که از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی بودن حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۱/۰ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت ها تجدید نظر شود. (Armacost et al., ۱۹۹۹)

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی اقلیم برای کشت نخود دیم نشان داد که به ط ور کلی اقلیم محدودیت زیادی برای رشد ایجاد نمی‌کند و کلاس تناسب اقلیم، خیلی مناسب (S۱) می‌باشد. جدول (۱) وزن نسبی و ایجاد ماتریس تصمیم برای معیارهای مؤثر در کشت نخود دیم و جدول (۲) نیز وزن نسبی و ترتیب ارجحیت هر یک از معیارها را در رابطه با نخود دیم را نشان می‌دهد.

جدول ۱ - تعیین وزن نسبی و ایجاد ماتریس تصمیم برای معیارهای مؤثر در کشت نخود دیم.

معیار معیار	A (%شیب)	B (بافت)	C (کمی%)	D (CEC یرهاظ)	E (%کربن آلی)	F (%سنگریزه)	G (عمق خاک)	H (pH)	I (میلفا صخاش)
A (%شیب)	۱	۲	۴	۵	۵	۷	۸	۹	۹
B (بافت)		۱	۳	۵	۵	۶	۷	۸	۹
C (%آهک)			۱	۴	۵	۶	۷	۷	۸
D (CEC ظاهری)				۱	۳	۴	۶	۶	۷
E (%کربن آلی)					۱	۲	۵	۶	۷
F (%سنگریزه)						۱	۳	۴	۵
G (عمق خاک)							۱	۲	۳
H (pH)								۱	۲
I (شاخص اقلیم) ضریب ناسازگاری: ۰۹۴/۰									۱

همان طور که در جدول بالا دیده می‌شود تصمیم‌گیرنده با توجه به کدهای ارجحیت که در روش ساعتی آمده است به کددهی معیارها با توجه به اهمیت هرکدام بر دیگری پرداخته است ضریب ناسازگاری این مقایسه ۰۹۴/۰ می‌باشد و به علت این که از ۱/۰ کمتر است مقایسه درست بود و نیازی به تکرار نیست.

جدول ۲ - وزن نسبی و ترتیب ارجحیت هر یک از معیارها را در رابط با نخود دیم.

معیار	درصد شیب	بافت خاک	درصد آهک	CEC ظاهری	درصد کربن آلی	درصد سنگریزه	عمق خاک	pH	اقلیم
وزن	۳۰۱/۰	۲۳۲/۰	۱۶۸/۰	۱۰۵/۰	۰۷۷/۰	۰۵۱/۰	۰۲۹/۰	۰۲۱/۰	۰۱۶/۰

همان طور که در جدول فوق مشاهده می‌دهد، مجموع ضرایب اهمیت معیارهای فوق معادل عدد یک است و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است. و شیب به عنوان محدود کننده‌ترین عامل بالاترین وزن و اقلیم نیز پایین‌ترین وزن را به خود اختصاص داده اند. کلاس تناسب اراضی در هر واحد اراضی با استفاده از روش AHP برای نخود دیم در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- کلاس تناسب اراضی در هر واحد اراضی با استفاده از روش AHP برای نخود دیم

واحد اراضی	روش AHP	
	شاخص اراضی	کلاس تناسب
۱	۵۸	S۲
۲	۴۸	S۳
۳	۴۰	S۳
۴	۳۵	S۳
۵	۵۶	S۲
۶	۵۸	S۲
۷	۴۹	S۳
۸	۵۷	S۲
۹	۴۲	S۳
۱۰	۳۹	S۳
۱۱	۶۳	S۲
۱۲	۴۰	S۳
۱۳	۶۰	S۲
۱۴	۵۱	S۲
۱۵	۴۹	S۳
۱۶	۴۷	S۳

با توجه به جدول بالا ، حداکثر شاخص اراضی در واحد ۱۱ به میزان ۶۳ و حداقل شاخص به میزان ۳۵ در واحد چهار به دست آمد. همچنین کلاس تناسب اراضی در واحدهای اراضی S۲ و S۳ به دست آمد. عمده‌ترین محدودیت که باعث قرار گرفتن واحدهای اراضی در کلاس S۲ و S۳ شده است، محدودیت‌های مربوط به میزان درصد شیب (شیب بیش از ۱۶ درصد)، و درصد سنگریزه، درصد کربن آلی و درصد آهک و همچنین در برخی از واحدهای خاک محدودیت‌های مربوط به میزان عمق خاک می‌باشد. که با اصلاح این محدودیت‌ها می توان شاخص اراضی را در واحدهای اراضی افزایش داد. جلالیان و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه ارزیابی تناسب اراضی برای نخود دیم در منطقه تالاندشت استان کرمانشاه مهمترین عامل محدودیت برای کشت این محصول را اقلیم، خصوصیات فیزیکی خاک و شیب معرفی کردند.

منابع

جلالیان ا. گیوی ج.بازگیر م و ایوبی ش. ۱۳۸۵. ارزیابی کیفی،کمی و اقتصادی تناسب اراضی دیمزارهای منطقه تالاندشت استان کرمانشاه برای محصولات مهم منطقه، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دهم، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۹۱ تا ۱۰۵

هاشم‌وند، پ. ۱۳۹۲. بررسی تناسب اراضی در اراضی دشت قزوین با استفاده از GIS و AHP. پایان‌نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه تهران. گروه مهندسی علوم خاک.

Akinci, H., and Turgut B. ۲۰۱۳. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. Computers and Electronics in Agriculture, ۹۷: ۷۱-۸۲.

Armacost, R., Hosseini, J., and Pet-Edwards, J. ۱۹۹۹. Using the Analytic Hierarchy Process as a Two phase Integrated Decision Approach for Large Nominal Groups.Group Decision and Negotiation, ۸: ۵۳۵-۵۵۵.

FAO. ۲۰۰۷. Land evaluation: Towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper. No. ۶, Rome.

Malczewski and Rinner, C. ۲۰۰۵. Exploring multi criteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: a case study of residential quality evaluation. Journal of Geographical Systems, ۷ (۲): ۱۶۸-۲۴۹.

Saaty, TL. ۱۹۹۰. Decision making for leaders. RWS Publication,USA

Thi Thu, HL., and Tien Long, N. ۲۰۱۲. Multicritria anlaysis for land suitability assessment for land suitability assessment for gia lun banana in nam dong district, thu thien hue province, vietnam, tropentag, gottingen, germany, september, ۱۹-۲۱.

USDA. ۲۰۱۰. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. ۱۱ th edition.

Abstract

The purpose of the present study, is the land suitability assessment for rainfed pea in kuhin area with an area of ۵۰۰ ha using Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS. According to the study, ۲۳ soil profiles, aerial photos interpretation ۱/۴۰۰۰۰ region, also taking into account the characteristics of soil morphology ۱۶ soil units (land units) was determined in the area. and land evaluation was performed on these units. ۹ criteria including: ($\%CaCo_3$, %OC, %Gravel, Depth, Texture, Apparent CEC, pH, %Slope, Climate) were selected and then compared criteria examined in terms of decision matrix. The results showed that maximum and minimum calculated land indices were ۶۳ (unit ۱۱) and ۳۵ (unit ۴) ,respectively.also The maximum and minimum weight in order to criteria is the slope and climate.

اصلاح و بهسازی اراضی شور،سدیك و گچ دار بخشی از دشت دوسالق

بابك اسدیان [۱]، علی اکبر اصیلیان مهابادی [۲]، سولماز شکوری اصل [۳]،الهام شهرآیینی [۳]
۱-کارشناس ارشد گروه خاک شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۲-کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران،
۳-کارشناس ارشد گروه خاك شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

چکیده
خاك‌های گچی به عنوان پی در پروژه‌های مهندسی و سازه‌های دیگر به عنوان خاك‌های مسأله‌دار محسوب می‌شوند،یکی از مشکلات خاکهای گچی انحلال‌پذیری آنها می‌باشد،این خاکها در حالت خشك مقاوم وخصوصیات مهندسی مناسبی دارند چنانچه املاح موجود در این خاك‌ها پس از اشباع شدن توسط آب باران یا بالا آمدن سطح آب زیرزمینی شسته شوند، سازههای ساخته شده برروی آنها دچار پدیده نشت می‌شوند.وجود خاکهای شور،سدیك وگچی دربخشی از دشت دوسالق مستلزم انجام مطالعات اصلاح و بهسازی،اعمال آبشویی و خروج نمك اضافه از طریق شبکه زهکشی می‌باشد.این تحقیق شامل مطالعات صحرایی،آزمایشگاهی،رده‌بندی،طبقه‌بندی اراضی و قابلیت آبیاری می‌باشد.آبشویی و زهکشی اراضی و کشت گیاهان مقاوم به شوری،فرآیندی است که امکان کشت و کار در اراضی را فراهم میسازد باتوجه به درجه حلالیت گچ،لازم است آب آبشویی در مقادیر کمتر از آنچه درشستشوی چنین اراضی معمول است،به کارگرفته شود که تنها بخش فوقانی افق خاك درحد توسعه ریشه گیاهان شستشو گردد.

کلمات کلیدی: خاکهای شور و گچی،کم آبشویی،اصلاح و بهسازی.

مقدمه
با توجه به گستره وسیع خاك های شور و سدیك در این ناحیه که انجام مطالعات اصلاح و بهسازی را در آن اجتناب ناپذیر می سازد و با توجه به اینکه استفاده از اراضی در شرایط آتی مستلزم اعمال آبشویی و خروج نمك اضافه از نیمرخ خاك از طریق شبکه زهکشی احداث شده است.بهسازی خا ك های شور از دیدگاه حفاظت بهینه منابع خاك و آب اهمیت فراوانی دارد. نخستین گام برای بهسازی این خاك ها، کاهش شوری خاك تا حد بهینه از راه آبشویی املاح و جلوگیری از ماندابی شدن آنها است. هدف از این آزمایشات، ارائه مدلی تجربی برای شوری زدایی خاك های شور منطقه به گونه ای بود که تنها با تغییر برخی پارامترهای محیطی و محلی بتوان آب اصلاحی مورد نیاز و حد نهایی شوری را با کمترین آسیب به ساختمان خاك محاسبه و برآورد کرد.همچنین مشکلاتناشیازاستفادهخاك‌های گچیبهعنوانمسئلهایمهمدرساختسازه‌هایابیمطرحمي‌باشد و تثبیت این خاک‌ها می‌توانند از نظر اقتصادی در بسیاری از پروژه‌ها به خصوص پروژه‌های آبی مقرون به صرفه باشد. درنظر گرفتن راهکارهای ساخت سازه‌ها در خاك‌های مسئله‌دار موجب پیشگیری از بوجود آمدن خسارتهای احتمالی و نیز ترمیم و یا تثبیت سازه‌های موجود ساخته شده برروی این گونه خاك‌ها خواهد شد (منصوری کیا و علیزده، ۱۳۸۶).
خاك‌های گچی به طور معمول در حالت خشك به دلیل خاصیت سیمانی شدن گچ معمولاً مقاوم می‌باشند ولی به محض اضافه شدن رطوبت به دلیل اشباع نسبی یا کامل خاك، مواد انحلال پذیر در آب حل می‌شوند در نتیجه مقاومت خاك به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.این مشکل زمانی شدیدتر می‌شود که جریان آب از داخل خاك باعث از دست رفتن جرم به دلیل آبشویی گچ شود.آبشویی فرآیندی است که توسط مایعاتی که چه به صورت طبیعی و چه به صورت مصنوعی به داخل مواد متخلخل نفوذ می‌کند و درنتیجه باعث حل و شستشوی ترکیبات انحلال پذیر خاك می‌شود(Al-zgry,۱۹۹۳)
خاك‌های گچی به عنوان یك نوع از خاك‌های ریزشی در نظر گرفته می‌شوند زیرا حضور گچ بین ذرات خاك به عنوان یك عامل سیمانی محسوب می‌شود که ذرات خاك را به هم متصل می‌نماید و چون این نوع خاك‌ها مقداری از مقاومت خود را بوسیله سیمان بین ذرات خود تامین می‌کنند. رفتار ریزشی چنین خاك‌هایی زمانی رخ می‌دهد که آب به داخل خاك نفوذ کند. جریان آب منجر به شسته شدن نمك‌ها از داخل ذرات خاك می‌شود ((Baydaa,۲۰۰۴

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه بوسعت ۵۴۵۰ هکتار از توابع شهرستان شوش و بخش چنانه و در شمال غربی استان خوزستان واقع شده که از غرب تا شمال به کانال PMC،از جنوب به کانال Do-La۴و از شرق به روستای خضر محدود می‌گردد. این منطقه از نظر جغرافیایی بین عرضهای ۳۱ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طولهای ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی قرار گرفته است.با توجه به گستره وسیع خاك های شور و سدیك در این ناحیه که انجام مطالعات اصلاح و بهسازی را در آن اجتناب ناپذیر می سازد و با توجه به اینکه استفاده از اراضی در شرایط آتی مستلزم اعمال آبشویی و خروج نمك اضافه از نیمرخ خاك از

طریق شبکه زهکشی احداث شده است. با توجه به خصوصیات و به ویژه محدودیت خاك ها و اراضی و همچنین در نظرگیری اثر همزمان گچ و شوری در کنار یکدیگر، امکان جمع بندی همه جانبه نگر در ارتباط با نحوه رویکرد نسبت به مدیریت و حل مسایل فراهم گردیده و همچنین پتانسیل قابل انتظار از این اراضی تبیین گردد.

آزمایشاتفیزیکوشیمیاییخاک مطابق روشهای استاندارد انجام گرفت و مراحل آبشویی طبق نشریه شماره ۲۵۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (دستورالعمل آزمایشات آبشویی در خاکهای شور و سدیمی ایران) انجام شد.

بحث و نتایج

مطالعات خاکشناسی در مقیاس نیمه تفصیلی درمنطقه انجام شده است . خاکهای منطقه به ۵ سری مجزا شده تفکیك شده اند.جدول شماره ۱ رده بندی خاکها را در سیستم طبقه بندی جامع خاك و بر اساس فائو را نشان می دهد. شکل شماره ۱ پتانسیل منابع خاك، سري‌ها، طبقه‌بندی اراضی و قابلیت آبیاری در واحد عمرانی شماره ۳ دشت دوسالق نشان داده شده است.

بر اساس اطلاعات مندرج در جدول شماره ۱ که مبین رده بندی سری های خاك تفکیك شده است، خاك های منطقه (به غیر از سری خاك شماره ۲)، آریدی سول ها (Aridisols) یا خاك های مناطق خشك هستند که در تحت رده Solids قرار می گیرند. از سوی دیگر، بر اساس اطلاعات مندرج در جدول شماره ۱، خاك های سری های ۳ و ۴ (۶۰ درصد اراضی) در زیر گروه GypsicAquisalids و خاك های سری ۵ (۳۳ درصد اراضی) در زیر گروه GypsicHaplosalids رده بندی شده اند بنابر این بیش از ۹۰ درصد خاك ها در محدوده مطالعات، توام دارای افق تجمع نمك های محلول و گچ می باشند.گستره اراضی شور و سدیك، بر اساس اطلاعات مندرج در جدول شماره ۲ ، در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۲، خصوصیات و محدودیت های اراضی و همچنین عملیات پیشنهادی جهت رفع واصلاح یا بهبود نسبی این محدودیت ها را ارائه نموده است. بررسی این جدول نشان می دهد که اراضی منطقه به لحاظ توپوگرافی فاقد محدودیت یا محدودیت جدی بوده و عمده ترین کاستی ها شامل محدودیت های مربوط به آب ماندگی و زه دار بودن اراضی، شوری و سدیمی بودن اراضی و همچنین محدودیت خاك به لحاظ وجود لایه محدود کننده پارالیتیك(شبه سنگی) گچ دار می باشد.

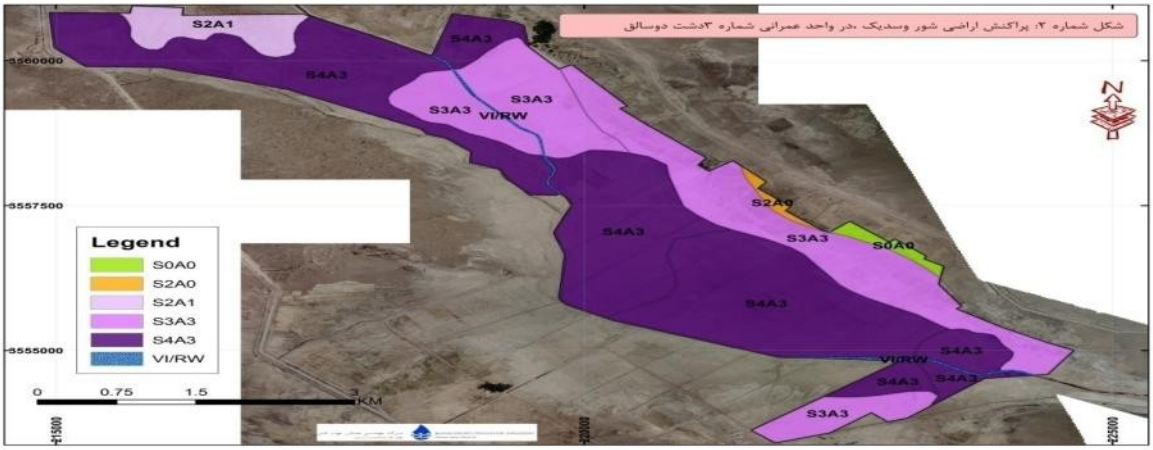


شکل شماره ۱، پتانسیل منابع خاك، سري‌ها، طبقه‌بندی اراضی و قابلیت آبیاری در واحد عمرانی شماره ۳ دشت دوسالق

جدول۱-رده بندی خاکها را در سیستم طبقه بندی جامع خاك و فائو

Physiography	Soil Series		U.S.D.A Soil Taxonomy ۱۹۷۵ (Revised ۲۰۰۳)			F.A.O unesco ۱۹۸۹	مساحت	
	No	Name	Family	Sub group	Order		هکتار	درصد
Plateaux	۲	Series No.۲	sandy, mixed , hyperthermic	UsticTorripsamment	Entisols	CalcaricRegosols	۲۹.۸۵	۱.۵۳
Piedmont Alluvial Plains	۳	Series No.۳	Fine loamy, mixed, hyperthermic	GypsicAquisalids	Aridisols	GleyicSolonchaks	۴۲۳.۲۱	۲۱.۶۳
	۴	Series No.۴	coarse loamy,mixed, hyperthermic	GypsicAquisalids	Aridisols	GleyicSolonchaks	۷۲۵.۳۴	۳۷.۰۷
	۵	Series No.۵	coarse loamy,mixed, hyperthermic	GypsicHaplosalids	Aridisols	GypsicSolonchaks	۶۳۲.۲۸	۳۲.۳۱
	۶	Series	coarse loamy,mixed,	UsticHaplo	Aridis	HaplicCalcisols	۱۳۵.	۶.۹

No.۶	hyperthermic	calcids	ols	۰۶	۰

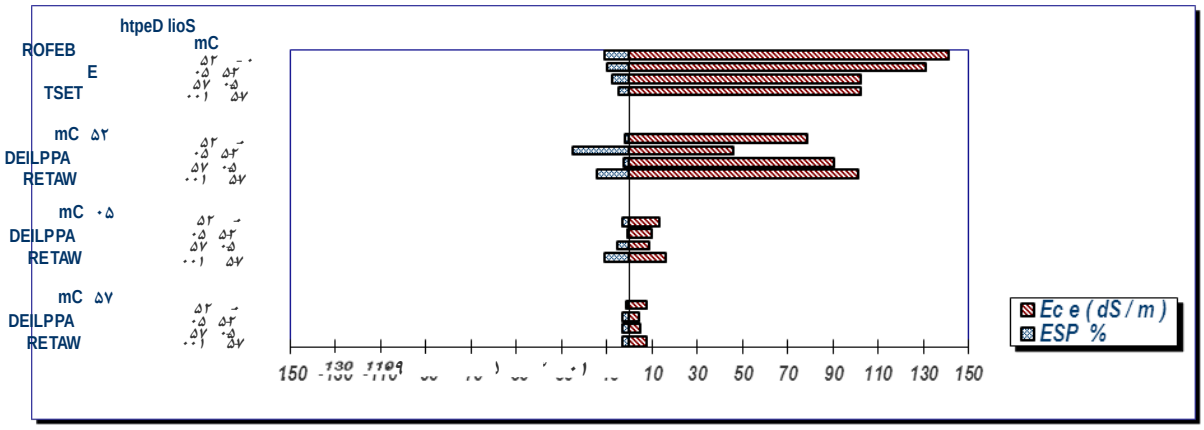


شکل شماره ۲- پراکنش اراضی شور و سدیك در محدوده واحدعمرانی شماره ۳ دشت دوسالق

جدول شماره ۲، خصوصیات و محدودیت های اراضی

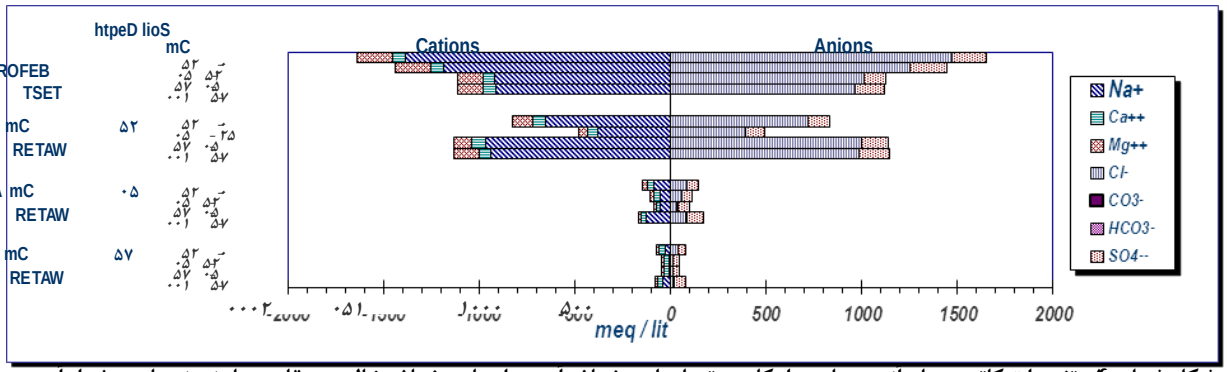
واحد هاي خاك	طبقه بندي اراضي			طبقه بندي قابليت اراضي			مساحت	%
	شرح خصوصيات اراضي	كلاس و تحت كلاس در شرايط فعلي	شرح عالم نقشه طبقه بندي اراضي	واحد ها و اجزاي واحد اراضي	عمليات اصلاحي پيشنهادي	كلاس و تحت كلاس در شرايط آتي	ha	
2.3	اراضی با قابلیت نفوذ سریع، بافت خاک سطحی سبک ، شیب کمتر۵-۲ و جانبی ۲-۱ درصد همراه با پستی و بلندی کم و بدون فرسایش آبی.	IIST	$\frac{2L}{Ba1-E0}$	Ba	تسطیح زیاد شیب‌بندی زیاد	2st	19	1.0
2.4	اراضی با قابلیت نفوذ سریع، بافت خاک سطحی سبک، شوری متوسط و بدون قلیائیت ، شیب کمتر ۵-۲ و جانبی۲-۱ درصد همراه با کمی پستی و بلندی و بدون فرسایش آبی .	IILA	$\frac{2LS\ 2A0}{Ba1-E0}$	Bc	آبشویی کم شیب‌بندی زیاد	2ast	11	0.6
6.1	اراضی با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی و شوری متوسط، قلیائیت کم و شیب کمتر ۲-۰ درصد همراه با پستی و بلندی کم، بدون فرسایش آبی و محدودیت جزئی غرقاب شدن اراضی.	IIIAW	$\frac{3MS\ 2A1}{A1-E0-P1}$	Cg	تسطیح متوسط آبشویی متوسط زهکشی کم	3a	87	4.4
6.2	اراضی با قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی و شوری متوسط ، قلیائیت کم، شیب کمتر ۲-۰ و جانبی ۲-۱ درصد همراه با کمی پستی و بلندی، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی شور در عمق۲۰۰-۱۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین و محدودیت جزئی غرقاب شدن اراضی.	IIIAW	$\frac{3MS2A1}{Aa1-E0-W2-P1}$	Cb	تسطیح کم زهکشی زیاد آبشویی زیاد	3aw	48	2.5
4.2	اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،لایه محدود کننده گچی در عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتری ، شوری بسیار زیاد وقلیائیت زیاد شیب کمتر ۲-۰ درصد، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی در عمق ۲۰۰-۱۲۰ سانتیمتری از سطح زمین و محدودیت متوسط غرقاب شدن اراضی.	VA	$\frac{3M3-PtsS\ 4A3}{A-E0-W2-P2}$	Cc	غیر قابل تسطیح زهکشی زیاد آبشویی زیاد	3asw	23	1.2
4.1	اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،لایه محدود کننده گچی در عمق ۸۰-۵۰ سانتیمتری ، شوری بسیار زیاد وقلیائیت زیاد شیب کمتر ۲-۰ درصد، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی در عمق ۲۰۰-۱۲۰ سانتیمتری از سطح زمین و محدودیت کم غرقاب شدن اراضی.	VA	$\frac{3M2-PtsS\ 4A3}{A-E0-W2-P1}$	Cb	تسطیح کم زهکشی زیاد آبشویی زیاد	3aw	702	36.1
5.1	اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط،لایه محدود کننده گچی در عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متری از سطح زمین، شوری و قلیائیت زیاد، شیب کمتر ۲-۰ درصد، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی در عمق ۲۰۰-۱۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین و کمی محدودیت غرقاب شدن اراضی.	VA	$\frac{3M3-PtsS\ 3A3}{A-E0-W2-P1}$	Cc	غیر قابل تسطیح زهکشی زیاد آبشویی زیاد	3asw	235	12.1
5.2	اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط، لایه محدود کننده گچی در عمق ۱۲۰-۸۰ سانتی‌متری از سطح زمین، شوری و قلیائیت زیاد، شیب کمتر ۲-۰ و جانبی ۳-۱درصد همراه با کمی پستی و بلندی، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی در عمق ۳۰۰-۲۰۰سانتیمتری از سطح زمین و کمی محدودیت غرقاب شدن اراضی.	VA	$\frac{3M1-PtsS\ 3A3}{Aa1-E0-W1-P1}$	Ce	تسطیح متوسط زهکشی متوسط آبشویی زیاد	3aw	326	16.8
5.3	اراضی با قابلیت نفوذ و بافت خاک سطحی متوسط دارای لایه محدود کننده گچی در عمق ۸۰-۵۰ سانتی‌متری از سطح زمین، شوری و قلیائیت زیاد، شیب کمتر۲-۰ و جانبی ۳-۱درصد همراه با کمی پستی وبلندی، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی در عمق ۲۰۰-۱۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین و کمی محدودیت غرقاب شدن اراضی .	VA	$\frac{3M2-PtsS\ 3A3}{Aa1-E0-W2-P1}$	Cf	زهکشی زیاد آبشویی زیاد شیب‌بندی متوسط	3aw	72	3.7
3.1	اراضی با قابلیت نفوذ متوسط، بافت خاک سطحی سنگین دارای لایه محدودکننده گچی در عمق ۵۰-۲۵ سانتی‌متری از سطح زمین، شوری بسیار زیاد و قلیائیت زیاد، شیب کمتر ۲-۰ درصد، بدون فرسایش آبی، سطح آب زیرزمینی در عمق کمتر از ۱۲۰ سانتی‌متر، با لکه‌های رنگی در عمق ۷۵-۲۰ سانتیمتری از سطح زمین و محدودیت متوسط غرقاب شدن اراضی.	VAW	$\frac{3H3-PtsS\ 4A3}{A-E0-W3-O3-P2}$	Ca	غیر قابل تسطیح زهکشی خیلی زیاد آبشویی زیاد	5w	423	21.7
جمع کل							1946	100.0

آزمون با تیمارهای مختلف کاربرد آب اجرا گردیده و با توجه به مقادیر بالای گچ، از انجام آزمون با استفاده از ماده اصلاح کننده صرف نظر گردیده است. نتایج آنالیز آزمایشگاهی بر روی نمونه های خاك تهیه شده از عمق های مختلف، قبل و پس از آزمون و در تیمارهای مختلف آب کاربردی، نشان دهنده ثمر بخش بودن فرآیند آبشویی و انتقال املاح اضافی از نیم رخ خاك می باشد. در شکل شماره ۳ ، تغییرات EC و سدیم تبادلی در نمونه های پیش و پس از آزمون به صورت نمودار، نمایش داده شده است.



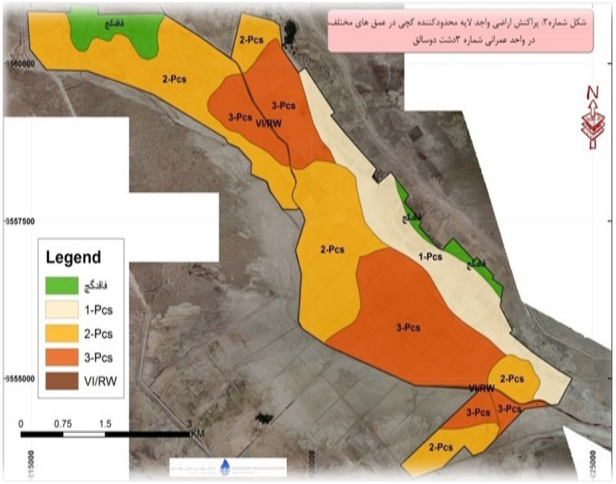
شکل شماره ۳- تغییرات EC و سدیم تبادلی پس از کاربرد تیمارهای مختلف آب در اعماق مختلف خاك در مقایسه با نمونه های پیش از آزمون

چنانچه در شکل نمایش داده شده، شستشوی املاح از اعماق مختلف خاك به ویژه با کاربرد بیش از ۵۰ سانتي‌متر آب کاربردی قابل توجه بوده و مقادیر مذکور تاحدود تقریبی نسبتا مناسب برای کشت اکثر محصولات کاهش یافته که نشان از کارآمدی فرآیند آبشویی در این اراضی مي‌باشدهمچنین در شکل شماره ۴، تغییرات آنیون‌ها و کاتیون‌های نمونه‌های برداشت شده از اعماق مختلف خاك، پساز اعمال عملیات آبشویی در تیمارهای مختلف استفاده از آب کاربردی، نمایش داده شده است. چنانچه در این نمودار ملاحظه می گردد، مقادیر کلی کاتیون ها و آنیون ها، به تبعیت از کاهش EC و سدیم تبادلی، به ویژه در کاربرد بیش از ۵۰ سانتی متر آب کاربردی قابل توجه بوده است. شکل شماره ۴ همچنین نشان می دهد که بیشترین حجم کاهش یون ها مربوط به سدیم و کلر است که با توجه به درجه حلالیت آن ها کاملا قابل انتظار می باشد.



شکل شماره ۴- تغییرات کاتیون ها و انیون ها پس از کاربرد تیمارهای مختلف اب در اعماق مختلف خاك در مقایسه با نمونه های پیش از ازمون

۳۵ درصد کل اراضی لایه محدودکننده گچ دار در عمق ۲۵ تا ۵۰ سانتی متری از سطح خاك ، ۴۰ درصد کل اراضی لایه محدودکننده گچ دار در عمق ۵۰ تا ۸۰ سانتی متری از سطح خاکو ۱۷ درصد لایه محدودکننده گچ دار در عمق ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی متری از سطح خاك بوده و تنها در حدود ۹ درصد اراضی این محدوده، فاقد تجمع مواد گچی می باشند.بنابراین خاکهای این اراضی عمدتا در گروه خاك های گچی یا GypsiferousSoilsقرار می گیرند.



شکل شماره ۵- گستره اراضی واجد لایه محدود کننده پارالیتیك با تجمع گچ

چنانچه ملاحظه شد، بر اساس اطلاعات ارائه شده در قسمت های پیشین، بخش های وسیعی ازاراضی ، از خاك های گچ دار GypsiferousSoils تشکیل یافته است. اکثر خاك های گچ دار، به طور طبیعی شور نیز می باشند که نتایج مطالعات خاك شناسی در این منطقه، شوری شدید این اراضی را تایید می کند.از سوی دیگر، بالا بودن سطح آب زیر زمینی شور در عمق ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی متر، به عنوان یك منبع دائم جهت تشدید شوری لایه های فوقانی از طریق تبخیر و صعود مویینه و انتقال و ترسیب نمك های محلول تر از گچ و نیز در مقیاس کمتر، گچ ثانویه، عمل می نماید.بدین ترتیب، اثر همزمان محدودیت های ناشی از آب ماندگی و زهدار بودن اراضی از یك سو، گچ دار بودن اراضی به همراه شور و سدیمی بودن آن از سوی دیگر و همچنین توپوگرافی خاص اراضی منطقه که

موجب ترسیب نمك ها و تخلیه تدریجی و بطئی زه آب از پروفیل خاك گردیده، موجب شده تا نامناسب ترین شرایط برای کشت و کار و انجام فعالیت های مناسب و سودآور زراعی در آن، رقم زده شود.بر این اساس، مهمترین مسائل به وجود آمده ناشی از وجود شرایط فوق، از دو دیدگاه قابل بررسی می باشد. نخست از دیدگاه محدودیت های این اراضی به عنوان محیط کشت گیاهان و دوم، محدودیت این اراضی برای احداث سازه های شبکه زهکشی.ازدیدگاه محدودیت اراضی به عنوان محیط کشت گیاهان، چنانچه پیشتر تبیین گردید، خاك های منطقه در زیر رده سالیدز، طبقه بندی گردیده وبنابر این دارای محدودیت شدید شوری و قلیائیت هستند. در چنین شرایطی، آبشویی و زهکشی اراضی از یك سو و کشت گیاهان مقاوم به شوری از سوی دیگر، فرآیندی است که امکان کشت و کار در اراضی را فراهم می سازد. انجام آزمون های اصلاح و بهسازی اراضی نیز در همین راستا صورت پذیرفته و نتایج این آزمون ها نیز حکایت از ثمر بخش بودن عمل آب شویی در انتقال املاح داشته است.از سوی دیگر با توجه به درجه حلالیت گچ، لازم است آب آبشویی در مقادیر کمتر از آنچه در شستشوی چنین اراضی معمول است، به کار گرفته شود. به گونه ای که تنها بخش فوقانی افق خاك در حد توسعه ریشه گیاهان (که می بایستی به گونه ای انتخاب شوند که ریشه های افشان داشته باشند) شستشو گردد. البته چنین اقدامی می تواند به مرور زمان، موجب ایجاد تدریجی لایه پتروجیپسیك در حد فاصل بخش فوقانی خاك وعمق کارگذاری زهکش ها گردد. همچنین، با توجه به ارزش منابع آب و نیاز فراوان به آب آبشویی از یك سو و بر جا ماندن بسیاری از محدودیت ها و کاستی ها حتی پس از اعمال عملیات اصلاح و بهسازی اراضی، استفاده از آب شور یا ترکیب بخشی از آب شور با آب مناسب آبیاری و به کار گیری روش های شورورزی، می تواند روشی مناسب در بهره برداری از اراضی مورد مطالعه باشد.

منابع

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. ۱۳۸۱. دستورالعمل آزمایشات آبشویی در خاکهای شور و سدیمی ایران. نشریه شماره ۲۵۵.

منصوریکیا، م. ت. ور. محمدعلیزاده. ۱۳۸۶. ترمیم ژئوتکنیکی یك کانال ساخته شده درخاك مسئله‌دار. دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تاسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری وزهکشی، دانشگاه تهران.

تومانیان.ن. ۱۳۹۰خاکهای گچی(ویژگی و کاربرد). چاپاول، انتشارات نشر پلك.

FAO. ۱۹۸۴. Soil survey investigation for irrigation. FAO Soil Bull. No. ۴۲, FAO, Rome.

Al-Zgry, E.A., ۱۹۹۳."The effect of leaching on lime stabilized gypseous soil", M.Sc. Thesis, Dep.of Civil Engineering, University of Mousl.

Baydaa, H.M., ۲۰۰۴. "Effect of soaking and leaching on collapsibility of gypseous soil", M.SC. Thesis, Building and Construction Department, University of Technology , Baghdad .

Abstract

If Gypsiferous soils are used as foundations in engineering projects and other constructions, they consider them as problematic soils. one of these soil's problem is their solubility. These soils are tough and have suitable engineering properties in dry conditions, but problem will occur when minerals in soils are dissolved in water caused by rain pour or rising underground water, after getting saturated. So constructions that are built in these soils face settlement.Saline، Sodic and Gypsiferous soils are exist in part of Dosalagh plain, for reclaiming these soils leaching and exiting salts by drainage system is necessary. Different research process such as cross-country study, soil analysis,Soil Taxonomy, Land Classification and Irrigability for Land Classification have been done. Leaching، land Drainage and cultivation of resistant plants to salinity is the process that may provide Cultivation in these soils. According to the solubility of gypsum، It is necessary to use reduced leaching of these soil, this purpose is achieved only by leaching salts from the plant root zone.

مقایسه روش‌های مختلف درونیابی در پهنه‌بندی شوری خاک سطحی استان خوزستان

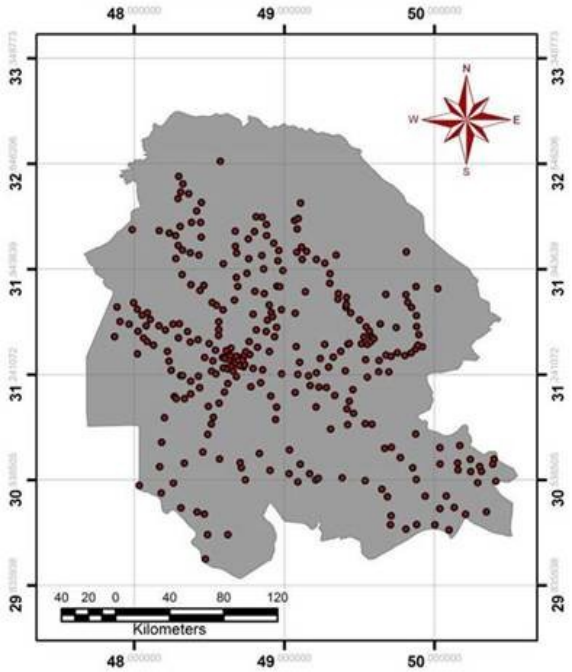
زهرا سواری [۱]، سعید حجتی [۲]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده
شور شدن خاک یکی از مهمترین عوامل بیابان‌زایی است که موجب کاهش یا از بین رفتن قابلیت اراضی برای کشاورزی می‌گردد. هدف این تحقیق مقایسه دقت روش‌های مختلف درون‌یابی در تهیه نقشه پراکنش مکانی شوری خاک در استان خوزستان است. برای برآورد شوری در نقاط نمونه‌برداری نشده، از روش‌های وزن‌دهی عکس فاصله، توابع پایه شعاعی، مکانی چند جمله‌ای و کریجینگ در محیط ArcGIS نسخه ۲/۱۰ استفاده شد. داده‌های شوری خاک از ۲۹۱ نقطه در سطح استان خوزستان برداشت و برای ارزیابی دقت روش‌ها، از دو پارامتر آماری مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین R^2 استفاده شد. نتایج نشان داد که روش کریجینگ با حداقل RMSE و حداکثر R^2 به ترتیب ۲۶/۲۰ و ۴۵/۰ بیشترین دقت را در تولید نقشه‌های شوری از میان روشهای مورد مطالعه دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که روش مکانی دوجمله‌ای بعد از روش کریجینگ بیشترین دقت را در برآورد شوری خاک دارا است.

واژه های کلیدی: روش های درون یابی، کریجینگ، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شوری خاک

مقدمه
اولین گام جهت مدیریت و اصلاح خاک‌های متأثر از شوری، تهیه نقشه‌ی شوری است. در دو دهه‌ی اخیر، بر استفاده از روش های آماری و ریاضیاتی به منظور سنجش و توصیف کمی تغییرات خاك در قالب پهنه بندی یا طبقه بندی آنها و همچنین نیاز به ارزیابی صحت و دقت نتایج حاصل از مطالعه ی خاك‌ها تأکید زیادی شده است. در همین ارتباط، شیوه‌های مختلف درون یابی مکانی، ابزاری را فراهم نموده اند تا با به کارگیری داده های نقطه ای و تخمین مقادیر یك متغیر محیطی در محل‌هایی که نمونه برداری انجام نشد ه است، داده های پیوسته ی مکانی را به ارمغان آورند (اکرمخانو و همکاران، ۲۰۱۱).
تکنیک های درون‌یابی به دو شیوه کلی انجام می شود، روش درونیابی جبری که بر اساس تعیین سطح از نقاط نمونه گیری شده و بر پایه شباهت ها (مانند روش وزن دهی عکس فاصله IDW) یا درجه هموار سازی (توابع پایه شعاعی RBF) انجام می شود؛ و روش درونیابی زمین آماری که کریجینگ نامیده می شود و بر اساس ویژگی های آماری نقاط نمونه گیری شده می‌باشد. در رابطه با ارزیابی روش‌های درون‌یابی مطالعات زیادی انجام شده است. محمدی (۲۰۰۰) برخی ازخصوصیات سطحی خاك شامل شوری، نسبت جذب سدیم، درصد آهک و درصد رطوبت اشباع را با استفاده از تخمین گرهای زمین آماری شامل کریجینگ، کوکریجینگ و رگرسیون خطی مورد مقایسه قرار داد و نتایج حاصله نشان داد تخمین‌گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردارند و در نهایت روش کریجینگ روش برتر جهت برآورد داده های مکانی خاك معرفی شد. همچنین زارع مهرادی و همکاران (۲۰۱۰) برای تهیه نقشه توزیع مکانی خصوصیات خاک از جمله شوری خاک و pH درمنطقه هرمزگان از تکنیک‌های مختلف درون‌یابی استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد که روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ برای پیش‌بینی تغییرات مکانی خصوصیات خاک بهتر از روش IDW می‌باشد. با توجه به اهمیت شوری خاک در پیشبرد کشاورزی، این تحقیق با هدف مقایسه دقت و صحت روش های مختلف درونیابی در محیط GIS جهت برآورد و تهیه نقشه پراکنش مکانی شوری خاک انجام شده است.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
به منظور نیل به اهداف تحقیق، تعداد ۲۹۱ نمونه‌ی خاك، به صورت شبکه بندی نامنظم و از عمق تا ۱۰ سانتی‌متری خاک از نقاط مختلف استان خوزستان برداشت گردید (شکل ۱) . سپس نمونه‌های یاد شده به آزمایشگاه منتقل و هوا خشک گردیدند و پس از کوبیدن و عبور از الک ۲ میلی‌متر، از آنها عصاره‌ی یک به یک تهیه شده و هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد (رودز، ۱۹۹۶). پس از به دست آمدن نتایج آزمایشگاهی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه شماره ۱۶ چگونگی توزیع داده ها و توصیف آماری آن‌ها انجام گردید و در مواردی که نیاز به نرمال‌سازی داده‌ها بود، داده‌های آزمایشی با استفاده از روش تبدیل داده‌ها (لگاریتم‌گیری از آن‌ها در مبنای ۱۰) نرمال شدند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و الگوی پراکنش نقاط نمونه‌برداری

برای بررسی تغییرات مکانی و برآورد شوری سطحی در نقاط نمونه برداری نشده از تکنیک های درونیابی جبری به روش‌های مکانی دو جمله ای، وزن دهی عکس فاصله، توابع پایه شعاعی و تکنیک درونیابی زمین آماری کریجینگ (عام) استفاده گردید. به منظور مقایسه دقت و کیفیت نقشه‌های تهیه‌شده به وسیله روش‌های مختلف درون‌یابی از پارامترهای آماری مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب همبستگی (R^2) استفاده شد (ایساکس وسریواستاوا، ۱۹۸۹). نحوه محاسبه پارامترها RMSE به صورت رابطه (۱) می‌باشد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\left(Z^{*}(x_i) - Z(x_i)\right)^2\right]} \quad [۱]$$

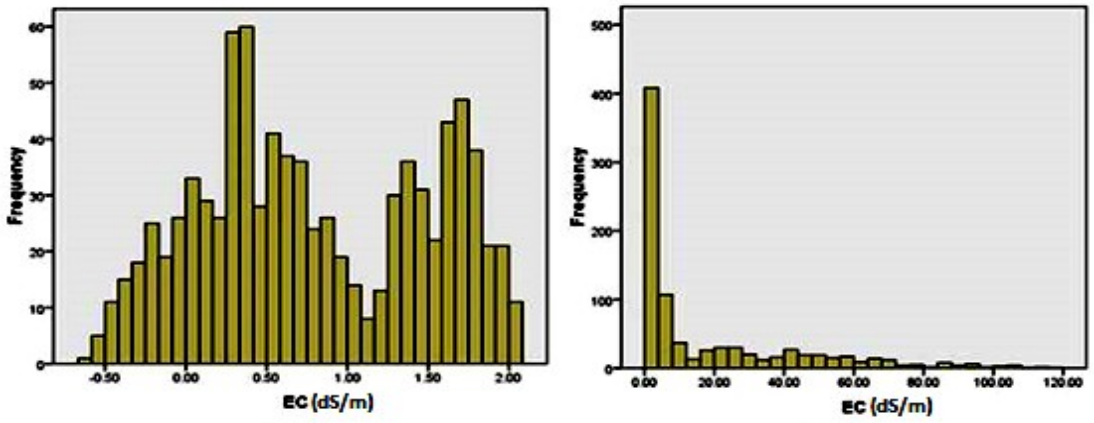
که در معادلات ۱ n تعداد نقاط مشاهده‌ای، z*(xi) مقدار برآورد شده متغیر در نقطه i ام و z(xi) مقدار مشاهده‌ای متغیر مورد مطالعه در نقطه i ام می‌باشد.

نتایج و بحث

خلاصه آماری داده های شوری خاك در جدول شماره (۱) ارائه شده است. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود میانگین شوری خاک در منطقه بالا است که دلیل بر شور بودن خاک‌های منطقه می‌باشد. از طرف دیگر بر اساس ضریب چولگی و شکل توزیع فراوانی (شکل ۲) داده‌های شوری دارای چولگی به راست (مثبت) می‌باشند که نشان‌دهنده وجود تعداد محدودی نقطه با مقادیر بالای این متغیر در سطح منطقه است. در واقع این موضوع بیانگر غیر نرمال بودن توزیع داده‌ها می‌باشد. به منظ ور کاهش اثرات مقادیر بزرگ EC روی نتایج تخمین کریجینگ، از تبدیل لگاریتمی برای نرمال کردن توزیع داده‌ها استفاده شد. خلاصه آماری داده‌های تبدیل شده در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- آنالیز آماری داده های شوری خاک

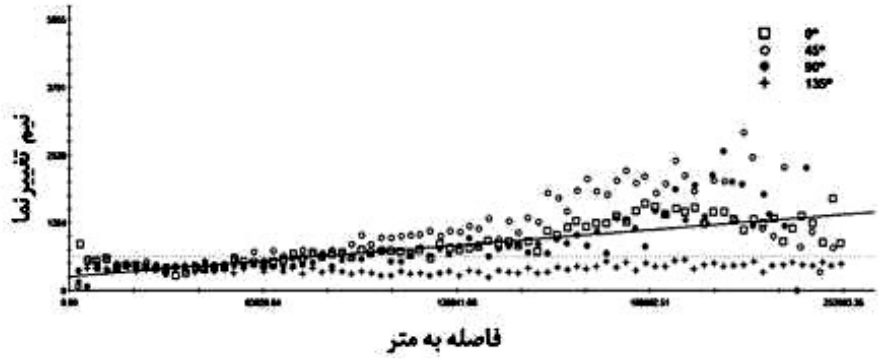
توزیع داده‌ها	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار
داده‌های اولیه	۲۹۱	۲۴/۰	۱۱۷	۶۵/۱۸	۱۸/۱	۶۱/۱	۲/۲۵
داده‌های تبدیل شده	۲۹۱	۷۹/۰	۰۷/۲	۶۲/۰-	۰۹/۰	۱۹/۱-	۷/۰



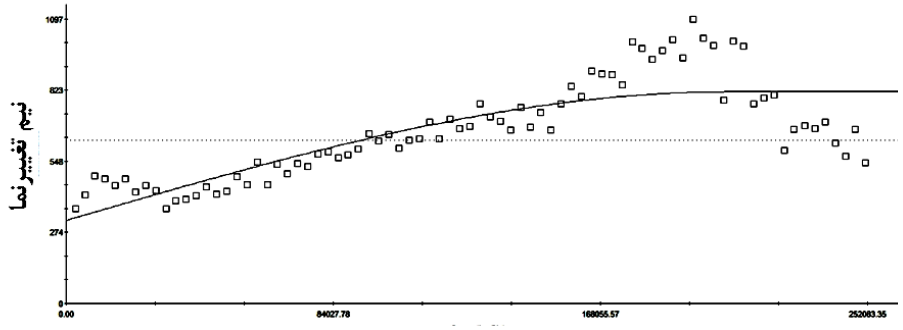
شکل ۲- منحنی فراوانی داده های شوری خاک (الف) داده های اولیه، (ب) داده‌های تبدیل یافته

به منظور بررسی وجود یا عدم وجود همبستگی مکانی بین داده‌های شوری خاک، نیم‌تغییرنمای تجربی در محیط نرم‌افـزار GS+ نسخه شماره ۵ ترسیم گردید همچنین برای بررسی تغییرات مکانی در جهات مختلف، نیم تغییر نمای تجربی در چهار جهـت ۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ درجه با انحراف زاویه‌ای ۵/۲۲ درجه رسم گردید. نتایج حاصله (شکل ۳) ناهمسانگردی قابل ملاحظه‌ای در جهات مختلف در منطقه نشان نمی‌دهد.

نیم تغییرنمای تجربی بر داده‌های آزمایشی توسط سه مدل نمایی، کروی و گوسی برازش شد. مشخصات مدل‌های برازش شده در جدول (۲) آمده است. با توجه بـه پـارامتر آمـاری مجمـوع مربعـات باقی‌مانـده (RSS) داده‌هـای شـوری خـاک از مـدل نمـایی تبعیـت می‌کنند که این مدل دارای حداقل RSS می‌باشد (شکل ۴). همچنین نتایج نشان داد که داده‌های EC خاک تا فاصله حدود ۸۵۰۰۰ متر بر هم تأثیر دارند. چانگ و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه هدایت الکتریکی خاک در چین مدل کروی را مدل مناسب بـرای بـرازش بر نیم تغییرنمای تجربی گزارش نمودند. برای تعیین همبستگی مکانی بین داده‌های شوری علاوه بر شکل نیـم تغییرنمـا می‌تـوان از نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه استفاده کرد. به این صورت که هر گـاه ایـن نسـبت بیـن ۲۵-۰%، ۷۵-۲۵% و ۷۵-۱۰۰% قرار گیـرد، همبستگی مکانی به ترتیب ضعیف، متوسط و قوی می‌باشد (کامبردلا و همکاران، ۱۹۹۴). با توجه بـه ایـن نسـبت داده‌هـای شـوری خاک منطقه با داشتن نسبت ۶۶ % از همبستگی متوسط برخوردار است.



شکل ۳- نیم‌تغییرنمای جهت‌دار شوری خاک منطقه



شکل ۴- نیم‌تغییرنمای تجربی داده‌های شوری خاک

با توجه به جدول (۳) و بررسی نتایج حاصل از ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی در تخمین شوری خاک، نتیجه‌گیری می‌شود که روش کریجینگ با حداقل RMSE و حداکثر R^2 به ترتیب ۲۶/۲۰ و ۴۵/۰ در مقایسه با سایر روشهای درون‌یابی بیشترین دقت را در تهیه نقشه شوری استان دارد. همچنین براساس نتایج این مطالعه روش مکانی دوجمله‌ای بعد از روش کریجینگ بیشترین دقت را در برآورد شوری خاک نشان می‌دهد. کمترین دقت مربوط به روش توابع پایه شعاعی می‌باشد. بنابراین با توجه به سادگی و دقت کافی روش‌های زمین‌آماری نسبت به روش‌های جبری در تخمین متغیر شوری خاک می‌توان از روش کریجینگ استفاده نمود. نتایج مشابهی توسط احمدالی و همکاران (۱۳۸۸) مبنی بر دقت قابل قبول روش کریجینگ در تخمین شوری خاک ارائه شده است. کرسیک (۱۹۹۷) نیز روش کریجینگ را به عنوان بهترین ابزار برای درون‌یابی و تهیه نقشه آب زیرزمینی در معرفی کرد.

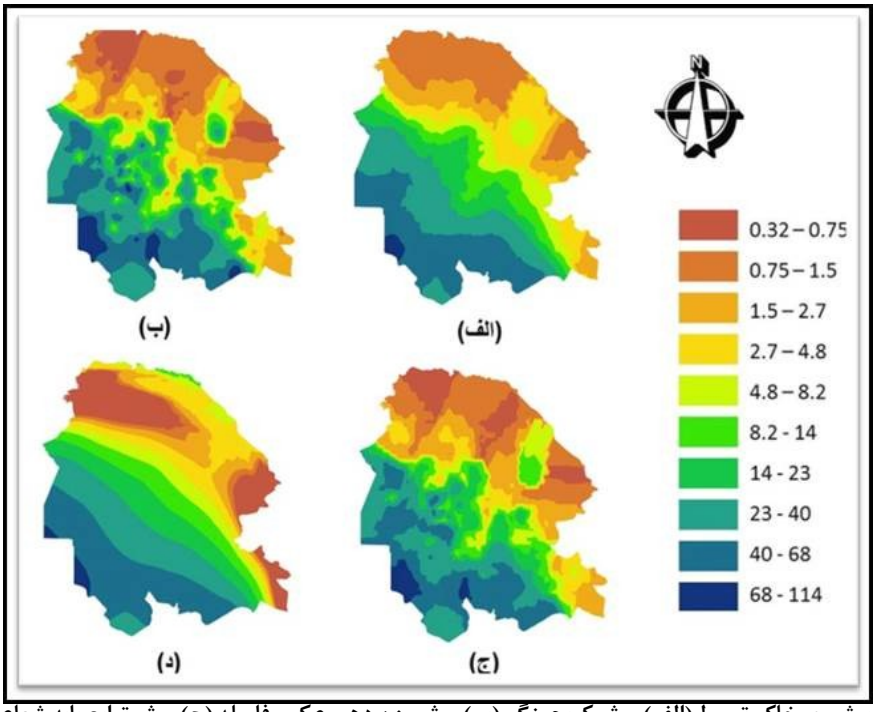
جدول ۲- مشخصات مدل‌های برازش داده شده بر مقادیر نیم تغییرنماهای تجربی

متغیر	مدل برازش شده	اثر قطعه‌ای	آستانه	دامنه تأثیر (متر)	نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه	مجموع مربعات باقی‌مانده
شوری خاک	نمایی	۳۱۶	۹۳۳	۸۵۲۰۰	۶۶/۰	۷۴/۱۰
	کروی	۳۲۰	۸۱۶	۸۵۰۰	۶۱/۰	۹۰۷۸۳۷
	گوسی	۳۸۷	۸۲۶	۸۳۹۴۳	۵۳/۰	۸۹۱۷۱۵

جدول ۳- پارامترهای آماری جهت مقایسه دقت روش‌های درون‌یابی

روش درون‌یابی	RMSE	R^2
کریجینگ	۲۶/۲۰	۴۵/۰
وزن‌دهی معکوس فاصله	۴۰/۲۰	۳۵/۰
توابع پایه‌ای شعاعی (RBF)	۵۲/۲۰	۳۴/۰
مکانی دو جمله‌ای	۹۰/۲۴	۴۱/۰

با توجه به نقشه‌های تخمین شوری (شکل ۵) در تمامی روش‌های درون یابی، توزیع EC در سطح منطقه به طور مشابه از شمال به جنوب روند افزایشی دارد که نشان دهنده مشکل شوری در نواحی جنوب منطقه می‌باشد.



شکل ۵- نقشه تخمین شوری خاک توسط (الف) روش کریجینگ (ب) روش وزن دهی عکس فاصله (ج) روش توابع پایه شعاعی (د) روش مکانی دو جمله ای

منابع

احمدالی، خ. نیک‌مهر، س و لیاقت، ع.الف. ارزیابی روش‌های مختلف برآورد مکانی در برآورد شوری، اسیدیته و درصد آهک خاک (مطالعه موردی منطقه بوکان). ۱۳۸۸. مجله آب و خاک (علوم وصنایع کشاورزی). جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه‌های ۵۳-۴۶.

اسفندیارپور بروجنی، ع. ۱۳۹۲. تأثیر تعداد نمونه بر صحت تخمین وضعیت شوری و سدیمی خاک با استفاده از تخمین‌گرهای مختلف. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی(، جلد ۲۷، شماره ۳، صفحه‌های ۵۲۴-۵۱۵.

Akramkhanov, A. Martius, C. Park, S. J. Hendrickx, J. M. H. ۲۰۱۱. Environmental factors of spatial distribution of soil salinity on flat irrigated terrain. Geoderma ۱۶۳: ۵۵-۵۶

Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F. & A. E.Konopka. ۱۹۹۴. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۸: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Chang, W. E., You, B. A., Yun, J. N., Zang, F., Xio, L. U, ۲۰۰۹, Spatial Variability of Soil Chemical Properties In the Reclaiming marine Foreland to Yellow Sea of China. Agricultural Sciences in China, ۸ (۹): ۱۱۰۳-۱۱۱۱.

Kresic N. ۱۹۹۷. Hydrogeology and Groundwater Modeling. Lewis Publishers.

Mohammadi, J., ۲۰۰۰. Evaluation and mapping of soil salinity hazard in Ramhormoz area (Khuzestan Province) using disjunctive kriging. Journal of Agricultural Research, ۲۵: ۴۵-۵۷.

Rhoades, J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved soils. Pp. ۴۱۷-۴۳۵. In D. L. Sparks (ed.), Methods of Soil Analysis, Part ۳: Chemical Methods, SSSA Book Series Number ۵, Soil Science Society of America, Madison, WI

Zare-Mehradi, M.Taghizadeh- Mehrjardi, R. and Akbarzadeh, A. ۲۰۱۰. Evaluation of Geostatistical Techniques for Mapping Spatial Distribution of Soil pH, Salinity and Plant Cover Affected by Environmental Factors in Southern Iran. Notulae Scintia Biolgicae ۲ (۴) , ۹۲-۱۰۳

Abstract

Soil salinity is one of the most important causes of desertification, reduces or removes capability of lands for agricultural practices. The present study aims to investigate how different interpolation methods influence on estimation of soil salinity in unsampled areas and on the quality of distribution maps. Therefore, soil salinity data were collected by determination of electrical conductivity in ۱:۱ soil: water extracts from ۰-۱۰ cm depth of ۲۹۱

points all around Khuzestan Province in March and April ۲۰۱۴. Different methods including inverse distance weighting (IDW), radial basis functions, local polynomial interpolation and kriging methods were used to estimate soil salinity in unsampled areas using ArcGIS ۱۰.۲ software. To compare the precision of maps produced by the methods, cross validation was used with statistical parameters of RMSE (۲۰.۲۶and R۲ (۰.۴۵). Results showed that kriging has the minimum and maximum values of RMSE and correlation coefficient, respectively. The results also indicated that after kringing, the local polynomial interpolation approach is the second best method for interpolation of soil salinity in the area.

تهیه نقشه شوری خاک سطحی بر پایه روش‌های درون‌یابی قطعی و زمین‌آمار (مطالعه موردی در اراضی توتکابن استان گیلان)

افشین اشرف‌زاده [۱]، محبوبه آقاجانی [۲]، الهام علیدوست [۳]
۱- استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- دانشجوی دکترای فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک تحت تاثیر نوع کاربری اراضی می‌باشد. شناخت سیستم مدیریت زراعی، شهری و صنعتی صحیح هر منطقه از تخریب منابع آب و خاک کشور جلوگیری می‌نماید. از آنجا که شوری منابع آب و خاک، عامل محدودکننده در مدیریت حوضه آبریز محسوب می‌شود، بنابراین در تحقیق حاضر با استفاده از روش‌های قطعی و زمین‌آمار، شوری خاک سطحی در انواع کاربری اراضی منطقه توتکابن (جنوب استان گیلان) بررسی شد. در این راستا، از روش‌های زمین‌آمار کریجینگ معمولی و کریجینگ ساده و روش‌های قطعی عکس فاصله، تابع شعاعی، تخمینگر موضعی و تخمینگر عام استفاده شد. در نهایت، با مقایسه روش‌های مختلف، روش زمین‌آمار کریجینگ معمولی و روش قطعی تابع شعاعی، به ترتیب با ضریب تبیین ۸۱/۰ و ۷۹/۰ به منظور درون‌یابی شوری خاک سطحی متناسب با الگوی کاربری اراضی توتکابن، مناسب تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: کریجینگ معمولی، روش تابع شعاعی، نرم‌افزار ArcGIS.

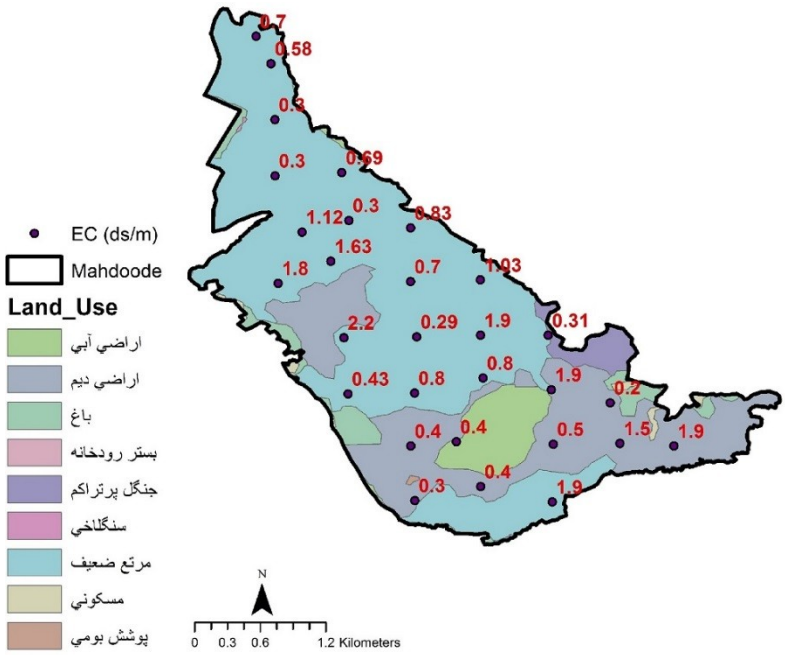
مقدمه
مدیریت روش‌های خاک‌ورزی، کوددهی و به کارگیری درست سیستم‌های آبیاری، نقش مهمی در کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست ایفا می‌کند. همچنین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تاثیر روش‌های مدیریت شهری، صنعتی و زراعی قرار دارد. از جمله خطرهای بالقوه زیست محیطی می‌توان به شور شدن خاک‌ها اشاره نمود که به طور طبیعی و یا در اثر فعالیت‌های انسانی نظیر الگوی کشت و کاربری اراضی رخ می‌دهد.
باتوجه به شرایط اجرایی دشوار و هزینه بالای روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی، ابزار زمین‌آمار به طور گسترده‌ای به منظور برآورد تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده قرار گرفته است (Abbas et al., ۲۰۱۳). در تحقیق دیگری، با تهیه نقشه شوری خاک بخشی از اراضی جنوب شرقی کشور کوبا، مشخص شد که شوری خاک در اراضی پست به علت کم‌عمق بودن سطح آب زیرزمینی، بیشتر است (Utset and Borroto، ۲۰۰۱). همچنین در پژوهش دیگری نقشه خاک‌های شور و سدیمی جنوب شهرستان مه‌ولات خراسان رضوی با استفاده از روش‌های دورسنجی و زمین‌آمار، تهیه شد (دائم‌پناه و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از روش کریجینگ در برآورد مقدار شوری و قلیاییت خاک، موجب کاهش انحراف معیار داده‌ها می‌شود.
بخش‌های وسیعی از مساحت کشور، به دلیل بالا بودن مقدار تبخیر و تعرق و پایین بودن میزان نزولات جوی در زمره مناطق خشك و نیمه‌خشك طبقه‌بندی شده و شوری خاك یکی از مشکلات این مناطق محسوب می‌شود. باتوجه به دشوار بودن اصلاح و بازیابی خاک‌های شور، حفاظت از خاک‌های سایر مناطق کشور نظیر استان‌های شمالی ایران در برابر پدیده شوری، ضروری می‌باشد. بنابراین این مطالعه با هدف انتخاب بهترین روش درون‌یابی به منظور مطالعه تغییرات کیفی و مکانی شوری خاک سطحی در کاربری‌های مختلف اراضی در منطقه توتکابن استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها
منطقه توتکابن در جنوب استاد گیلان و در مسیر رودخانه سفیدرود واقع شده است (شکل ۱). این منطقه در محدوده حوضه آبریز فرعی کوچصفهان و آستانه و در مجاورت زیرحوضه درجه ۲ سراب سد تاریک قرار دارد و براساس اقلیم‌نمای دومارتن دارای آب و هوای خشک می‌باشد. میانگین بارندگی منطقه ۸۰۰ میلیمتر، متوسط درجه حرارت سالانه ۱۴ درجه سانتیگراد و تبخیر و تعرق سالانه حوضه ۱۲۵۰ میلیمتر است. منطقه توتکابن براساس تحقیقی به لحاظ خشکسالی هواشناختی و بر مبنای شاخص‌های RDI و PNI، در اکثر سال‌ها در شرایط نرمال قرار داشته است. اما در شرایط خشکسالی منطقه‌ای، در معرض آسیب‌های این پدیده مخرب قرار دارد (اشرف‌زاده و آقاجانی، ۱۳۹۳).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه توتکابن

به منظور انجام تحلیل‌های زمین‌آماری، در مجموع ۳۰ نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری منطقه مورد مطالعه برداشت گردید که ۲۰ نمونه برای درون‌یابی و ۱۰ نمونه به منظور اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفت. مقدار هدایت الکتریکی خاک (بر حسب دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان شاخص شوری خاک سطحی مورد استفاده قرار گرفت. توزیع نقاط نمونه‌برداری و مقادیر شوری خاک سطحی در شکل ۲ ارائه شده است.



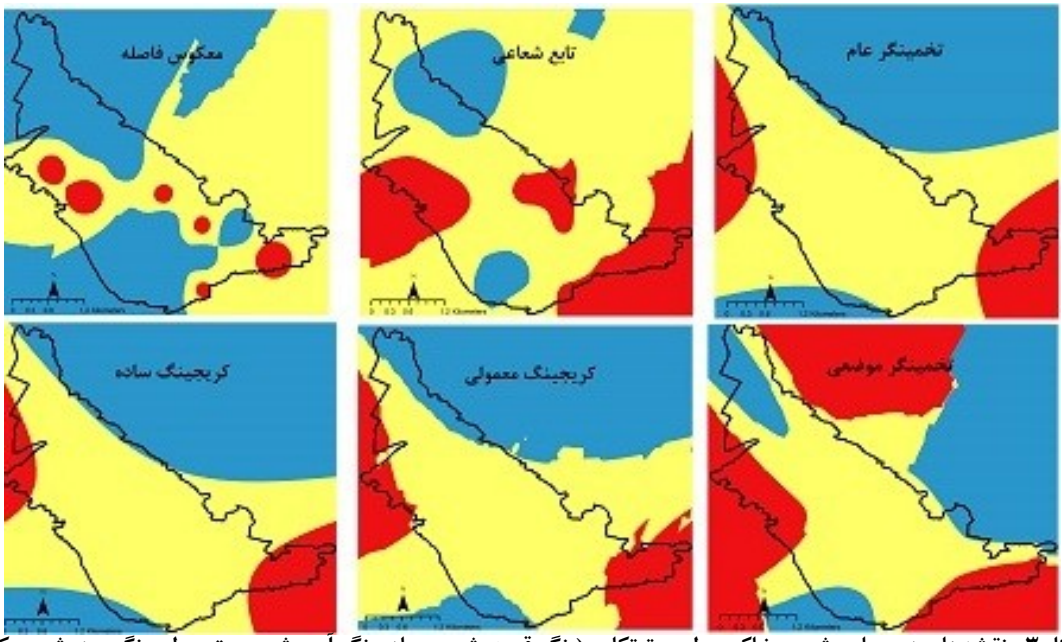
شکل ۲- نقشه کاربری اراضی و توزیع نقاط نمونه‌برداری

تبعیت از توزیع نرمال در روش‌های قطعی شرط غیرلازم و در روش‌های زمین‌آمار شرط لازم به جهت افزایش دقت درون‌یابی محسوب می‌شود. بنابراین ابتدا، بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال در نرم‌افزار Mini Tab ۱۷ صورت پذیرفت. ضریب چولگی و نتیجه آزمون کولموگروف- اسمیرنف نشان دادند که توزیع داده‌های شوری خاک سطحی از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند. پس از آزمودن روش های مختلف، نرمال‌سازی توزیع داده‌ها با استفاده از تبدیل لگاریتمی انجام شد.

در مرحله بعد، نقشه‌های درون‌یابی بر اساس دو دسته روش درون‌یابی قطعی و زمین‌آمار و در نرم‌افزار ArcGIS تهیه شدند. روش‌های زمین‌آمار شامل کریجینگ معمولی[۶۳] و کریجینگ ساده[۶۴] و روش‌های قطعی شامل عکس فاصله[۶۵]، تابع شعاعی[۶۶]، تخمینگر موضعی[۶۷]، و تخمینگر عام[۶۸] بودند. در نهایت بهترین مدل درون‌یابی با توجه به شاخص‌های آماری ضریب تبیین (R^2) و مجذور مربعات میانگین خطا (RMSE) انتخاب گردید.

نتایج و بحث

با توجه به داده‌های شوری خاک سطحی منطقه توتکابن، نقشه‌های درون‌یابی در ۳ کلاس شوری کم (۵/۰- ۰ دسی‌زیمنس بر متر)، شوری متوسط (۵/۱- ۵/۰ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری زیاد (۵/۲- ۵/۱ دسی‌زیمنس بر متر) طبقه‌بندی شدند. نقشه‌های تهیه شده بر اساس روش‌های زمین‌آمار و قطعی در شکل ۳ ارائه شده‌اند.



شکل ۳- نقشه‌های درون‌یابی شوری خاک سطحی توتکابن (رنگ قرمز: شوری زیاد، رنگ آبی: شوری متوسط و رنگ زرد: شوری کم)

مقادیر شاخص‌های آماری ضریب تبیین و مجذور مربعات میانگین خطا به منظور انتخاب بهترین روش درون‌یابی شوری خاک سطحی منطقه توتکابن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی روش‌های درون‌یابی

شاخص آماری	معکوس فاصله	تابع شعاعی	تخمینگر موضعی	تخمینگر عام	کریجینگ معمولی	کریجینگ ساده
ضریب تبیین	۵۶/۰	۷۹/۰	۵۳/۰	۶۱/۰	۸۱/۰	۷۳/۰
مجذور مربعات میانگین خطا	۳۲/۱	۷۳/۰	۶۵/۱	۱۷/۱	۶۵/۰	۶۹/۰

۶۳ - Ordinary Kriging
۶۴ - Single Kriging
۶۵ - Inverse Distance Weighting
۶۶ - Radial Basis Functions
۶۷ - Local Polynomial Interpolation
۶۸ - Global Polynomial Interpolation

نتایج جدول ۱ نشان داد که از بین روش‌های قطعی، روش تابع شعاعی برپایه تابع کرنل Completely Regularized Spline و از بین روش‌های کریجینگ، روش کریجینگ معمولی تابع کرنل نمایی، به دلیل داشتن R^2 بالاتر و RMSE کمتر جهت تولید نقشه تغییرات شوری خاک سطحی در منطقه توتکابن مناسب هستند.

همچنین مقایسه دو روش تابع شعاعی و کریجینگ معمولی نشان داد که روش کریجینگ معمولی با ضریب تبیین بالاتر و میزان اندک مجذور مربعات میانگین خطا، نسبت به روش تابع شعاعی ارجحیت داشته و لذا به عنوان روش نهایی در تهیه نقشه تغییرات شوری خاک در منطقه توتکابن گیلان انتخاب شد.

محمدی و چیت ساز (۱۳۸۱) نیز در مطالعه‌ای که به بررسی تغییرات برخی ویژگی‌های خاک سطحی شامل هدایت الکتریکی، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک پرداخته بودند، دریافتند که روش کریجینگ معمولی راهکار مناسبی جهت انجام درون‌یابی است. در پژوهش دیگری حسینی و همکاران (۱۹۹۴) روش‌های کریجینگ معمولی، میانگین متحرک، عکس فاصله و نزدیک‌ترین همسایگی را برای برآورد شوری خاک در استان خوزستان مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق روش کریجینگ معمولی بهترین روش درون‌یابی تشخیص داده شد.

باتوجه به نقشه تهیه شده به روش کریجینگ معمولی، اراضی آبی و مراتع قسمت‌های مرکزی که بخش وسیعی از حوضه را دربرمی‌گیرد، در کلاس شوری کم طبقه‌بندی شدند. در حالی‌که مناطق مسکونی و اراضی دیم شمال‌غربی و جنوب‌شرقی توتکابن در کلاس شوری زیاد جای گرفتند. بنابراین توجه به سموم، کود کشاورزی و پسماندهای شهری موجب کنترل شوری خاک سطحی این منطقه می‌شود. در تحقیق دیگری بیان شد که گسترش اراضی شهری باعث افزایش شوری آب رودخانه و در نتیجه شور شدن اراضی می‌شود که مطالعه حاضر نیز موید این مطلب است (Pastuszak et al.، ۲۰۱۲). همچنین در پژوهش دیگری محققان دریافتند که کاربری‌های شهری و کشاورزی بر افزایش روند شوری آب رودخانه و خاک محدوده تأثیر بسزایی دارد که این یافته با نتیجه این مطالعه مطابقت دارد (Chessman and Townsend، ۲۰۰۹).

به طور کلی، بررسی تغییرات شوری در انواع کاربری‌های اراضی منطقه توتکابن نشان داد که مناطق مسکونی و اراضی کشت دیم به جهت وجود منابع آلاینده، در خطر افزایش شوری خاک سطحی قرار دارند. لذا توجه به مدیریت شهری، صنعتی و کشاورزی به جهت کنترل آلاینده‌های منجر به شوری خاک، ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین توجه به الگوی کشت و آبیاری نقش مهمی در کنترل شوری اراضی منطقه دارد. زیرا استفاده از آب‌های شور در آبیاری، انتقال املاح محلول اراضی مرتفع به مناطق پایین‌دست به کمك جریان آب، تبخیر شدید و عدم کفایت بارندگی از جمله دلایل افزایش شوری خاک سطحی است.

در پژوهشی با مدل‌سازی اثر روش‌های مختلف کاربری اراضی در حوضه‌ای در چین مشخص شد که کاربری‌های مختلف اراضی، اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب و خاک حوضه بر جای می‌گذارد (Yang et al.،۲۰۰۸). همچنین پژوهشگر دیگری با دستیابی به نتایج مشابه بیان کرد که کیفیت آب و خاک محدوده رودخانه‌های ایالت کالیفرنیا، در اثر توسعة کشاورزی و فعالیت‌های دامداری و دامپروری دچار آلودگی شده است (Hasler، ۲۰۰۴).

البته باید توجه داشت که شوری مواد مادری تشکیل‌دهنده خاك نیز عامل مهمی در شوری پایه خاک منطقه است. بنابراین توجه به بسترهای زمین‌شناسی دارای پتانسیل شوری و تراز آب زیرزمینی نقش تاثیرگزاری در انتخاب کابری اراضی به جهت کنترل شوری خاک منطقه دارد.

به طور کلی، مدیریت بهینه و ارتقای کیفیت منابع آب و خاک کشور، نیازمند دستیابی به مقادیر عددی و تغییرات مکانی و زمانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک در یك منطقه جغرافیایی معین می‌باشد. در این تحقیق مشخص شد که برآورد و تحلیل مکانی شدت تغییرات ویژگی کیفی شوری خاک سطحی، با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و قطعی، با دقت بالایی قابل استناد است.

منابع

اشرف‌زاده، ا. و آقاجانی، م. ۱۳۹۳. پایش زمانی و مکانی خشکسالی هواشناختی ایران بر اساس شاخص‌های RDI و PNI. صفحه‌های ۱ تا ۱۰. چهارمین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان.

دائم پناه، ر. حق نیا، غ. ح. علیزاده، ا. و کریمی کارویه، ع. ر. ۱۳۹۰. تهیه نقشه شوری و سدیمی خاک سطحی با روش‌های دورسنجی و زمین‌آماری در جنوب شهرستان مه‌ولات. نشریه آب و خاک (علوم کشاورزی و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۳، صفحه‌های ۴۹۸ تا ۵۰۸.

محمدی، ج. و چیت ساز، ع. ۱۳۸۱. مقایسه تخمینگرهای ژئواستاتیستیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده‌های رقومی TM. . مجله علوم خاک و آب، شماره ۱۶، صفحه‌های ۹۵ تا ۱۰۲.

Abbas A., Khan S., Hussain N., Hanjra M.A. and Akbar S. ۲۰۱۳. Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach. Physics and Chemistry of Earth, Parts, ۲۴ : ۴۳-۵۲.

Chesman B. and Townsend S. ۲۰۱۰. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrasting behaviour of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. Ecological Indicators, ۱۰ (۳): ۶۲۰-۶۲۶.
Hasler M. ۲۰۰۴. Animal grazing effects on runoff water quality in a semiarid grassland. Journal of Environmental Quality, ۲۱: ۱۰۲- ۱۰۵.
Hosseini E., Gallichand J.D. and Marcotte H. ۱۹۹۴. Theoretical and experimental performance of spatial interpolation methods for salinity analysis. Journal of Hydrology, ۳۶: ۱۷۹۹-۱۸۰۷.
Pastuszak M., St lnacke P., Pawlikowski K. and Witek Z. ۲۰۱۲. Response of Polish rivers (Vistula, Oder) to reduced pressure from point sources and agriculture during the transition period. Journal of Marine Systems, ۹۴: ۱۵۷-۱۷۳.
Utset A. and Borroto M. ۲۰۰۱. A modeling-GIS approach for assessing irrigation effects on soil salinization under global warming conditions. European Journal of Scientific Research, ۵۰: ۵۳-۶۳.
Yang J., Reichert P., Abbaspour K., Xia J. and Yang H. ۲۰۰۸. Comparing uncertainty analysis techniques for a SWAT application to the Chaohe Basin in China. Journal of Hydrology, ۳۵۸: ۱-۲۳.

Abstract

Soil chemical, physical and biological properties are affected by land use type. Understanding and application of correct agricultural, municipal and industrial management systems in each region mitigate the degradation of water and soil resources. Since the salinity of soil and water resources, is a limiting factor of catchment management, thus, soil salinity level in different land use of Tutkabon (south of Gilan Province) was studied by using of deterministic and geostatistics methods. In this regard, ordinary and simple kriging and some deterministic methods include Inverse Distance Weighting, Radial Basis Functions, Global Polynomial Interpolation, Local Polynomial Interpolation, Ordinary Kriging and Single Kriging was used. Finally, by comparing different methods of interpolation, ordinary Kriging method of geostatistics and Radial Basis Functions method of deterministic, were appropriate for the interpolation of surface soil salinity according to the land use pattern in Tutkabon with the R۲ of ۰.۸۱ and ۰.۷۹ respectively.

ارزیابی روش‌های مختلف نقشه‌برداری رقومی برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف (مطالعه‌ی موردی: دشت شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری)

زهره مصلح [۱]، اعظم جعفری [۲]، محمدحسن صالحی [۳]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۴]، عبدالمحمد محنت کش [۵]
۱-دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۲-استاد گروه خاک دانشگاه شهرکرد، ۳-استادیار گروه خاک دانشگاه باهنر کرمان، ۴- استادیار گروه خاک دانشگاه ولیعصر رفسنجان، ۵ -عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد

چکیده
به‌منظور بررسی کارایی روش‌های مختلف نقشه‌برداری رقومی برای پیش‌بینی کربن آلی در عمق‌های مختلف خاک دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری، ۱۲۰ خاک‌رخ با فواصل تقریبی ۷۵۰ متر حفر، تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. سپس، میانگین وزنی میزان کربن آلی برای چهار عمق صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰، ۵۰ تا ۷۵ و ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر محاسبه گردید. پیش‌بینی کربن آلی در هر عمق با استفاده از مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون درختی توسعه‌یافته، خطی تعمیم‌یافته و خطی چندمتغیره انجام شد. نتایج نشان داد که کارایی مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی میزان کربن آلی خاک در هر یک از عمق‌های مورد مطالعه، یکسان می‌باشد. در تمامی مدل‌ها، جذر میانگین مربع خطا از سطح به عمق کاهش یافت. همچنین در تمامی عمق‌ها، اجزای سرزمین مهم‌ترین پارامترهای محیطی در بیان تغییرات کربن آلی بودند. ماهیت ویژگی مورد بررسی و تعداد نمونه‌ها می‌توانند بر صحت نتایج مؤثر باشند.

واژه های کلیدی: اجزای سرزمین، شبکه‌ی عصبی مصنوعی، مدل‌های رگرسیونی

مقدمه
با توجه به اینکه تغییرپذیری ویژگی‌های خاک بر نتایج ارزیابی تناسب اراضی تأثیرگذار هستند اطلاعات کافی و دقیق از ویژگی‌های خاک و تغییرات آن‌ها می‌تواند گامی جدید در راستای بهره‌وری مناسب از اراضی باشد. نقشه‌ی خاک از جمله مهم‌ترین منابع اطلاعاتی است که برای بهبود طبقه‌بندی تناسب اراضی و آمایش سرزمین به‌کار برده می‌شود (Van Ranst *et al*., ۱۹۹۶). در این راستا نقشه‌برداری رقومی خاک، به‌عنوان یکی از فنون جدید نقشه‌برداری، با بررسی تغییرات پیوسته‌ی خاک، تلاش می‌کند تا بر اساس پارامترهای محیطی که به‌سادگی قابل دست‌یابی هستند؛ کلاس‌های خاک یا ویژگی‌های آن را با دقت بالا پیش‌بینی کند. در این روش، برای کاهش وقت و هزینه، پیش‌بینی مکانی خاک‌ها و ویژگی‌های آن‌ها بر اساس ارتباط با پارامترهای محیطی انجام می‌شود و در این زمینه، مدل‌های مختلفی مانند رگرسیون لاجیستیک، شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون درختی توسعه‌یافته استفاده می‌شوند. یکی از موضوعات مهم در تکنیک نقشه‌برداری رقومی، مدل مورد استفاده برای ارتباط دادن پارامترهای محیطی با ویژگی مورد بررسی می‌باشد (Brungard *et al*., ۲۰۱۵). همچنین کاربرد موفقیت‌آمیز نقشه‌برداری رقومی خاك به میزان داده‌های موجود از منطقه‌ی مطالعاتی و پارامترهای محیطی استفاده شده در مدل بستگی دارد (Stoorvogel *et al*., ۲۰۰۹).

کربن آلی خاک تأثیر زیادی بر سایر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد و از شاخص‌های مهم کیفیت خاک محسوب می‌شود (Dexter *et al*., ۲۰۰۸). به همین دلیل، اطلاع از میزان و چگونگی تغییرات کربن آلی خاک برای ارزیابی کیفیت و مدیریت بهینه‌ی خاك، سودمند خواهد بود. آدهیکاری و همکاران (۲۰۱۴) تغییرات کربن آلی خاک را در پنج عمق (صفر تا ۵، ۵ تا ۱۵، ۱۵ تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر) با استفاده از مدل رگرسیون کریجینگ و بر اساس اطلاعات بارندگی، شاخص خیسی، ارتفاع، نقشه‌ی خاک، نقشه‌ی زمین‌شناسی و کاربری منطقه، مورد مطالعه قرار دادند و بیان کردند که میزان بارندگی و نوع کاربری از مهم‌ترین عوامل در پیش‌بینی تغییرات کربن آلی هستند. گریم و همکاران (۲۰۰۸) تغییرات کربن آلی خاک را در عمق‌های مختلف (صفر تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) با استفاده از مدل جنگل‌های تصادفی بررسی کردند و نشان دادند که اجزای سرزمین (شیب، شاخص توپوگرافی)، تغییرات کربن آلی را در خاک سطحی به‌خوبی توصیف می‌کنند.

در ایران، مطالعات اندکی در رابطه با مقایسه‌ی روش‌های نقشه‌برداری رقومی ویژگی‌های خاک در عمق‌های مختلف خاك انجام شده است و اکثر مطالعات در مناطقی با تغییرپذیری زیاد فاکتورهای خاک‌سازی انجام گرفته‌اند. از طرفی، تغییرات کربن آلی خاک در مناطق مسطح در عمق‌های مختلف و با استفاده از روش‌های گوناگون مدلسازی رقومی، مورد توجه کافی قرار نگرفته است. این در حالی است که برای ارزیابی تناسب اراضی برای بیش‌تر گیاهان زراعی، نیاز به اطلاعات دقیق از میزان کربن خاک تا عمق یک متر می‌باشد. در پژوهش حاضر، کارایی روش‌های مختلف نقشه‌برداری رقومی به‌منظور پیش‌بینی کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف در دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۸۸۰۰ هکتار شامل بخشی از اراضی دشت شهرکرد می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی ′۵۲ °۵۰ تا ′۵۹ °۵۰ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ′۱۳ °۳۲ تا ′۲۳ °۳۲ شمالی قرار گرفته است. میانگین بارندگی و دمای سالیانه‌ی منطقه، به ترتیب ۳۲۲ میلی‌متر و ۵/۱۲ درجه‌ی سلسیوس و میانگین ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۲۰۵۰ متر می‌باشد. بر اساس مطالعات خاکشناسی نیمه‌تفصیلی (Rossiter, ۲۰۰۰)، ۱۲۰ خاک‌رخ با فواصل تقریبی ۷۵۰ متر، حفر گردید و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های خاک، پس از هواخشک شدن در محیط آزمایشگاه، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. برای تمامی افق‌ها، کربن آلی به روش سوزاندن تر (Walkley and Black, ۱۹۳۴) تعیین گردید و پس از آن با استفاده از روش میانگین‌گیری وزنی، میزان کربن آلی برای چهار عمق صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰، ۵۰ تا ۷۵ و ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر محاسبه گردید.

برای پیش‌بینی میزان کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف، پارامترهای محیطی مختلفی در این پژوهش استفاده شدند. با استفاده از مدل رقومی ارتفاع با تفکیک مکانی ۳۰ متر (تهیه‌شده از وب‌سایت مدل رقومی ارتفاع جهانی استر) ویژگی‌های اولیه و ثانویه‌ی مدل رقومی ارتفاع شامل درصد شیب، جهت شیب، انحنای خالص، انحنای نیم‌رخ، انحنای سطحی، جهت جریان، تجمع جریان، تابش مستقیم، مدت تابش، تابش پخشیده، شاخص قدرت جریان، شاخص خیسی و شاخص هموارای دره با درجه تفکیک بالا تعیین گردیدند. شاخص‌های سنجش از دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست ۸ (سال ۲۰۱۴) به‌دست آمدند. همچنین نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه (با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)، نقشه‌ی خاك موجود در منطقه (با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) و نقشه‌ی ژئومورفولوژی منطقه به‌عنوان لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفتند.

در نهایت، مطابق با اندازه‌ی پیکسلی پیشنهاد شده برای نقشه‌برداری در سطح نیمه‌تفصیلی (McBratney *et al*., ۲۰۰۳)، تمامی پارامترهای کمکی به نقشه‌هایی با اندازه‌ی پیکسل ۵۰ متر تبدیل شدند و با برازش مدل‌های مختلف شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی، رگرسیون درختی توسعه‌یافته، مدل خطی تعمیم‌یافته و مدل خطی چندمتغیره بر پارامترهای محیطی و همچنین اطلاعات کربن آلی در نرم‌افزار R، مهم‌ترین پارامترهای محیطی در پیش‌بینی میزان کربن آلی خاک برای هر عمق تعیین گردیدند و نقشه‌های توزیع مکانی کربن آلی در عمق‌های مختلف تهیه شدند.

داده‌ها به داده‌های آموزشی (۸۰ درصد) و اعتبارسنجی (۲۰ درصد) تقسیم شدند. پس از آن با مقایسه‌ی داده‌های مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده، با استفاده از شاخص‌های جذر میانگین مربع خطا و میانگین خطا، صحت مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی کربن آلی در عمق‌های مختلف تعیین و مقایسه گردید.

نتایج و بحث

میانگین کربن آلی از ۰۶/۱ درصد در خاک سطحی تا ۴۲/۰ درصد در عمق ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر است که نشان‌دهنده‌ی کاهش میزان کربن آلی خاک با عمق می‌باشد و پایین‌ترین عمق، کم‌ترین تغییرپذیری کربن آلی را دارد (جدول ۱). نتایج مدل‌سازی نشان داد که کارایی مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی میزان کربن آلی خاک در هر یک از عمق‌های مورد مطالعه، یکسان می‌باشد و تفاوت در مقادیر جذر میانگین مربع خطا و میانگین خطا برای مدل‌های مختلف از نظر آماری (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار نیست. بنابراین، می‌توان بیان نمود که در این پژوهش، نوع مدل استفاده شده تأثیری در صحت پیش‌بینی نداشته است (جدول ۲).

نتایج بیانگر این است که در تمامی عمق‌ها، در بین پارامترهای محیطی (لایه‌های اطلاعاتی) مورد مطالعه، اجزای سرزمین تأثیر بسیار زیادی در پیش‌بینی کربن آلی دارند (جدول ۳). تأثیراجزای سرزمین در یک منطقه‌ی مسطح حائز اهمیت است. همچنین نتایج این پژوهش حاکی از آن است که برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف، صرف‌نظر از نوع مدل بکار برده شده، ارتفاع، تابش پخشیده و شاخص کربنات، مهم‌ترین پارامترها در پیش‌بینی کربن آلی خاک می‌باشند و اجزای سرزمین حتی در عمق‌های پایین نیز می‌توانند نقش مهمی در پیش‌بینی کربن آلی خاک ایفا نمایند. اجزای سرزمین با تأثیر بر درجه حرارت و میزان رطوبت، توزیع مکانی خاک و ویژگی‌های آن را کنترل می‌کنند و تابش پخشیده با تأثیری که در کنترل دما دارد می‌تواند بر میزان پوشش گیاهی مؤثر باشد (Marques and Mora, ۱۹۹۲).

جدول ۱. برخی از پارامترهای آماری کربن آلی اندازه‌گیری شده در عمق‌های مختلف خاک

عمق (سانتی‌متر)	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
۲۵-۰	۰۸/۰	۸/۳	۰۶/۱	۷/۰	۰/۶۶
۵۰-۲۵	۰۸/۰	۰/۳	۶۵/۰	۴۸/۰	۰/۷۳
۷۵-۵۰	۱۲/۰	۶/۲	۴۹/۰	۳۳/۰	۰/۶۷
۱۰۰-۷۵	۱۲/۰	۴۴/۱	۴۲/۰	۲۴/۰	۰/۵۷

جدول ۲. معیارهای ارزیابی صحت پیش‌بینی مدل‌ها در عمق‌های مختلف

عمق (سانتی‌متر)	مدل‌های مورد استفاده							
	GLM		BRT		MLR		ANN	
	جذر میانگین مربع خطا	میانگین خطا	جذر میانگین مربع خطا	میانگین خطا	جذر میانگین مربع خطا	میانگین خطا	جذر میانگین مربع خطا	میانگین خطا
۲۵-۰	۵۰/۰	-۲۱/۰	۵۳/۰	-۲۰/۰	۵۰/۰	-۲۱/۰	۵۵/۰	-۲۴/۰
۵۰-۲۵	۲۸/۰	-۰۵/۰	۳۱/۰	-۱/۰	۳۲/۰	-۰۷/۰	۳/۰	-۰۵/۰
۷۵-۵۰	۲۵/۰	-۰۷/۰	۲۷/۰	-۰۸/۰	۲۵/۰	-۰۹/۰	۲۵/۰	-۰۹/۰
۱۰۰-۷۵	۱۹/۰	-۰۸/۰	۲۲/۰	۰۷/۰	۲۱/۰	-۰۸/۰	۱۸/۰	-۰۹/۰

GLM: مدل خطی تعمیم‌یافته، BRT: مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته، MLR: مدل خطی چند متغیره و ANN: مدل شبکه عصبی مصنوعی

جدول ۳. پارامترهای محیطی انتخاب شده توسط هر مدل برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف

عمق (سانتی‌متر)	مدل‌های مورد استفاده			
	GLM	BRT	MLR	ANN
۲۵-۰	ارتفاع و شاخص کربنات	ارتفاع، شاخص کربنات و تابش پخشیده	ارتفاع و شاخص کربنات	تابش پخشیده، ارتفاع و شاخص قدرت جریان
۵۰-۲۵	ارتفاع، شاخص کربنات و تابش پخشیده	ارتفاع، شاخص کربنات و تابش پخشیده	شاخص همواری دره با درجه‌ی تفکیک بالا، ارتفاع و شاخص کربنات	شاخص کربنات و شاخص رس
۷۵-۵۰	ارتفاع و تابش پخشیده	ارتفاع، شاخص کربنات و تابش پخشیده	شاخص همواری دره با درجه‌ی تفکیک بالا، ارتفاع و مدت تابش	ارتفاع و شاخص خیسی
۱۰۰-۷۵	ارتفاع، شاخص کربنات و تابش پخشیده	ارتفاع، شاخص کربنات و تابش پخشیده	انحنای خالص، انحنای نیم‌رخ و انحنای سطحی	شاخص خیسی و شاخص همواری دره با درجه‌ی تفکیک بالا

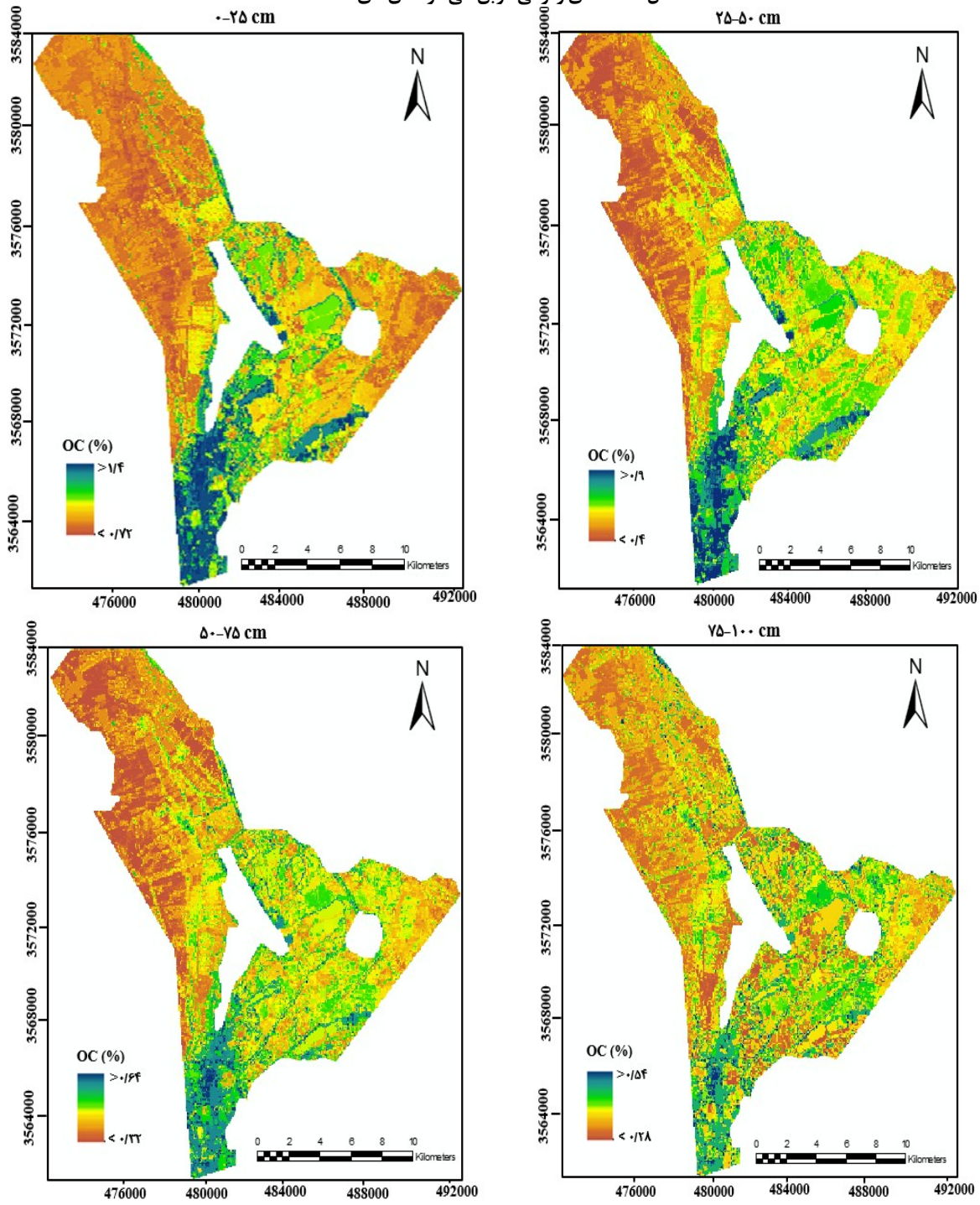
GLM: مدل خطی تعمیم‌یافته، BRT: مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته، MLR: مدل خطی چند متغیره و ANN: مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی

در تمامی مدل‌ها، جذر میانگین مربع خطا از سطح به عمق کاهش می‌یابد و بیش‌ترین و کم‌ترین صحت پیش‌بینی به ترتیب، مربوط به عمق ۷۵ تا ۱۰۰ و صفر تا ۲۵ سانتی‌متر است (جدول ۲). با توجه به تغییرپذیری زیاد کربن آلی در سطح خاک و این‌که میزان این ویژگی در لایه‌های سطحی خاک به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر مدیریت است (Farquharson *et al.*, ۲۰۰۳) به نظر می‌رسد که پارامترهای محیطی به خوبی نتوانسته‌اند ارتباط زیادی با میزان کربن آلی در سطح خاک داشته باشند. ویژگی‌های سطحی خاک به میزان زیادی متأثر از نوع مدیریت هستند و عمق‌های پایین‌تر خاک می‌توانند ارتباط خوبی با اجزای سرزمین برقرار کنند (Moore *et al.*, ۱۹۹۳). ارتفاع، شیب و نوع خاک، مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در پیش‌بینی کربن آلی خاک در دانمارک بوده‌اند (Bou Kheir *et al.*, ۲۰۱۰). درجی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که ارتفاع مهم‌ترین فاکتور در پیش‌بینی کربن آلی خاک تا عمق یک متر بوده و با افزایش عمق، جذر میانگین مربع خطا و ضریب تبیین کاهش یافته است.

به دلیل مشابه بودن نقشه‌های پیش‌بینی حاصل از مدل‌های مختلف، فقط نقشه‌های رقومی کربن آلی برای عمق‌های مختلف توسط مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته در شکل ۱ آورده شده‌اند. نقشه‌ها نشان می‌دهند که در تمامی عمق‌ها، بیشترین میزان کربن آلی مربوط به قسمت‌های جنوبی (کم ارتفاع‌ترین مناطق) منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد. معمولاً در مناطق کم ارتفاع (اراضی پست) تجمع آب بیش‌تر است. بنابراین، اکسیژن کمتری برای تجزیه‌ی بقایای گیاهی وجود دارد و در نتیجه، سرعت تولید مواد آلی از سرعت تجزیه‌ی آن‌ها بیش‌تر است (Alan Nath, ۲۰۰۶).

بر اساس نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که در منطقه‌ی مورد مطالعه، تأثیر پارامترهای محیطی انتخاب‌شده برای پیش‌بینی، به مراتب بیش‌تر از نوع مدل استفاده شده می‌باشد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که شناخت و آگاهی کارشناس از منطقه‌ی مورد مطالعه برای انتخاب پارامترهای محیطی که بتوانند تغییرات ویژگی‌های مورد بررسی را نشان دهند؛ سهم بسیار مهمی در صحت نتایج حاصل از روش نقشه‌برداری رقومی دارد. هرچند که ماهیت ویژگی مورد بررسی، میزان داده‌های استفاده شده برای آموزش مدل و اینکه تا چه میزان پارامترهای محیطی بتوانند تغییرات را توجیه نمایند از مسائل مهم در استفاده از روش‌های نوین می‌باشند که می‌توانند صحت نتایج را تحت تأثیر قرار دهند. پیشنهاد می‌گردد که روش نقشه‌برداری رقومی برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در مناطق دیگر، با سایر مدل‌ها و با تراکم بیش‌تر نمونه نیز انجام گردد تا با اطمینان بیش‌تری بتوان در مورد تأثیر نوع مدل و کارایی آن برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در عمق‌های مختلف اظهار نظر نمود.

شکل ۱. نقشه‌ی رقومی کربن آلی در عمق‌های مختلف



منابع

Adhikari K., Hartemink A.E., Minasny B., Bou Kheir R. and Greve M.B. ۲۰۱۴. Digital mapping of soil organic carbon contents and stocks in Denmark. PLOS ONE, ۹: ۱-۱۳.

Alan Nath D. ۲۰۰۶. Soil landscape modeling in the Northwest Iowa plains. Retrospective Theses and Dissertations. pp. ۸۸۶.

Bou Kheir R., Greve M.H., Bocher PK., Greve M.B. and Larsen R. ۲۰۱۰. Predictive mapping of soil organic carbon in wet cultivated lands using classification-tree based models: the case study of Denmark. Journal of Environmental Management, ۹۱: ۵۰-۶۰.

Brungard C.W., Boettinger J.L., Duniway M.C., Wills S.A., Edwards T. ۲۰۱۵. Machine learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. Geoderma, ۲۳۹-۲۴۰: ۶۸-۸۳

Dexter A.R., Richard G., Arrouays D., Czyz E.A., Jolivet C. and Duval O. ۲۰۰۸. Complexed organic matter controls soil physical properties. Geoderma, ۱۴۴: ۶۲۰-۶۲۷.

Dorji T., Odeh O.A., Field D.J. and Baillie I.C. ۲۰۱۴. Digital soil mapping of soil organic carbon stocks under different land use and land cover types in montane ecosystems, Eastern Himalayas. Forest Ecology and Management, ۳۱۸: ۹۱-۱۰۲.

Farquharson R.J., Schwenke G.D., Mullen J.D. ۲۰۰۳. Should we manage soil organic carbon in Vertosols in the northern grains region of Australia? Australian Journal of Experimental Agriculture, ۴۳: ۲۶۱-۲۷۰.

Grimm R., Behrens T., Marker M. and Elsenbeer H. ۲۰۰۸. Soil organic carbon concentrations and stocks on Barro Colorado Island: Digital soil mapping using RandomForests analysis. Geoderma, ۱۴۶: ۱۰۲-۱۱۳.

Marques M.A. and Mora E. ۱۹۹۲. The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain). Catena, ۱۹: ۳۳۳- ۳۴۳.

McBratney A.B., Mendonc M.L. and Minasny B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma, ۱۱۷: ۳- ۵۲.

Moore I.D., Gessler P.E., Nielsen G.A. and Peterson G.A. ۱۹۹۳. Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Science Society America Journal. ۵۷: ۴۴۳-۴۵۲.

Rossiter D.G. ۲۰۰۰. Methodology for Soil Resource Inventories. Soil Science Division, International institute for Aerospace Survey & Earth Science (ITC).

Stoorvogel J., Kempen J., Heuvelink B. and Bruin S. ۲۰۰۹. Implementation and evaluation of existing knowledge for digital soil mapping in Senegal. Geoderma, ۱۴۹: ۱۶۱-۱۷۰.

Van Ranst E. Tang H. Groenemam R. and Sinthurahat S. ۱۹۹۶. Application of fuzzy logic to land suitability for rubber production in peninsular Thailand. Geoderma, ۷۰: ۱-۱۹.

Walkley A. and Black I.A. ۱۹۳۴. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid in soil analysis. Soil Science Society of America Journal, ۷۹: ۴۵۹-۴۶۵.

Abstract

To investigate the ability of different techniques of digital soil mapping (DSM) to predict organic carbon (OC) at different depths in the Shahrekord plain of Chaharmahal-Va-Bakhtiari province, ۱۲۰ pedons with approximate distance of ۷۵۰ m were excavated, described and soil samples were taken from different genetic horizons. The OC values calculated at depths of ۰-۲۵, ۲۵-۵۰, ۵۰-۷۵ and ۷۵-۱۰۰ cm. Artificial neural networks, boosted regression tree, generalized linear and multiple linear regressions were used to predict OC. Results showed that different models had the same ability for prediction of OC in all depths. For all of the models, RMSE values showed a decreasing trend with depth. Also, results indicated that terrain attributes are the main auxiliary information to explain OC variation for all depths. The estimation accuracy can be influenced by the variability of soil properties and sampling density.

مطالعه تشکیل، تحول، تکامل و خصوصیات فیزیکو شیمیائی خاک‌های تحت رژیم رطوبتی زریک، منطقه ازندریان (همدان)

ناصر خسروی ۱، ، سهیلا سادات هاشمی ۲، اردوان کمالی ۳
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۲ -استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۳-دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
به منظور مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیائی و رده‌بندی خاک‌های منطقه ازندریان (همدان)، ۸ پروفیل مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که سولوم خاک دارای بافت سبک می‌باشد و بیش‌ترین مقدار رس ۲۰% در افق Bk پروفیل شماره ۶ مشاهده شد. پروفیل‌های خاک دارای سنگریزه بالائی هستند، واکنش خاک‌ها در دامنه قلیائی ضعیف بود که بیشترین مقدار pH برابر ۲/۸ و کم‌ترین مقدار آن ۳/۷ بود. ظرفیت تبادل کاتیونی CEC)) خاک‌ها بیشتر تابع نوع، مقدار رس و ماده آلی است و خاک‌های مورد مطالعه دارای مقدار رس و ماده آلی پائینی می‌باشند در نتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی پائینی دارند که کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار آن به ترتیب ۵ و ۱۱ Cmol (+) / kg بود و میزان ماده آلی خاک‌ها از ۳۴/۰% در افق C۱ پروفیل شماره ۳، افق C۱ پروفیل شماره ۵ الی ۳۵/۲% در افق A پروفیل شماره ۲، افق A پروفیل شماره ۷ متغییر بود. با توجه به این که میزان کربنات کلسیم در خاک نشان دهنده درجه تکامل خاک، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است، پروفیل‌های شماره ۲ و ۶ که دارای افق کلسیک می‌باشند، بیشترین تکامل و تحول دارند. RI شاخصی برای بررسی تکامل خاک است هرچه این شاخص بیشتر باشد، تکامل خاک بیشتر است، RIبالا در افق Bk دلیل بر تکامل این پروفیل نسبت به پروفیل‌های دیگر می‌باشد. با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیائی و مورفولوژی صحرائی، خاک‌های این منطقه بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی در دو رده انتسی‌سول و اینسپتی‌سول و ۴ تحت گروه، رده‌بندی شدند.

واژه های کلیدی: تکامل، رده‌بندی، خصوصیات فیزیکوشیمیائی، ازندریان

مقدمه
خاک مجموعه‌ای از ذرات معدنی و آلی است که به صورت طبیعی و تحت تاثیر فرآیندهای خاکساز به وجود آمده است، به‌طوری که مواد مادری خاک‌ها، تحت تأثیر اقلیم، پوشش گیاهی، در طی زمان و در شرایط توپوگرافی متفاوت به‌وجود می‌آید. سنگ بستر و مواد مادری بر مشخصات فیزیکی، شیمیائی، کانی شناسی و حاصلخیزی خاک‌ها تأثیر می‌گذارند و در بعضی مناطق ممکن است بر روی سنگ‌های مختلف، خاک‌های متفاوتی به‌وجود آید. نقش سنگ بستر و مواد مادری در تشکیل خاک‌ها بر حسب تأثیر متقابل سایر عوامل خاکسازی، از کم تا زیاد تغییر می‌کند (جعفری و سرمدیان، ۱۳۸۲). آب و هوا از طریق عوامل اقلیمی مانند، بارندگی، تبخیر و تعرق، یخبندان، باد و ... به طور مستقیم بر فرآیندهای خاکسازی تأثیرگذار است و از طرف دیگر این عوامل بر رشد گیاه، تولید محصول و نحوه استفاده از اراضی تأثیرگذار می‌باشند. پوشش گیاهی رابطه معنی‌داری با مشخصات خاک‌های هر منطقه دارد و از نظر اکولوژیکی این دو با هم به تعادل می‌رسند. عامل پستی و بلندی، اثر قابل توجهی بر مشخصات خاک‌های هر منطقه دارد، این عامل به‌وسیله شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا بر مشخصات خاک‌ها تأثیر می‌گذارد و از طرف دیگر اقلیم و پوشش گیاهی را نیز متأثر می‌سازد. بای‌بوردی (۱۳۷۲)، معتقد است که بهترین شرایط برای تشکیل خاک، اراضی تپه ماهور با شیب ملایم هستند، چرا که در این اراضی مقدار رواناب سطحی کم بوده و زهکشی نیز مناسب است. مطالعه خاک‌های منطقه شبانکاره میمند نشان داد که خاک‌های واقع بر رسوبات آبرفتی- واریزه‌ای بادبزنی شکل، به دلیل ناپایداری سطح خاک ناشی از افزوده شدن پی‌درپی مواد رسوبی و نبودن شرایط لازم برای انجام خاکسازی، فاقد افق‌های مشخصه به جز افق سطحی اکریک هستند (دیالمی، ۱۳۸۰). خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور و از عوامل اصلی تولید می‌باشد و با توجه به اقلیم‌های مختلفی که در کشور حکم فرماست می‌توان انتظار داشت انواع متفاوتی از خاک‌ها در طی قرون گذشته به‌وجود آمده باشند. با تهیهٔ شناسنامهٔ خاک برای هر منطقه می‌توان کلیهٔ خصوصیات خاک را از نظر کشاورزی بررسی کرد و راه‌های برطرف کردن کمبودها را در هر منطقه بر اساس نوع خاک غالب آنجا با دقت بیشتری مورد بررسی قرار داد، علاوه بر این می‌توان راهکارهای مؤثر در جهت رفع کمبودها و افزایش بهره‌وری از خاک را به کشاورزان منطقه پیشنهاد کرد، لذا به منظور سهولت مطالعه خاک‌ها، طبقه‌بندی آن‌ها حائز اهمئیت زیادی است. این تحقیق در منطقه ازندریان با هدف بررسی تشکیل، تحول، تکامل، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رده‌بندی خاک‌های این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل بخش ازندریان می‌باشد که بین ۴۸درجه، ۳۹ دقیقه تا ۴۸ درجه، ۴۷ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه، ۲۶ دقیقه تا ۳۴ درجه، ۳۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا از ۱۷۰۰ تا ۲۰۱۰ متر متغییر می‌باشد. چون منطقه مورد مطالعه بدون ایستگاه هواشناسی می‌باشد به همین جهت، از آمار ایستگاه هواشناسی ملایر که نزدیکترین ایستگاه نسبت به اراضی مورد مطالعه بود، استفاده شد. این ایستگاه تقریباً در ۳۴ درجه، ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه، ۴۹ دقیقه طول شرقی منطقه واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۴۰ متر می‌باشد. آب و هوای منطقه‌ی مورد مطالعه در تابستان گرم و خشک و زمستان سرد و مرطوب می باشد. ریزش‌های جوی در فصل پاییز، زمستان و بطور عمده در اواخر زمستان و اوائل بهار اتفاق می افتد. طبق آمار ۷ ساله ایستگاه هواشناسی ملایر، میانگین بارندگی سالیانه ۳/۳۶۳ میلی‌متر است که بیش از ۴۴ درصد آن در فصل زمستان رخ می‌دهد و میانگین حداکثر حرارت سالانه ۶/۲۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل حرارت سالانه ۵/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (ریاحی، ۱۳۶۸). در این مطالعه، بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه‌هایی با مقیاس مناسب، ۸ پروفیل در منطقه ازندریان حفر، تشریح و رده‌بندی شدند و ویژگی‌های مورفولوژیکی آن‌ها تعیین گردید. بر اساس مطالعات نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی، این خاک‌ها به ترتیب زریک[۶۹] و مزیک[۷۰] می‌باشند (بنائی، ۱۹۹۸). پس از حفر و تشریح پروفیل‌های خاک، نمونه‌برداری از هر یک از افق‌های پروفیل خاک صورت گرفت، نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند، خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آن‌ها بر طبق روش‌های استاندارد تعیین گردید و بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی[۷۱] (۲۰۱۴)،، WRB[۷۲] (۲۰۱۴) رده‌بندی شدند.

نتایج و بحث

بررسی نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مشاهدات صحرائی خاک‌های منطقه ازندریان نشان داد که افق‌های سطحی خاک در تمامی پروفیل‌های خاک دارای بافت سبک می‌باشند، سولوم خاک عمدتاً دارای بافت سبک می‌باشد. این خاک‌ها با توجه به این که بافت شنی دارند، کمترین مقدار رس را دارا می‌باشند، که بیش‌ترین مقدار رس افق‌ها ۲۰ % مربوط به افق Bk پروفیل شماره ۶ و کم‌ترین مقدار آن ۵/۵ % مربوط به افق Bk پروفیل شماره ۲ می‌باشد، در این خاک‌ها ماده آلی نسبتاً کم بوده است و به دلیل افزوده شدن بقایای گیاهی، مقدار ماده آلی در افق‌های سطحی نسبت به افق‌های زیر سطحی بیشتر است. میزان ماده آلی پروفیل شماره ۱ از ۰۲/۲ % در افق Aبه سمت عمق خاک کاهش داشته و به ۰۱/۱ % در افق Bw۲ می‌رسد. افق A پروفیل ۲، همانند افق Aپروفیل شماره ۷، دارای بیشترین مقدار ماده آلی (۳۵/۲ %) نسبت به بقیه افق‌های سطحی خاک‌ها و دیگر افق‌های خاک‌های مختلف می‌باشد. میزان ماده آلی در پروفیل‌های شماره ۲، ۳، ۵، ۶، ۷ و ۸ نسبت به عمق روند نامنظم کاهشی و افزایشی داشته است که می‌تواند مربوط به به‌هم‌خوردن خاک در عمق‌های مختلف و ته نشینی رسوبات آبرفتی در زمان‌های مختلف باشد. میزان ماده آلی در پروفیل ۴ به طور منظم کاهش داشته است، به طور کلی با افزایش دما، کاهش بارندگی و درشت شدن بافت خاک، میزان ماده آلی خاک کاهش می‌یابد که هر سه حالت در خاک‌های مورد مطالعه وجود دارد. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) همه پروفیل‌ها کم بوده است و تغییرات زیادی نداشته است، افق C۳پروفیل شماره ۷ دارای بیشترین CEC,برابر ۱۱ می‌باشد و کمترین CECبرابر ۵ مربوط به پروفیل‌های ۱، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ بود، میزان CEC خاک‌ها تابع نوع، مقدار رس و ماده آلی خاک‌ها می‌باشد، در خاک‌های مورد مطالعه مقدار رس و ماده آلی کم می‌باشد. سنگریزه سطحی خاک‌ها عمدتاً از ۱۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند، این خاک‌ها به طور کلی سنگریزه بالایی دارند، همه پروفیل‌ها دارای هدایت الکتریکی (EC) کم بوده است. واکنش خاک‌ها در دامنه pH خاک‌های آهکی و قلیایی ضعیف می‌باشد که بیشترین مقدار pH ۲/۸ در افق C۲ پروفیل شماره ۳ و کمترین مقدار آن ۳/۷ بود که در افق Bk پروفیل شماره ۶ مشاهده شد. درصد گچ در همه پروفیل‌ها ناچیز بود. درصد آهک خاک از ۳/۱۱ % در افق A پروفیل شماره ۴ تا ۳/۲۶ % در افق C۱ پروفیل شماره ۸ متغییر بود، بررسی درصد آهک خاک‌ها نشان داد که در عمق‌های زیرین خاک درصد آهک بیشتر می‌باشد، که می‌تواند مربوط به بارندگی و آبیاری خاک‌های منطقه باشد که آهک از سطح شسته شده و در عمق انباشته شده است. میزان کربنات کلسیم در خاک نشان دهنده درجه تکامل، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است (ملکوتی و همایی، ۱۹۹۴)، با توجه به این مطلب در خاک‌های مورد مطالعه پرفیل شماره ۲و ۶ که دارای افق کلسیک هستند نسبت به بقیه پروفیل‌ها تکامل یافته‌ترند. رنگ خاک‌ها در حالت خشک از قرمز مایل به زرد (۲/۵YR۵/۲) در افق A پروفیل شماره ۸ تا قرمز مایل به قهوه‌ای (۷/۵R۴/۱) در افق A پروفیل شماره ۵ متغییر بود. اولیائی (۱۳۸۴)، از درجه قرمزی برای بیان تکامل خاک‌های استان کهگیلویه و بویر احمد استفاده نمود، ایشان بیان نمودند که با افزایش این درجه، تکامل خاک‌ها نیز بیشتر می‌شود. محاسبه شاخص قرمزی (والیو/کروما * معیارهیو =((Red Index) برلی مقایسه نسبی سن خاک‌ها انجام می‌گیرد. در پروفیل شماره ۱ شاخص قرمزی از سطح به عمق افزایش یافته که تا حدودی نشان دهنده افزایش تکامل افق‌های خاک از سطح به عمق می‌باشد و افزایش میزان رنگ نیز گویای همین مطلب است، هرچه رنگ خاک قرمزتر می‌شود اغلب هوادیدگی و تکامل خاک افزایش می‌یابد. در پروفیل شماره ۲ تغییرات آنچنانی دیده نشده است، در پروفیل شماره ۳ از سطح به عمق شاخص قرمزی افزایش داشته است و گویای افزایش تکامل افق‌های خاک از سطح به عمق می‌باشد، در پروفیل شماره ۴ شاخص قرمزی روند ثابتی داشته است، پروفیل شماره ۵ با کاهش

---

[۶۹] -Xeric

[۷۰] -Mesic

[۷۱] -USDA Soil Taxonomy ۲۰۱۴

[۷۲] - World reference base ۲۰۱۴

شاخص قرمزی همراه بوده است که می‌تواند نشانگر این مطلب باشد که تکامل خاک از سطح به عمق کاهش داشته است، افزایش RI در افق Bk دلیل بسیار خوبی برای تکامل این افق نسبت به افق Bw ,A و C در سایر پروفیل‌هاست. به‌طور استثناء در پروفیل شماره ۷، افق C۳، بالاترین RI را به خود اختصاص داده است که در سایر افق‌های C این شاخص پائین گزارش شده است، شاید دلیل اصلی بالا بودن این شاخص در این افق به خاطر نوع مواد مادری متفاوت باشد، البته کانی‌شناسی آن انجام نشده است لذا توصیه به کانی‌شناسی سنگ مادری منطقه می‌شود. با توجه به این که از بین همه پروفیل‌ها، پروفیل شماره ۱، ۲ و ۶ در رده اینسپتی‌سول و بقیه پروفیل‌های خاک در رده انتی‌سول می‌باشند در نتیجه این سه پروفیل نسبت به بقیه پروفیل‌ها، تکامل بیشتری دارند، در این سه پروفیل شدت رسوبگذاری کاهش یافته یا متوقف شده است و فرآیندهای خاکسازی عمل نمودند که نتیجه آن پیدایش افق کمبیک (Bw) و در مواردی افق‌های کلسیک (Bk یا Ck) بوده است. در افق‌های سطحی خاک‌ها عمدتاً ساختمان‌های تک‌دانه‌ای و توده‌ای، افق‌های زیر سطحی بیشتر دارای ساختمان توده‌ای تا مکعبی نیمه زاویه‌دار مشاهده شد، این مطلب نشان می‌دهد که افق‌های زیرین خاک، وضعیت ساختمان بهتری نسبت به افق‌های سطحی دارند و در نتیجه تکامل بیشتری دارند. با توجه به فرمول فرآیندهای خاکسازی S=F(CL, R, P, O, T) اقلیم منطه مورد مطالعه زریک می‌باشد و در کل منطقه یکسان می‌باشد و تأثیر آنچنانی بر تشکیل خاک ندارد، مواد مادری، توپوگرافی و زمان در این منطقه روی تشکیل و تکامل این خاک‌ها اثرگذاشته‌اند. به‌طوریکه خاک‌های موجود در منطقه از نظر تأثیر زمان به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند: خاک‌های جوان که زمان کافی جهت تکامل آن‌ها وجود نداشته است و بجز افق مشخصه اکریک، افق مشخصه دیگری ندارند، این خاک‌ها در رده انتی‌سول طبقه‌بندی شدند و خاک‌هایی که به علت شیب ملایم، عدم فرسایش زیاد، سپری شدن زمان لازم تکامل‌یافته در نتجه دارای افق مشخصه کلسیک و کمبیک می‌باشند که این خاک‌ها در رده اینسپتی‌سول طبقه‌بندی شده‌اند، از نظر توپوگرافی خاک‌هایی که در دشت رسوبی قرار گرفته‌اند با خاک‌های دشت دامنه‌ای و تپه از نظر تکامل تفاوت دارند. برخی از ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاکهای مربوطه در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مورفولوژی صحرایی، خاک‌های این منطقه را بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی(۲۰۱۴) در دو رده انتی‌سول[۷۳] و اینسپتی‌سول[۷۴] قرار گرفتند.

جدول ۱ . برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره پروفیل	افق	عمق (Cm)	شن	سیلت	رس (%)	pH	EC (ds/m)	CEC (Cmol/kg)	رنگ خاک خشک	%OM
۱	A	۳۰-۰	۷۴	۵/۱۹	۵/۶	۹/۷	۱۱/۰	۸	۵/۷YR۱/۴	۰۲/۲
	Bw۱	۷۰-۳۰	۸۴	۵/۹	۵/۶	۵/۷	۱۲/۰	۵	۵/۷YR۱/۳	۳۴/۱
	Bw۲	۱۱۰-۷۰	۵/۶۵	۱۹	۵/۱۴	۱/۸	۱۸/۰	۷	۱۰YR۱/۴	۰۱/۱
۲	A	۲۵-۰	۵/۷۶	۱۷	۵/۶	۹/۷	۱۱/۰	۷	۵YR۱/۴	۳۵/۲
	Bk	۵۵-۲۵	۵/۷۸	۱۶	۵/۵	۹/۷	۱۲/۰	۸	۵YR۱/۳	۰۱/۱
	Ck	۱۰۵-۵۵	۸۲	۵/۱۱	۵/۶	۳/۷	۱۱/۰	۷	۵YR۱/۴	۶۸/۱
۳	A	۲۷-۰	۵/۸۶	۷	۵/۶	۸/۷	۱۵/۰	۷	۵YR۱/۴	۳۴/۱
	C۱	۴۰-۲۷	۵/۸۳	۸	۵/۸	۹/۷	۱۳/۰	۶	۵YR۱/۴	۳۴/۰
	C۲	۱۰۵-۴۰	۷۶	۵/۱۵	۵/۸	۲/۸	۱۴/۰	۵	۵/۷YR۱/۳	۳۴/۱
۴	A	۲۴-۰	۸۸	۵/۵	۵/۶	۸/۷	۰۹/۰	۷	۵R۱/۴	۶۸/۱
	C۱	۳۸-۲۴	۸۸	۵/۵	۵/۶	۱/۸	۰۸/۰	۵	۵R۱/۴	۶۸/۱
	C۲	۱۱۰-۳۸	۵/۸۴	۵/۵	۱۰	۹/۷	۰۹/۰	۶	۵R۱/۴	۰۱/۱
	A	۲۳-۰	۸۴	۵/۹	۵/۶	۶/۷	۱۴/۰	۷	۵/۷R۱/۴	۰۲/۲

[۷۳] Entisols-۵
[۷۴] Enceptisols-۶

۵	C۱	۲۳-۵۳	۸۴	۱۰	۶	۱/۸	۱۰/۰	۶	۵/۷YR۱/۵	۳۴/۰
	C۲	۵۳-۱۱۵	۵/۷۲	۵/۱۵	۱۲	۷/۷	۱۳/۰	۷	۵/۷YR۱/۵	۶۸/۱
۶	A	۰-۲۹	۷۶	۵/۱۵	۵/۸	۸	۱۱/۰	۶	۵/۷YR۱/۴	۳۴/۱
	Bw	۲۹-۳۸	۵/۷۰	۱۷	۵/۱۲	۸	۱۱/۰	۷	۵/۷YR۱/۵	۰۱/۱
	Bk	۳۸-۱۱۰	۵/۶۳	۵/۱۶	۲۰	۷/۷	۱۱/۰	۵	۱۰YR۳/۷	۳۴/۱
۷	A	۰-۲۵	۷۸	۵/۱۵	۵/۶	۹/۷	۱۳/۰	۷	۵/۷YR۱/۵	۳۵/۲
	C۱	۲۵-۳۴	۵/۷۴	۱۷	۵/۸	۵/۷	۱۱/۰	۵	۵/۲YR۱/۵	۰۲/۲
	C۲	۳۴-۹۵	۵/۷۶	۱۷	۵/۶	۱/۸	۱۱/۰	۷	۵/۲YR۱/۵	۳۴/۱
	C۳	۹۵-۱۲۵	۵/۸۸	۵	۵/۶	۸/۷	۱۲/۰	۶	۵YR۴/۳	۶۸/۱
۸	A	۰-۲۰	۶۸	۵/۲۱	۵/۱۰	۹/۷	۱۸/۰	۷	۵/۲YR۲/۵	۰۲/۲
	C۱	۲۰-۳۰	۵/۷۶	۱۷	۵/۶	۹/۷	۱۰/۰	۷	۵/۲YR۱/۴	۰۱/۱
	C۲	۳۰-۸۷	۶۸	۵/۲۵	۵/۶	۸	۱۵/۰	۶	۵/۲YR۱/۴	۶۸/۱
	C۳	۸۷-۱۲۰	۸۶	۵/۷	۵/۶	۹/۷	۱۳/۰	۱۱	۵/۲YR۱/۴	۰۱/۱

نتیجه گیری

خاک‌های مورد مطالعه دارای بافت شنی، سنگریزه زیاد، گچ ناچیز، EC کم، pH در محدوده قلیایی ضعیف بودند. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک‌ها بشتر تابع نوع، مقدار رس و مواد آلی است، این مطلب با توجه به مقدار رس و ماده آلی پائین این خاک‌ها، صدق می‌کند، در نتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی این خاک‌ها کم می‌باشد. با توجه به این که میزان کربنات کلسیم در خاک نشان دهنده تکامل خاک، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است، پروفیل‌های شماره ۲ و ۶ دارای افق کلسیک می‌باشند و تکامل بیشتری نسبت به بقیه پروفیل‌های خاک دارند. با توجه به شاخص قرمزی(RI)، افزایش RI در افق Bk دلیل بسیار خوبی برای تکامل این افق نسبت به افق A، Bw و C در سایر پروفیل‌هاست، از عوامل خاکساز، عاملی که بیشترین تأثیر را بر تشکیل و تکامل خاک‌های مذکور داشته است، زمان می‌باشد که از نظر تئیر زمان به دو رده تقسیم می‌شوند: اول خاک‌های جوان که زمان کافی جهت تکامل آن‌ها وجو نداشته و بجز افق سطحی اکریک فاقد هر نوع افق مشخصه دیگری هستند و در رده‌ی انتی‌سول قرار می‌گیرند مثل پروفیل‌های ۸، ۷، ۵، ۴ و ۳ . دوم خاک‌هائی که به علت شیب ملایم، عدم فرسایش زیاد، رطوبت بالنسبه کافی، دست نخورده بودن در طی زمان، سپری شدن زمان لازم تکامل یافته و در نتیجه دارای افق کلسیک می‌باشند که در رده‌ی اینسپتی‌سول قرار می‌گیرند مثل پرفیل ۲، ۶. مواد مادری نیز در تکامل خاک‌های این منطقه تأثیرگذار است.

منابع

اولیائی، ح. ر. ۱۳۸۴. مطالعه کانی‌شناسی رس، میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های استان کهگیلویه و بویر احمد، جنوب غرب ایران. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

بای‌بوردی، م . ۱۳۷۲. خاک، پیدایش و رده‌بندی. انتشارات دانشگاه تهران.

جعفری، م. و ف، سرمدیان. (۱۳۸۲)، مبانی خاکشناسی و رده‌بندی خاک، انتشارات دانشگاه تهران. ۷۸۸ صفحه.

دیالمی، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثرات توپوگرافی بر پیدایش خاک و مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و طبقه‌بندی خاک‌های مناطق شبانکاره میمند - استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

ریاحی، ع. ا. ۱۳۶۸. مطالعات نیمه تفصیلی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی منطقه ازندریان، ملایر، استان همدان، نشریه شماره ۷۸۶. صفحات ۱۰-۱.

Banae, M. H., (Ed), ۱۹۹۸. *Soil moisture and Temperature regime map of Iran*. Soil and water Research Institute. Ministry of Agriculture. Iran.
Malekooti M. J., and Homayi M. ۱۹۹۴. Soil fertility in arid regions Tarbiat Modares university. Press, ۴۹۴p.

Abstract

In order to study of physicochemical properties and classification of soils area Azandarian (Hamadan), ۸ profiles were studied. The results of this research showed that Salome soil have light texture and the highest amount of clay of ۲۰% was observed in the Bk horizon profiles (۶). The soil profiles have much gravels, soil reaction in the alkaline range was weak, The highest value of PH was ۸.۲ and the lowest value was ۷.۳. Cation exchange capacity of soils (CEC) is function of type and amount of clay and organic matter, the studied soils contains low amount of clay and organic matter, as a result their cation exchange capacity is low which the highest and the lowest value were respectively ۵ and ۱۱ Cmol(+)/ kg and The amount of soil organic matter from % ۰/۳۴ in C۱ Horizon of profiles (۳), C۱ Horizon of profiles ۵, to % ۲/۳۵ in the A Horizon profiles (۲), A Horizon profiles were variable (۷). Due to the the amount of calcium carbonate in the soil indicates the evolution of the soil, type of Calcic Horizon and the nutrient elements in the soil so profiles of ۲ and ۶ which are Calcic Horizon have the most evolution and development. RI is marker to detect the development of soil, higher value of index indicating more evolution. High value of RI in the Bk Horizon is the reason for the evolution of this profile compared to another profiles. . based on the physicochemical properties and desert morphology of the soils of this area, according to American soils classification (USCS), were classified in the two order Entisols and Enceptisols, ۴ Subgroups.

مقایسه‌ی دو سیستم رده‌بندی آمریکایی و جهانی در ارتباط با طبقه‌بندی یک خاک قدیمی مدفون (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی کُنارصَندل جیرفت، استان کرمان)

عیسی اسفندیارپور بروجنی [۱] و سعیده بردسیری [۲]
۱- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
کارایی دو سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) و طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱۴) با توجه به ویژگی‌های یک خاک قدیمی مدفون در منطقه‌ی جیرفت، جنوب شرق ایران، مورد پژوهش قرار گرفت. نتایج نشان داد که سیستم طبقه‌بندی جهانی برای گروه‌بندی خاک مزبور، به‌دلیل مد نظر قرار دادن هر دو خاک رویین و زیرین، استفاده از توصیف‌کننده‌های مختلف و انعطاف‌پذیری بالاتر در انعکاس خصوصیات مؤثر در نام‌گذاری خاک‌ها، موفق‌تر از سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی عمل نموده است.

واژه‌های کلیدی: خاک قدیمی، خاک مدفون، سیستم طبقه‌بندی خاک

مقدمه
یکی از اهداف اصلی طبقه‌بندی خاك، ایجاد کلاس‌های کم و بیش یکنواخت می‌باشد که به موجب آن، تفاوت‌های اساسی موجود در ویژگی‌های خاك آشکار می‌شود. فارغ از نوع و مبانی نظری که در بطن هر سیستم طبقه‌بندی وجود دارد، هدف عمده‌ی تمام روش‌ها علاوه بر ایجاد زبانی مشترک برای تبادل اطلاعات بین علوم مرتبط، پایه‌گذاری چهارچوبی منطقی برای برنامه‌ریزی دقیق کاربری اراضی و اتخاذ تصمیم‌های صحیح در مدیریت بهینه و پایدار منابع اراضی است. هرچه ارتباط ویژگی‌های مشخصه‌ی مورد نیاز رده‌بندی با اهداف مدیریتی خاک‌ها بیشتر باشد؛ کارایی سیستم مذکور در نیل به اهداف ذکرشده نیز بیشتر خواهد بود. در حال حاضر، دو سیستم رده‌بندی جامع آمریکایی[۷۵] و جهانی[۷۶] به‌طور گسترده‌ای در جهان و هم‌چنین ایران برای مطالعه‌ی خاک‌ها استفاده می‌گردند که هر یک، طرفداران و منتقدین خاص خود را دارا می‌باشند. پژوهش حاضر با هدف بررسی کارایی این دو سیستم با توجه به ویژگی‌های یک خاک قدیمی مدفون در منطقه‌ی جیرفت- جنوب شرق ایران- انجام شده است.

مواد و روش‌ها
منطقه‌ی باستانی کُنارصندل جیرفت با موقعیت جغرافیایی ''۱۹ ' ۴۰ ۲۸ تا ''۲۵ ' ۴۱ ۲۸ عرض شمالی و ''۳۷ ' ۳۹ ۵۷ تا ''۲۷ ' ۴۱ ۵۷ طول شرقی، چند سالی است که مورد توجه‌ی بسیاری از کاوشگران تاریخی قرار گرفته است. این منطقه با دارا بودن میانگین بارش سالانه‌ی ۷/۱۹۳ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه‌ی ۰۵/۲۵ درجه‌ی سلسیوس، از رژیم رطوبتی خاک اریدیک و رژیم حرارتی خاک هایپرترمیک برخوردار می‌باشد.
باستانی بودن منطقه‌ی مذکور، تفکر وجود خاک‌های قدیمی و مدفون‌شده را در ذهن انسان قوت می‌بخشد. برای بررسی این فرضیه، برخلاف وجود مشکلات متعدد، خاکرخی در این منطقه حفر گردید و پس از تشریح آن بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا (شوئنبرگر و همکاران، ۲۰۱۲)، از تمامی افق‌های ژنتیکی این خاکرخ نمونه‌برداری انجام گرفت. پس از هواخشک نمودن نمونه‌های برداشت‌شده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در آزمایشگاه براساس دستورالعمل روش‌های استاندارد آزمایشگاهی مطالعات خاک (۱۹۹۶) اندازه‌گیری گردیدند. در نهایت، رده‌بندی خاکرخ مزبور بر اساس نتایج آزمایشگاهی و مطابق با کلید رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) و سیستم طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱۴)، نهایی شد.

نتایج و بحث
جدول ۱ نشان‌گر برخی از خصوصیات مرفولوژیکی خاکرخ مورد مطالعه می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این خاکرخ در جدول ۲ آورده شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌گردد؛ خاکرخ مزبور از دو خاك مختلف تشکیل شده است. از آن‌جا که خاک رویین، از ضخامت و هم‌چنین، تکامل کافی (فراتر از افق کمبیك) برخوردار می‌باشد؛ بنابراین براساس تعریف ارائه‌شده در کلید رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴)، واژه‌ی "خاک قدیمی مدفون" برای بیان این خاک، مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد. از طرفی، مطالعات صحرایی (جدول ۱) و میکرومرفولوژیکی نیز وجود پوشش‌های رسی را در خاک زیرین اثبات نموده‌اند (سنجری بنستانی، ۱۳۸۹).

[۷۵] Soil Taxonomy; ST
[۷۶] World Reference Base; WRB

جدول ۱- برخی از خصوصیات مرفولوژیکی خاکرخ مورد مطالعه[۱]

افق	عمق (mc)	مرز افق	رنگ		پایداری				ساختمان	میزان جوشش	پوشش رسی
			خشک	مرطوب	خشک	مرطوب	چسبندگی	شکل‌پذیری			
A	۱۵-۰	CS	۱۰YR۳/۴	۱۰YR۴/۶	h	fi	ss	sp	۲vfgr	۲I	-
Bk	۶۰-۱۵	AS	۱۰YR۵/۶	۱۰YR۴/۶	vh	fi	ss	sp	۲msbk	۳I	-
Btn۱	۸۵-۶۰	CW	۱۰YR۴/۳	۱۰YR۷/۳	h	fi	s	mp	۲fsbk	۲I	,vf, F CLF on RF
Btn۲	۱۲۰-۸۵	CW	۱۰YR۴/۴	۱۰YR۷/۴	h	fi	s	mp	۳mcpr	۲I	f, D, CLF on PF&RF
C	۱۳۷-۱۲۰	AS	۱۰YR۳/۳	۱۰YR۷/۳	so	vfr	ss	po	m	۲I	-
۲Btkb	۱۶۵-۱۳۷	CW	۷.۵YR۳/۴	۷.۵YR۵/۴	sh	fr	s	sp	۲fsbk	۳I	c, D, CLF on PF&SP
۲C	۱۹۵-۱۶۵	-	۱۰YR۴/۴	۱۰YR۶/۴	sh	vfr	ss	po	m	۲I	-

[۱] علامت‌های مورد استفاده، براساس استانداردهای ارائه‌شده در منبع شوئنبرگر و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشند.

جدول ۲- نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ مورد مطالعه

افق	عمق (mc)	درصد												
		شن	سیلت	رس	ذرات (۲-۰/۱) mm	ذرات (۲-۵۷) M m	کربنات کلسیم معادل	کربنات کلسیم معادل	ماده‌ی آلی	بافت خاک	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (dS_m^-1)	نسبت جذب سدیم (meq_l^-1)	ظرفیت تبادل کاتیونی خاک[1] (cmol_kg^-1)
A	۱۵-۰	۵۰	۱۷	۳۳	۴۴	۵	۱۸	-	۴۵	SC	۶/	۶/۱	۵/۴	
Bk	۶۰-۱۵	۴۸	۱۶	۳۶	۴۲	۱	۲۵	۵	۳۱	SC	۶/	۲/۸	۳/۲	
Btn۱	۸۵-۶۰	۳۹	۱۶	۴۵	۳۱	۰	۱۷	۳	۲۰	C	۱/	۹/۵	۲/۱	۲/۲
Btn۲	۱۲۰-	۳۹	۲۰	۴۱	۲۹	۰	۱۹	۲	۱۳	C	۰/	۲/۵	۵/۱	۵/۲
C	۱۳۷-	۸۰	۹	۱۱	۶۹	۸۴	۲۱	-	۱۰	SL	۷/	۴/۲	۵/۳	-
۲Btk	۱۶۵-	۵۸	۱۶	۲۶	۵۳	۵۲	۲۴	-	۲۲	SC	۸/	۰/۲	۰/۵	۷/۱
۲C	۱۹۵-	۸۵	۶	۹	۷۵	۷۲	۱۹	-	۱۳	LS	۶/	۳/۱	۳/۲	-

[1] اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی فقط برای برخی از افق‌ها، به‌منظور تعیین کلاس فعالیت تبادل کاتیونی فامیل خاک به دلیل دارا بودن کلاس مینرالوژی مخلوط (با توجه به تعریف محدوده‌ی کنترلی فامیل) و نیز به‌منظور طبقه‌بندی خاک زیرین در سیستم طبقه‌بندی جهانی، ضروری بوده است.

حال، پرسش این است که چنین خاکی در سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی، چگونه طبقه‌بندی می‌شود؟ براساس اصول بیان‌شده در کلید رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴)، در چنین مواقعی باید تنها خاک رویین را طبقه‌بندی نمود و در نتیجه، ذکری از طبقه‌بندی خاک زیرین در هیچ‌یک از سلسله‌مراتب سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی به میان نخواهد آمد! با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول‌های ۱ و ۲، خاک رویین در سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) تا سطح زیرگروه، به‌صورت Typic Natrargids رده‌بندی می‌شود (جدول ۳). ملاحظه می‌گردد که برخلاف وجود افق کلسیک در فاصله‌ی ۱۰۰ سانتی‌متری سطحی خاک مزبور، این افق در هیچ‌یک از سلسله‌مراتب سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) لحاظ نشده است (جدول ۳)! با توجه به این‌که سازندهای آهکی، یکی از مهم‌ترین مواد مادری خاک‌های منطقه‌ی مطالعاتی (و البته بسیاری دیگر از خاک‌های ایران) را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین، اضافه نمودن زیرگروه Calcic Natrargids برای سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی پیشنهاد می‌گردد. از طرفی، لحاظ ننمودن طبقه‌بندی خاک قدیمی زیرین در سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی، می‌تواند نمایانگر یکی از کاستی‌های این سیستم باشد.

جدول ۳- طبقه‌بندی خاکرخ مورد مطالعه براساس دو سیستم مختلف

سیستم طبقه‌بندی خاک	
رده‌بندی امریکایی (۲۰۱۴)	طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱۴)
Fine, mixed, active, hyperthermic Typic Natrargids	Calcic Solonetz (Aridic, Endoclayic, Columnic, Cutanic, Hypernatric, Ochric) over Skeletic Luvic Calcisols (Arenic, Hypocalcic)

در جدول ۳، طبقه‌بندی خاکرخ مطالعاتی براساس سیستم طبقه‌بندی جهانی (۲۰۱۴) نیز آورده شده است. در این سیستم، نه تنها خاک رویین مد نظر قرار گرفته است؛ بلکه طبقه‌بندی خاک قدیمی زیرین نیز لحاظ گردیده است. بنابراین، می‌توان اظهار داشت که در توجه به واقعیت موجود در طبیعت، سیستم طبقه‌بندی جهانی، موفق‌تر از سیستم رده‌بندی آمریکایی است. از طرفی، نقیصه‌ی عدم توجه به وجود افق کلسیک در سیستم رده‌بندی آمریکایی، برای سیستم طبقه‌بندی جهانی مرتفع شده است؛ چرا که استفاده از پیشوند Calcic در جلوی نام خاک رویین (جدول ۳)، دلیلی بر این ادعا می‌باشد. به‌علاوه، استفاده از پسوند Endoclayic در ارتباط با خاک رویین، به‌راحتی القاکننده‌ی وجود یک لایه‌ی رسی در فاصله‌ی ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری سطح خاک مورد مطالعه است؛ حال آن‌که در سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی، استفاده از واژه‌ی Fine، تنها بیان‌گر میزان رس زیاد در محدوده‌ی کنترل فامیل، صرف‌نظر از نمایش عمق قرارگیری آن است (جدول ۳). برتری‌های دیگری را نیز برای سیستم طبقه‌بندی جهانی، با توجه به وجود پسوندهای Columnic (وجود یک افق دارای ساختمان ستونی به ضخامت حداقل ۱۵ سانتی‌متر)، Hypernatric (وجود یک افق ناتریک با ESP بالاتر از ۱۵) و Ochric (وجود یک افق معدنی سطحی به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر که درصد کربن آلی آن، بین

۲/۰ تا ۶/۰ است) برای خاک رویین، می‌توان در نظر گرفت که هیچ‌کدام از این موارد در سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی، مد نظر قرار نگرفته‌اند.

نکته‌ی قابل تأمل دیگر در ارتباط با مقایسه‌ی دو سیستم طبقه‌بندی مورد بحث، نگاه متفاوت این دو سیستم به جایگاه تکاملی افق‌های آرجیلیک و کلسیک، و به تبع آن گروه‌بندی خاک‌ها بر این اساس می‌باشد. سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی، درجه‌ی اهمیت بالاتری را برای افق آرجیلیک، نسبت به کلسیک، در نظر گرفته است که این موضوع را به‌راحتی می‌توان از طریق قرارگیری زیررده‌ی Argids، در سطح بالاتری نسبت به زیررده‌ی Calcids اثبات نمود. حال آن‌که در سیستم طبقه‌بندی جهانی، خاک‌های Calcisols (که دارای افق کلسیک یا پتروکلسیک می‌باشند)، در سطح بالاتری نسبت به خاک‌هایی چون Luvisols یا Lixisols (خاک‌های دارای افق آرجیلیک) قرار گرفته‌اند.

به‌طور کلی، براساس یافته‌های این تحقیق می‌توان گفت که سیستم طبقه‌بندی جهانی، از کارایی بالاتری برای کلاس‌بندی خاک‌های قدیمی مدفون برخوردار می‌باشد. اگرچه عدم توجه به خاک قدیمی زیرین در سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی، شاید به دلیل توجه‌ی بیش‌تر این سیستم به عرصه‌های کشاورزی و تأکید مدیریتی آن به محدوده‌ی رشد ریشه‌ی گیاه، قابل توجیه باشد؛ ولی از آن‌جا که انجام برخی مطالعات (ایوبی و همکاران، ۱۳۸۲؛ کریمی و همکاران، ۲۰۰۹)، به وجود خاک‌های قدیمی مدفون در ایران اشاره نموده‌اند؛ استفاده از سیستم طبقه‌بندی جهانی برای تشخیص دقیق‌تر ویژگی این‌گونه خاک‌ها، علاوه بر سیستم رده‌بندی خاک امریکایی، توصیه می‌گردد.

منابع

ایوبی، ش.، جلالیان، الف. و کریمیان اقبال، م. ۱۳۸۲. آثاری از تغییر آب و هوای دیرینه‌ی کواترنر موجود در برخی پارینه‌خاک‌های دو منطقه‌ی اصفهان و امام‌قیس چهارمحال و بختیاری. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هفتم، شماره‌ی سوم، صفحه‌های ۵۱ تا ۶۸.

سنجری بنستانی، ص. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر پستی و بلندی بر تشکیل، طبقه‌بندی و کانی‌شناسی رسی خاک‌های منطقه‌ی جیرفت. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

IUSS Working Group WRB. ۲۰۱۴. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. ۱۰۶. FAO, Rome.

Karimi A, Frechen M, Khademi H, Kehl M and Jalalian A, ۲۰۱۱. Chronostratigraphy of loess deposits in northeast Iran. Quaternary International ۲۳۴: ۱۲۴-۱۳۲.

Schoeneberger PJ, Wysocki DA, Benham EC and Broderson WD (Eds.), ۲۰۱۲. Field book for describing and sampling soils, ۳rd Version. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Soil Survey Staff, ۱۹۹۶. Soil survey laboratory methods manual. Report No. ۴۲, USDA, NRCS, USA.

Soil Survey Staff, ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy, twelve's edition. NRCS, USDA, USA.

Abstract

The efficiency of Soil Taxonomy (۲۰۱۴) and WRB (۲۰۱۴) systems due to the properties of a buried paleosol was investigated in the Jiroft region, Southeast of Iran. Results showed that WRB has done better than Soil Taxonomy for classifying the mentioned soil due to considering both overlying and underlying soils, various qualifiers used and more flexibility of this system in reflecting effective properties in soil nomenclature.

تعیین الگوی تجمع عناصر غذایی کم مصرف در خاک‌های تاکستان‌های خدابنده با روش‌های زمین آمار

مهدی طاهری، سمیرا واحدی، محمد عباسی، اسماعیل سهرابی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

چکیده

علارغم نیاز کم گیاه به عناصر کم مصرف خاك، این عناصر نقش بسزایی در افزایش عملکرد گیاهان دارند. در اغلب باغات و تاکستان‌های کشور کمبود و توزیع نامناسب عناصر کم مصرف باعث کاهش عملکرد شده است. در این پژوهش به بررسی ساختار مکانی برخی عناصر غذایی کم مصرف در خاک با استفاده از مدل‌های نیم تغییرنما در تاکستان‌های شهرستان خدابنده در استان زنجان پرداخته شد. پس از تهیه بهترین مدل نیم تغییرنما با استفاده از روش‌های زمین آمار شامل کریجینگ و کوکریجینگ و روش‌های میان‌یابی شامل روش IDW با توان‌های ۱-۵ و روش کرنل عناصر برآورد و نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه گردید. نتایج نشان داد عناصر غذایی کم مصرف خاك تاکستان‌ها از پیوستگی مکانی تقریباً بالایی برخوردارند. به طور میانگین نتایج حاصل از ارزیابی روش‌های زمین آمار و روش‌های میانیابی با آماره‌های خطاسنجی مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) بیان‌گر برتری روش کوکریجینگ در برآورد در عنصر روی بود.

واژه های کلیدی: تغییرات مکانی، زمین آمار، میانیابی، نیم تغییرنما

مقدمه

بررسی الگوی تغییرات مکانی عناصر غذایی در خاک و گیاه و تهیه نقشه‌های پراکنش آن‌ها راهکاری اثربخش در راستای توسعه کشاورزی پایدار است. عناصر غذایی موجود در خاک به‌علت تاثیرپذیری از عوامل درونی خاک و نوع محصول کشت شده و نحوه جذب گیاه دارای تغییرات مکانی زیادی بوده و گاهی این تغییرات در مقیاس بسیار کوچک هم اتفاق می‌افتد (ترنگمار و همکاران، ۱۹۸۵، گوپتا و همکاران، ۲۰۰۶). هر یك از عناصر غذایی خاك، الگوی پراکنش مکانی منحصر به فرد و کم وبیش متفاوتی با سایر عناصر دارد. با این همه شناخت الگوهای مشترك و منابع تغییر دهنده و یا کنترل کننده آنها میتواند ما را در مدیریت بهینه کمک نماید(ایوبی، ۱۳۸۷). روش‌های آماری مختلفی برای بررسی تغییرات مکانی پارامترهای خاک وجود دارد. لیکن زمین‌آمار به‌دلیل در نظر گرفتن پیوستگی مکانی داده‌ها نسبت به‌سایر روش‌های آماری کاربرد بیشتری در علوم آب و خاک به‌ویژه در بررسی تغییرات مکانی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. مطالعات مختلفی برای بررسی تغییرات مکانی عناصر غذایی خاک انجام شده است (شین و همکاران، ۲۰۰۱؛ اقبال و همکاران، ۲۰۰۵؛ فارکاس و همکاران، ۲۰۰۷). آگلوپلو و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تغییرات مکانی برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاك‌های یك باغ سیب را جهت تهیه نقشه‌های باروری و کودی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که با استفاده از الگوی پراکنش بدست آمده می‌توان در مصرف کودهای شیمیایی و تهیه عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان صرفه جویی کرد.در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی ساختار مکانی و تعیین پراکندگی برخی از عناصر کم مصرف خاک تاکستان‌های شهرستان خدابنده در استان زنجان انجام گردید. در این راستا انواع روش‌های زمین آمار و میانیابی برای برآورد این عناصر استفاده شد و در نهایت نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر غذایی مورد مطالعه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه این تحقیق در شمال غربي ایران و در محدودة ۳۴ و ۳۵ تا ۲۵ و ۳۶ عرض شمالي و ۵۱ و ۴۷ تا ۵۶ و ۴۸ طول شرقي در استان زنجان و شهرستان خدابنده واقع شده است . محدوده مورد مطالعه در دشت سجاس - حلب واقع شده است که با جهت شمال شرقی - جنوب غربی در حاشیه رودخانه قزل اوزن قرار گرفته است.

نمونه برداری خاک از عمق ۳۰-۶۰ سانتی متری به صورت نمونه‌های مرکب متشکل از ۱۰ نمونه فرعی تهیه و پس از آماده سازی نمونه‌ها، مقادیر مس، آهن، روی، بور و منگنز قابل جذب خاک در کل نمونه های جمع آوری شده توسط آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان و بر اساس روش‌های معمول در آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری گردید. تمامی داده‌های استخراجی به‌عنوان داده‌های پایه در بانك اطلاعاتی ایجاد شده در محیط نرم‌افزاری SPSS جهت استفاده‌های بعدی دسته‌بندی و با انجام آزمون‌های شاپیرو ویلك نسبت به نرمال بودن و همگنی آن‌ها اطمینان حاصل شد. برای بیان ارتباط مکانی یا پیوستگی مکانی یک متغیر از مدل‌های نیم تغییرنما استفاده شد. مطابق رابطه ۱ نیم تغییرنما، کمیتی برداری است که درجه‌ی همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را بر حسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه و با توجه به جهت و فاصله‌ی آن‌ها نشان می‌دهد (لوپز و همکاران، ۲۰۰۲).

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}\left[Z(x_i)-Z(x_i+h)\right]^2 \quad (۱)$$

در رابطه (۱) نیم تغییرنما یا واریوگرام با (h) نشان داده شده است، N(h) تعداد جفت نقاطی است که فاصله آن‌ها از هم به اندازه h است. $Z(x_i)$ و $Z(x_i+h)$ متغیرهای ناحیه‌ای با فاصله h از یکدیگرند.

هر تابع نیم تغییرنما با سه مولفه اثر قطعه‌ای (C.)، دامنه تاثیر (a) و حد آستانه (C+C.) مشخص می‌گردد. دامنه‌ی تاثیر بیان‌گر فاصله ای است که در آن مقادیر تابع نیم تغییرنما به حد ثابتی می‌رسد و شکل آن به حالت افقی نزدیک می‌شود.. در این پژوهش از بین مدل‌های نیم تغییرنما، از مدل دایره‌ای، کروی، نمایی و گوسی استفاده شد.

برای برآورد پارامتر مورد نظر و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر غذایی در خاک و گیاه از توابع زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ ،روش میانیابی IDW با توان‌های ۱ تا ۵ و تابع کرنل استفاده شد. برای ارزیابی نتایج حاصل از روش‌های مختلف زمین آمار، از روش ارزیابی متقاطع استفاده شد. در این روش با حذف مقدار پارامتر مشاهده شده در نقاط معلوم، اقدام به‌برآورد آن از طریق روش‌های زمین آمار شد و با مقایسه نتایج مقدار اولیه پارامتر و مقدار برآورد شده از طریق آماره‌های خطاسنجی دقت هر روش مشخص گردید. در پژوهش حاضر از آماره‌های خطاسنجی جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) استفاده شد (روابط ۲ و ۳)

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[X_i(O)-X(P)\right]^2} \quad (۲)$$

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left|X_i(O.)-X_i(P)\right|}{n} \quad (۳)$$

در روابط بالا، n تعداد داده‌ها، Xi(O) مقدار اندازه‌گیری شده، X(P) مقدار برآورد شده و $\overline{X}(O)$ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده می‌باشد. معیارهای RMSE و MAE بدون توجه به جهت تغییرات به اندازه‌گیری خطا می‌پردازند. در حالت ایده‌آل مقادیر این دو آماره باید صفر باشد و هر قدر جواب به‌دست آمده به صفر نزدیک‌تر باشد، دقت روش برآوردی بیشتر است. در نهایت پس از مشخص شدن روش مناسب میان‌یابی، اقدام به تهیه‌ی نقشه‌های پهنه‌بندی گردید. نقشه‌های پهنه‌بندی براساس رنگ‌بندی‌های متفاوت در پنج بازه بین مقادیر کرانه پایین تا مقادیر کرانه بالای هر متغیر صورت گرفت. برای بررسی ساختار مکانی و الگوی تغییرات مکانی پارامترهای خاک و گیاه از نرم افزار GS+ و سایر عملیات مربوط به محاسبه و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی از طریق روش‌های مختلف زمین‌آمار و میانیابی، در محیط نرم افزار ArcGis۱۰ انجام شد.

نتایج و بحث

خلاصه‌ای از برخی شاخص‌های پراکندگی و مرکزی آمار توصیفی داده‌های اولیه عناصر غذایی در خاک تاکستان‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از آزمون‌های نرمال سنجی نشان داد که از بین پارامترهای خاک به‌غیر از منگز خاک سایر پارامترها در سطح ۵ درصد دارای توزیع نرمال نبودند. نتایج این آزمون‌ها در عناصر گیاه حاکی از عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها در عناصر پتاسیم، منگنز، روی و بر بود. برای نرمال نمودن توزیع داده‌های عناصر غیر نرمال از توابع توانمند و لگاریتمی استفاده شد.

جدول ۱ - خلاصه آماری داده‌های نمونه خاك و برگ تاکستان‌های مورد استفاده

پارامتر	نما	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف	ضریب	چولگ	کشیدگ
روی	Zn	$mg.Kg^{-1}$	۱۰/۰	۸۴/۷	۵۴/۰	۹۸/۰	۸۱/۱	۹۵/۶	۱۴/۵۲
مس	Cu	$mg.Kg^{-1}$	۴۰/۰	۲۶/۳	۵۸/۱	۶۵/۰	۴۱/۰	۶۸/۰	۵۶/۰
بور	B	$mg.Kg^{-1}$	۰۶/۰	۶۸/۱	۸۰/۰	۴۰/۰	۵۰/۰	۰۸۸/	-۸۴/۰
اهن	Fe	$mg.Kg^{-1}$	۸۸/۰	۰۰/۹	۶۷/۳	۶۱/۱	۴۴/۰	۸۵/۰	۶۱/۰
منگنز	Mn	$mg.Kg^{-1}$	۷۰/۱	۹۲/۱۹	۲۳/۱۰	۵۷/۴	۴۵/۰	۱۹/۰	-۸۰/۰

با مقایسه شکل ظاهری مدل‌های نیم تغییرنما، منحنی مدل نمایی در عنصر روی نمونه‌های برگ با شیب کم‌تری نسبت به‌سایر مدل‌ها و همبستگی بالاتری بر داده‌ها برازش شده‌است. مولفه‌های نیم تغییرنمای برازش یافته بر پارامترهای مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- مؤلفه‌های بهترین مدل نیم تغییرنمای برازش شده بر متغیرهای مورد مطالعه.

پارامتر	مدل	استاندارد	اثر	شعاع	$\frac{C_0}{C+C_0}$
Fe	گوسی	۴۱/۰	۱۲/۰	۰۹/۱۱	۲۹/۰
Mn	گوسی	۵۲/۱	۴۷/۰	۲۳/۳۵	۳۱/۰
Zn	نمایی	۲۰۲/	۰۵/۰	۷۱/۹۴	۲۵/۰
Cu	نمایی	۱۸/۰	۰۵/۰	۱۱/۱۲	۲۸/۰
B	گوسی	۳۰/۰	۰۴/۰	۳۹/۲	۱۳/۰

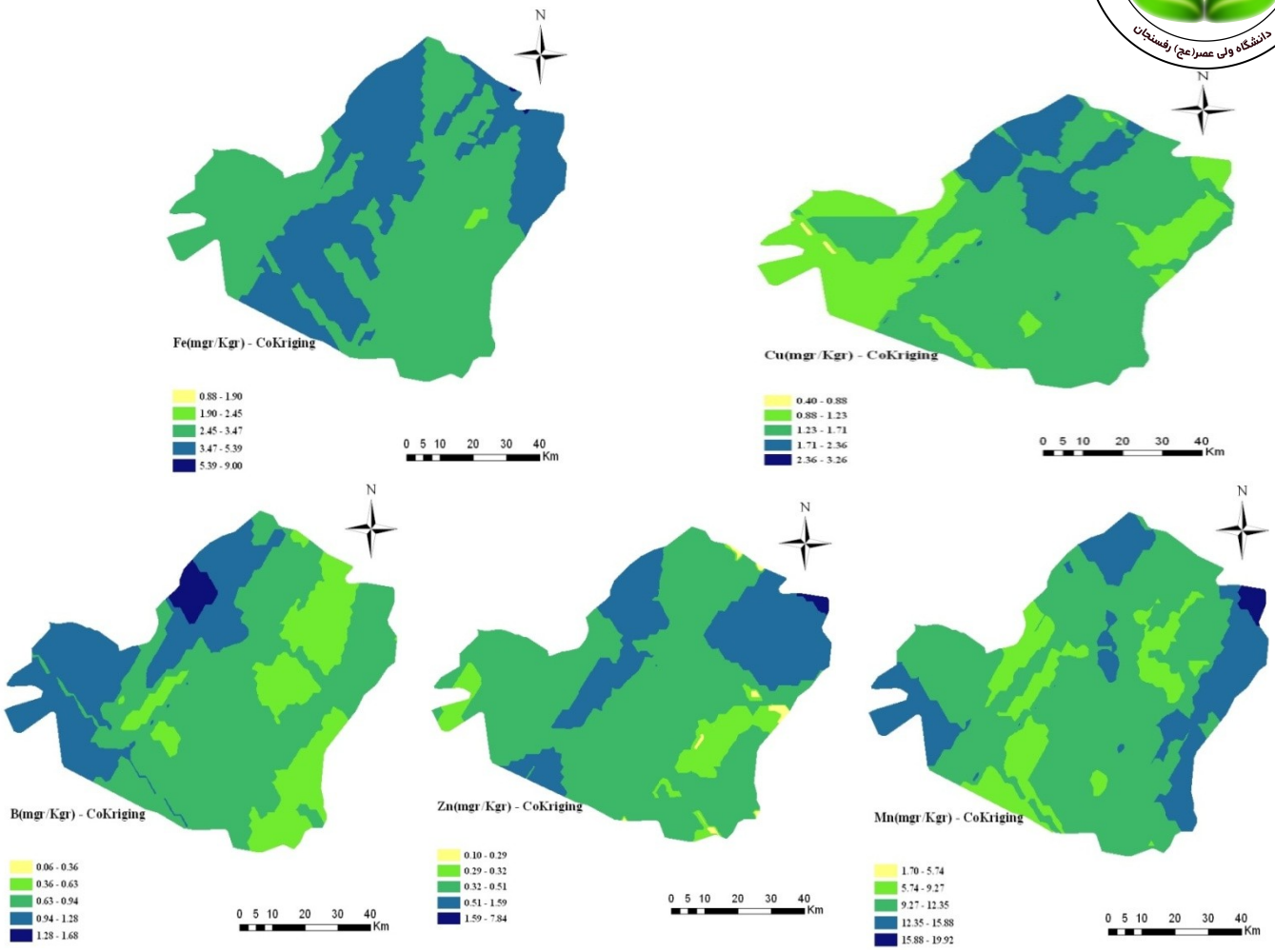
با مقایسه نتایج مولفه‌های عناصر مختلف در نمونه‌های خاک ، ملاحظه می‌گردد که بیشترین میزان اثر قطعه‌ای نیم تغییرنما در نمونه‌های خاک به عنصر پتاسیم (۹۰/۱۳) و کمترین آن به عنصر بور (۰۴/۰) تعلق دارد. برای بیان همگنی داده‌ها در محدوده مورد مطالعه از مولفه آستانه نیم تغییرنما استفاده می‌شود (تیلور و همکاران، ۲۰۰۳). مطابق جدول ۲ بیشترین همگنی داده‌ها با بالاترین میزان آستانه در گروه خاک در عنصر پتاسیم مشاهده گردید. ، فسفر دارای بیشترین شعاع همبستگی، به مقدار ۶۱/۱۲۶ متر است و کمترین شعاع همبستگی به عنصر بور با ۳۹/۲ متر تعلق دارد. برای بررسی پیوستگی مکانی پارامترها از رابطه شاخص نسبت اثر قطعه ای به آستانه ($\frac{C_0}{C+C_0}$) استفاده می‌شود. در حالتی‌که این نسبت بیشتر از ۷۵/۰ باشد پیوستگی مکانی ضعیف و اگر کمتر از ۲۵/۰ باشد پارامتر دارای پیوستگی مکانی بالایی است (کامبردلا و همکاران، ۱۹۹۴). ژائو و همکاران(۲۰۱۲) برای بررسی الگوی تجمع عناصر غذایی در خاک‌های سطحی منطقه از کشور چین از مدل‌های مختلف نیم تغییرنما در محیط نرم افزار GIS استفاده کردند. آن‌ها سه پارامتر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک را مورد اندازه‌گیری قرار دادند. فسفر دارای کمترین تغییرات مکانی و نیتروژن و پتاسیم از تغییرات مکانی متوسطی برخوردار بودند. پس از تعیین بهترین مدل نیم تغییرنما، جهت برآورد تغییرات مکانی از چهار روش کریجینگ، کوکریجینگ، IDW با توان ۱ تا ۵ و کرنل استفاده شد. برای انتخاب مناسب‌ترین مدل میانیابی از دو آماره خطاسنجی RMSE و MAE کمک گرفته شد. در روش کوکریجینگ، بهترین پارامتر کمکی با استفاده از ضرایب همبستگی تهیه شده با کمك نرم افزار SPSS انتخاب گردید.

جدول ۳- نتایج آماره‌های ارزیابی روش‌های زمین آمار

روش	کریجینگ		کوکریجینگ			IDW			کرنل	
نمونه	RMSE	MAE	پارامتر کمکی	RMSE	MAE	توان	RMSE	MAE	RMSE	MAE
Fe	۱۳۳/۰	۰۹۸/۰	OC	۱۲۱/۰	۰۹۶/	۳	۱۷۲/۰	۱۲۱/۰	۱۵۲/۰	۱۲۱/۰
Mn	۱۹۱/۰	۱۴۰/۰	Fe	۱۸۸/۰	۱۳۷/	۲	۱۹۸/۰	۱۴۶/۰	۲۳۹/۰	۱۹۷/۰
Zn	۱۲۷/۰	۰۴۷/۰	OC	۱۱۶/۰	۰۵۷/	۳	۱۷۶/۰	۰۵۸/۰	۱۳۱/۰	۰۵۰/۰
Cu	۱۴۷/۰	۱۰۷/۰	OC	۱۲۹/۰	۰۹۸/	۲	۱۶۵/۰	۱۰۹/۰	۱۶۰/۰	۱۱۹/۰
B	۲۰۶/۰	۱۵۵/۰	K	۱۸۱/۰	۱۴۱/	۳	۲۲۹/۰	۱۷۴/۰	۲۴۲/۰	۱۹۱/۰

با ارزیابی نتایج آماره‌های خطاسنجی (جدول ۳) مشخص شد که از بین روش‌های زمین آمار و میانیابی مورد استفاده روش کوکریجینگ با خطای کمتری بیشتر عناصر خاک را برآورد کرده است. با توجه به نتایج جدول (۳) روش‌های میانیابی شامل IDW و کرنل در نمونه‌های خاك با خطای بیشتری عناصر را برآورد نمودند. کمترین خطای برآورد در عنصر روی با روش کوکریجینگ مشاهده شد. بائو و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از روش‌های زمین آمار برخی از عناصر غذایی خاک نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی را برآورد نمودند و در نهایت نقشه‌های پراکنش عناصر را با روش کریجینگ تهیه کردند.

نقشه‌های پهنه‌بندی حاصل از روش‌های کریجینگ، کوکرجینگ، IDW و کرنل برای عناصر کم مصرف تاکستان‌های مورد مطالعه تهیه گردید. به دلیل تعداد زیاد این نقشه‌ها و محدودیت حجم مقالات، در شکل (۱) برای هر یك از عناصر نقشه حاصل از روشی که بهترین عملکرد را داشت، آورده شده است. با بررسی نقشه‌های پراکنش عناصر خاک در نواحی شمال تا غرب منطقه در حد متوسط به بالا قرار دارد.



شکل۱ - نقشه‌های پراکنش عناصر مورد بحث در نمونه‌های خاك تاکستان‌های شهرستان خدابنده

منابع

ایوبی، ش. خرمالی، ف. ۱۳۸۷. تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی قابل استفاده در خاک سطحی به کمک آنالیز مؤلفه‌های اصلی و تکنیک زمین آمار ،مطالعه موردی در منطقه آپاپیولی، ایالت آندراپرادش هند. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۶: ۶۰۹-۶۲۰.

Aggelopoulou, K. D., D. Pateras., S. Fountas., T. A. Gemtos., and G. D. Nanos. ۲۰۱۱. Soil spatial variability and site-specific fertilization maps in an apple orchard. Precision Agric. ۱۲:۱۱۸-۱۲۹.

Baoa, Z., W. Wu., H. Liu., S. Yin., and H. Chen. ۲۰۱۴. Geostatistical analyses of spatial distribution and origin of soil nutrients in long-term wastewater-irrigated area in Beijing, China. ActaAgriculturaeScandinavica, Section B - Soil and Plant Science. ۶۴ : ۲۳۵-۲۴۳.

Cambardella, C.A., T.B. Moorman., J.M. Novak., T.B. Parkin., D.L. Karlen., R. F. Turco., and A.E. Konopka. ۱۹۹۴. Field- scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am, ۵۸ : ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Gupta, N., R.P. Rudra., and G. Parkin. ۲۰۰۶. Analysis of spatial variability of hydraulic conductivity at field scale. ۲۰۰۶. Canadian Biosystems Engineering, ۴۸(۱):۵۵-۶۲.

Lopez-Granados, F., M. Jurado-Exposito., S. Atenciano., A. Garc a-Ferrer., M. Sanchez de la Orden., and L. Garc a-Torres. ۲۰۰۲. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. Plant and Soil ۲۴۶: ۹۷-۱۰۵.

Taylor, J.C. G.A. Wood G.A., R. Earl., and R.J. Godwin. ۲۰۰۳. Soil Factors and their Influence on Within-field Crop Variability, Part II: Spatial Analysis and Determination of management Zones.Biosystem Engineering, ۸۴(۴): ۴۴۱-۴۵۳.

Trangmar, B.B, R. S. Yost,.andG. Uehara. ۱۹۸۵. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. AdvAgron ۳۸: ۴۵-۹۴

Zhao, Y., H. Han., L. Cao., and G. Chen. ۲۰۱۲. Study on Soil Nutrients Spatial Variability in Yushu City. International Federation for Information Processing AICT. ۳۶۹: ۱-۷.

Farkas Cs. Rajkai K. Kerté sz M. Meirvenne, M. ۲۰۰۷. Spatial variability of soil hydro-physical properties. In: Krasilnikov, P.V. (Ed.) Geostatistics and soil geography. Nauka, Moscow. p. ۱۷۵.

Iqbal J. Thomasson A. Jenkins J. N. Owens P. R. and Whisler F.D. ۲۰۰۵. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. J. Soil Sci. Soc. Am, ۶۹: ۱۳۳۸-۱۳۵۰.

Shein E.V. Ivanov A.L. Butylkina M.A. and Mazirov M.A. ۲۰۰۱. Spatial and tem-poral variability of agrophysical properties of gray forest soils under intensive agricultural use. Euras. J. Soil Sci., (۵): ۵۱۲-۵۱۷.

Abstract

Despite the low plants need soil micronutrients, these elements have an important role in increasing the yield. In most orchards and vineyards of the deficit and inappropriate distribution of micronutrients is decreased performance. In this context, the present study is to evaluate the spatial structure with Semi-variogram models in micro nutrient in the soil of vineyards Khodabande in Zanjan. After preparing the Best semi-variogram model, zoning maps were prepared by using Geostatistical methods such as Kriging and Co-Kriging also IDW (powers: ۱ to ۵) and kernel model of the interpolation methods. Results showed soil parameters had high coefficients of variation The nutrients in soil samples had high average correlation radius. The results of the evaluations Geostatistical and interpolation methods with root mean square error (RMSE) values, mean absolute error (MAE) and efficiency coefficient showed that the Co-Kriging had the best performance for estimating Zn.

تأثیر حذف کربنات‌ها بر توزیع اندازه ذرات توالی لس- خاک قدیمی جنوب غرب ساری

حامد نجفی [۱]، علیرضا کریمی [۲]، فرهاد خرمالی [۳] و غلامحسین حق‌نیا [۴]
۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد 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 علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
توزیع اندازه ذرات، یکی از مهم‌ترین ویژگی رسوبات لسی می‌باشد. بخش عمده شن دو مقطع توالی لسی- خاک قدیمی در منطقه جنوب غرب ساری از سخت‌دانه‌های کربناتی تشکیل‌شده است. بنابراین، توزیع اندازه ذرات، به دو شیوه حذف و عدم حذف کربنات‌ها موردمطالعه قرار گرفت. با حذف کربنات‌ها مقدار شن به‌شدت کاهش پیدا کرد. ازآنجاکه توزیع اندازه ذرات، شاخصی از فاصله از محل برداشت و فرایندهای خاک‌سازی است به نظر می‌رسد که در این‌گونه موارد بهتر است که قبل از تعیین توزیع اندازه ذرات، کربنات‌ها حذف شوند.

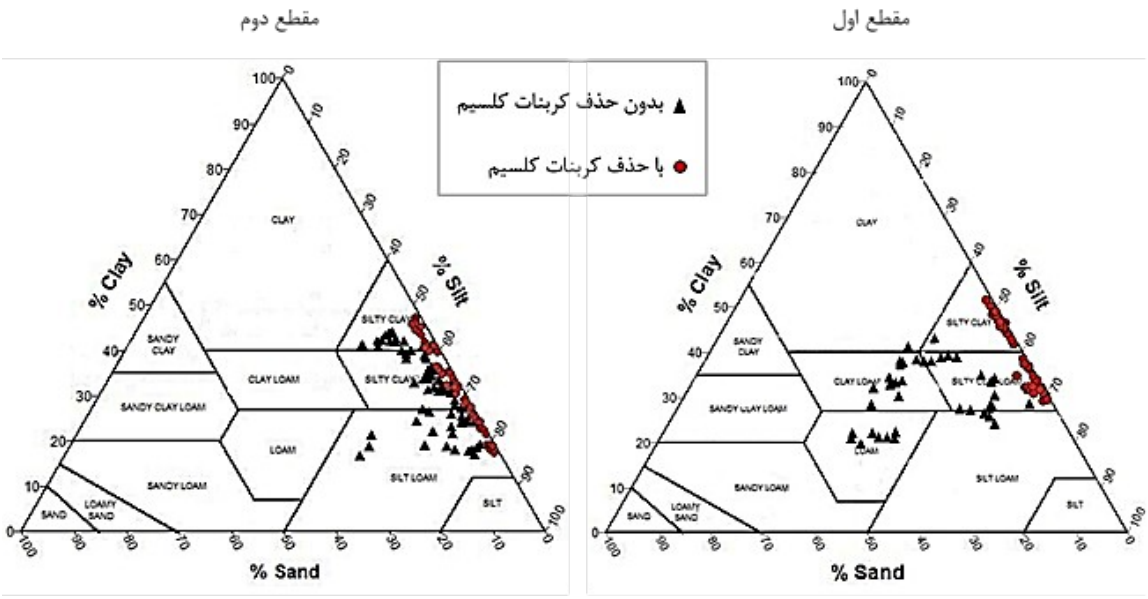
واژه‌های کلیدی: لس، توزیع اندازه ذرات، کربنات‌ها

مقدمه
مهم‌ترین ویژگی رسوبات لسی توزیع اندازه ذرات آن‌ها می‌باشد (Pécsi, ۱۹۹۰). ازآنجاکه یکی از تفاوت‌های اساسی بین لس و دیگر رسوبات در بافت آن‌هاست، بنابراین بررسی ویژگی بافت خاک، مانند چگونگی توزیع اندازه ذرات و پارامترهای حاصل از آن، می‌تواند ما را به تفاوت منشأ ته‌نشست‌ها مختلف رهنمون کند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰).
لس‌ها، از رس، سیلت و شن خیلی ریز (ذرات کوچک‌تر از ۱۲۵ میکرون) و معمولاً از کوارتز، فلدسپار، میکا و کانی‌های رسی و ذرات کربنات تشکیل‌شده‌اند. رسوبات لسی، شامل ذراتی در محدوده رس تا شن خیلی ریز هستند اما بخش چیره در آن‌ها شامل سیلت درشت و شن ریز می‌باشد که درواقع شامل محدوده‌ای از اندازه ذرات در حدود ۵۰ تا ۸۰ میکرون است (Crouvi et al, ۲۰۱۰). عامل اصلی تعیین‌کننده توزیع اندازه ذرات در ته‌نشست‌های لسی، فاصله از منبع برداشت است (Tsoar and pye, ۱۹۸۷)، به عقیده Crouvi et al, (۱۹۸۷)، ذرات با نمای ۵۰ تا ۶۰ میکرون از فواصل کمتر از ۳۰۰ کیلومتر و ذرات با نمای ۳ تا ۸ میکرون از مسافت‌های دورتر (۵۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر) حمل می‌شوند.
در مقاطع لسی جنوب غربی ساری، مقدار زیادی از بخش شن را سخت‌دانه‌های کربناتی تشکیل می‌دهند که در اثر فرآیندهای خاک‌سازی تشکیل‌شده‌اند. با توجه به این‌که، توزیع اندازه ذرات، شاخصی از فاصله رسوبات لسی از محل برداشت و فرایندهای خاک‌سازی هستند، این مطالعه با هدف حذف کربنات‌ها بر نتایج تعیین توزیع اندازه ذرات رسوبات لسی و خاک‌های قدیمی انجام شد.

مواد و روش‌ها
پهنه لسی موردنظر در یک کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساری واقع‌شده است و به‌صورت باریکه‌ای از روستای بالادزا تا روستای افراتخت امتداد دارد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۵/۷۳۴ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۶/۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و اقلیم آن نیز بر اساس اطلاعات آماری ایستگاه سینوپتیک مهدشت ساری مرطوب با تابستان گرم و زمستان کمی سرد می‌باشد.
برای انجام این تحقیق دو مقطع لسی باضخامت حدود ۵ و ۷ متر شناسایی و تشریح گردید. نمونه‌برداری بافاصله ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌های هوا خشک‌شده پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، جهت آنالیزهای موردنیاز، به آزمایشگاه منتقل شدند. توزیع اندازه ذرات توسط روش پیپت (Soil Survey Laboratory Methods Manual, ۱۹۹۶) و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی اندازه‌گیری شد (Richards, ۱۹۵۴).
در زمان تعیین توزیع اندازه ذرات، مقادیر زیادی از نودول‌های کربنات کلسیم ثانویه در بخش شن مشاهده شد همچنین مشاهده شد که روند تغییرات کربنات کلسیم و شن نسبت به عمق کاملاً بر هم منطبق می‌باشند، این امر نشان می‌دهد که بخش اعظم کربنات کلسیم معادل مربوط به بخش شن است که موجب بالا رفتن درصد بخش شن و کاهش درصد بخش‌های سیلت و رس می‌گردید، که این امر موجب ایجاد خطا در مطالعات توزیع اندازه ذرات می‌گردد. بنابراین کربنات کلسیم ثانویه موجود در بخش شن به‌وسیله اسیدکلریدریک رقیق (۱/۰ نرمال)، حذف و درصد واقعی بخش شن و درصد اولیه آن قبل از حذف کربنات کلسیم ثانویه جهت محاسبه مقادیر بخش رس و سیلت مورداستفاده قرارگرفته‌اند.

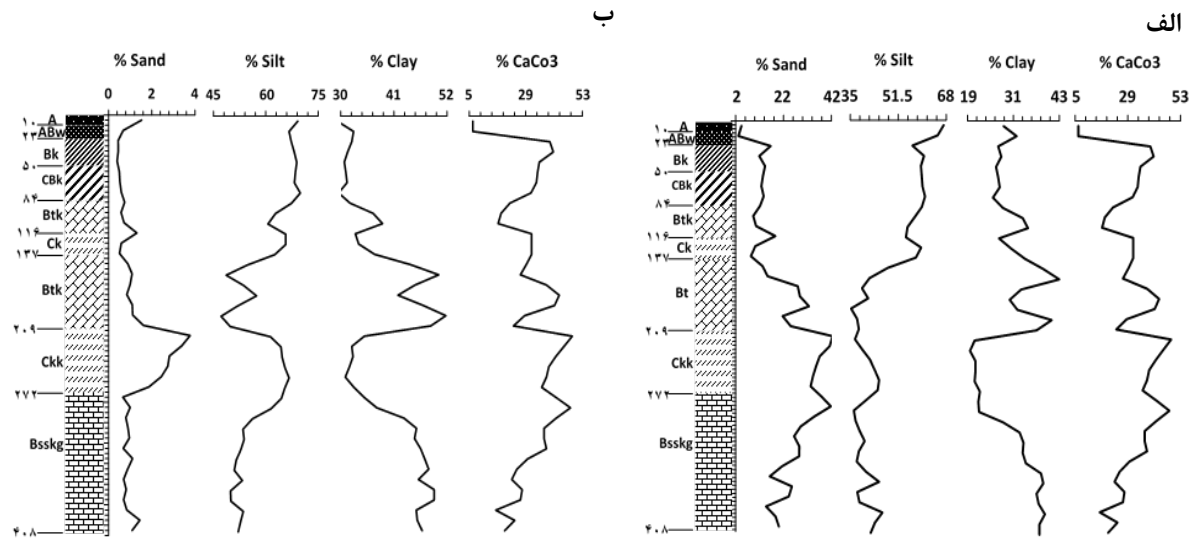
نتایج و بحث

شکل ۱ نحوه پراکندگی کلاس بافتی دو مقطع موردمطالعه را در مثلث تعیین کلاس بافت خاک، قبل و بعد از حذف کربنات کلسیم نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در مقطع اول به دلیل تجمع سخت‌دانه‌های بیشتر و درشت‌تر، اختلاف پراکنش کلاس بافتی خاک نمود بیشتری دارد. در دو مقطع مذکور چینش نمونه‌ها در مثلث تعیین کلاس بافتی خاک، بعد از حذف کربنات کلسیم نظم بهتر و منطقی‌تری را نشان می‌دهد. اختلاف کلاس بافتی خاک، قبل و بعد از حذف کربنات کلسیم، در افق‌های Btk و Bsskg مقطع اول، بیشتر می‌باشد.



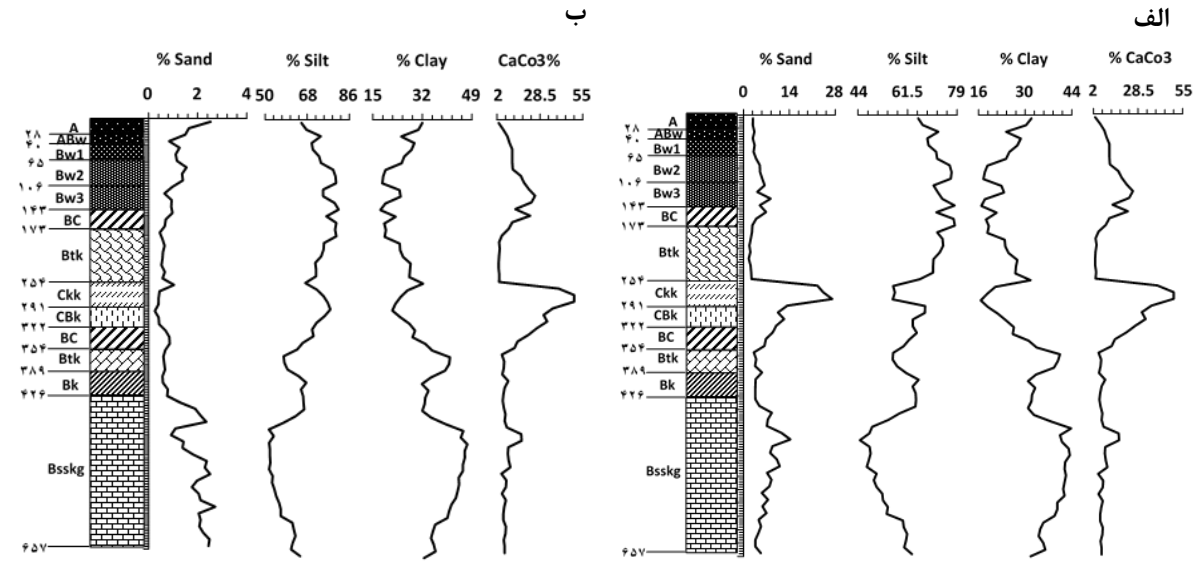
شکل ۱- پراکنش نمونه‌ها در مثلث تعیین کلاس بافتی خاک، قبل و بعد از حذف کربنات کلسیم

شکل ۲ و شکل ۳، نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات و کربنات کلسیم معادل را به ترتیب در مقاطع اول و دوم با و بدون حذف کربنات کلسیم نشان می‌دهند. در مقطع اول (شکل ۲)، مقادیر کربنات کلسیم معادل از ۵/۶ تا ۷۵/۴۸ درصد متغییر می‌باشد، بدون حذف کربنات‌ها، مقادیر شن ۵/۴ تا ۵/۴۲، سیلت ۲/۳۶ تا ۱/۶۷ و رس ۶/۱۹ تا ۴۳ درصد بود؛ این در حالی است که با حذف کربنات کلسیم مقادیر شن به ۴/۰ تا ۸/۳، سیلت ۱/۴۷ تا ۹/۶۹ و رس ۳/۲۹ تا ۳/۵۰ درصد رسید.



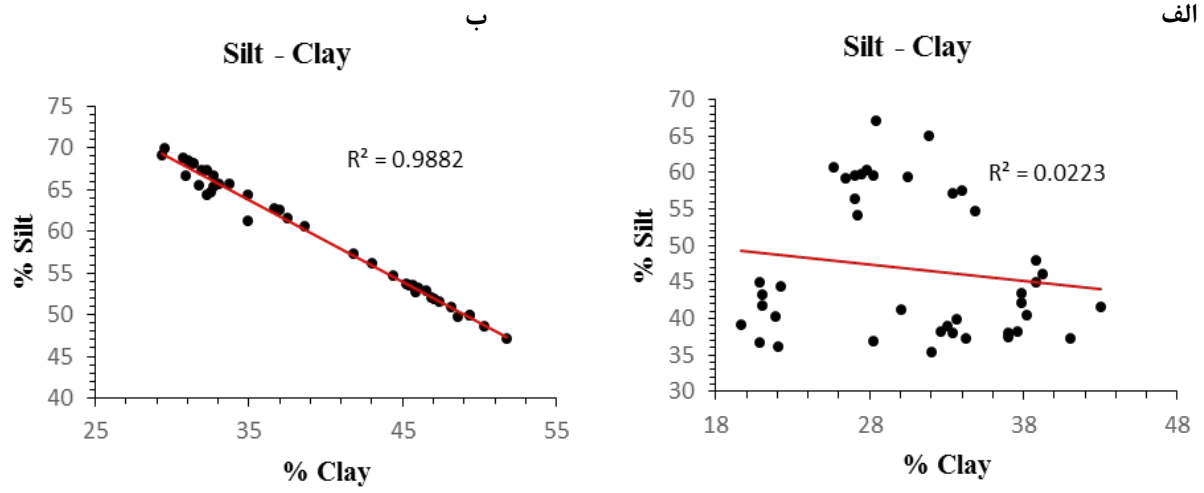
شکل ۲ - نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات و کربنات کلسیم معادل مقطع اول (الف: بدون حذف کربنات کلسیم ب: با حذف کربنات کلسیم)

در مقطع دوم (شکل ۳)، مقادیر کربنات کلسیم معادل از ۲ تا ۷۵/۴۸ درصد متغییر می‌باشد، و قبل از حذف کربنات مقادیر شن ۱/۲ تا ۱/۲۷، سیلت ۷/۴۴ تا ۲/۷۸ و رس ۶/۱۶ تا ۸/۴۳ درصد، بود؛ این در حالی است که بعد از حذف کربنات کلسیم مقادیر شن به ۳/۰ تا ۷/۲، سیلت ۶/۵۱ تا ۵/۸۱ و رس ۶/۱۷ تا ۴/۴۷ درصد رسید.

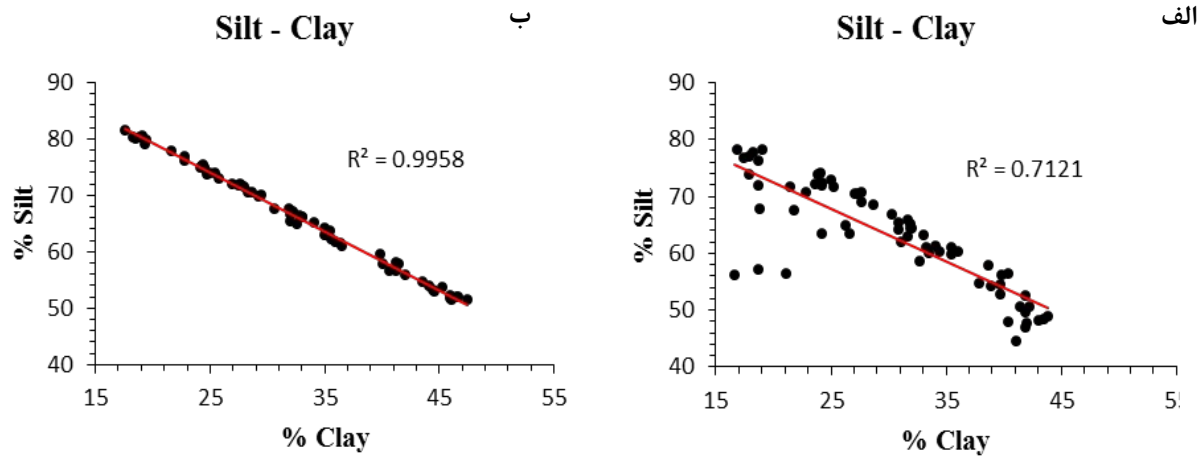


شکل ۳- نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات و کربنات کلسیم معادل مقطع دوم (الف: بدون حذف کربنات کلسیم ب: با حذف کربنات کلسیم)

همان‌گونه که در شکل ۲-الف و ۳-الف، مشاهده می‌شود در هر دو مقطع تغییرات مقدار شن و کربنات کلسیم معادل قبل از حذف کربنات کلسیم، با یکدیگر هماهنگ است. همچنین رابطه معکوسی بین بخش سیلت و رس دو مقطع مشاهده می‌شود که در صورت حذف کربنات کلسیم نمود بهتری پیداکرده و همبستگی آن‌ها افزایش می‌یابد که این امر در مقطع اول خود را بهتر نشان می‌دهد (شکل ۴ و ۵).



شکل ۴- همبستگی بین سیلت و رس مقطع اول (الف: بدون حذف کربنات کلسیم ب: با حذف کربنات کلسیم)



شکل ۵- همبستگی بین سیلت و رس مقطع دوم (الف: بدون حذف کربنات کلسیم ب: با حذف کربنات کلسیم)

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه، به نظر می‌رسد که بهتر است برای خاک‌هایی که در آن‌ها تجمع کربنات کلسیم ثانویه قابل‌توجه می‌باشد قبل از تعیین بافت، کربنات کلسیم آن حذف گردد، و همچنین بهتر است که در زمان ارائه نتایج مطالعات، ذکر گردد که تعیین بافت صورت گرفته بدون حذف کربنات کلسیم بوده و یا حذف کربنات کلسیم صورت پذیرفته است.

منابع

کریمی، ع.، خادمی، ح. و جلالیان، ا. ۱۳۹۰. لس: ویژگی‌ها و کاربردها برای مطالعات اقلیم گذشته، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۷۶: ۲۰-۱.

Crouvi O., Amit R., Enzel Y. and Gillespie A.R. ۲۰۱۰. Active sand seas and the formation of desert Loess. Quaternary Science Reviews. ۲۹: ۲۰۸۷-۲۰۹۸.

Crouvi O., Amit R., Enzel Y., Porat N. and Sandler A. ۲۰۰۸. Sand dunes as a major proximal dust source for late Pleistocene loess in the Negev Desert, Israel. Quaternary Science Research. ۷۰: ۲۷۵-۲۸۲.

Pé csi M. ۱۹۹۰. Loess is not just the accumulation of dust. Quaternary International. ۷/۸: ۱-۱۲.

Richards L.A. (ed.). ۱۹۵۴. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook. No. ۶۰. U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.

Tsoar H. and Pye, K. ۱۹۸۷. Dust transport and the question of desert loess formation. Sedimentology. ۳۴: ۱۳۹-۱۵۳.

USDA-NRCS. ۱۹۹۶. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report, No. ۴۲.Version ۳. Nebraska.

Abstract

Particle size distribution is one of the most important of loess deposits. Main proportion sand fraction of two loess-palaeosols sequences in southwestern Sari hase been composed of carbonate concretion. Therefore, particle size distribution with and without removing the carbonates. The amount of sand fraction decreased after removing of carbonates. While, particle size distribution is an indicator of source distance and pedogenic processes, in such cases it is better to remove carbonates before particle size distribution analysis.

بررسی ارتباط اشکال مختلف پتاسیم خاک با تکامل و خصوصیات خاک در یک ردیف پستی و بلندی در دشت جنوبی یاسوج

سید محمود انجوی نژاد [۱]، حمیدرضا اولیایی [۲]، ابراهیم ادهمی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه یاسوج، ۲-دانشیارگروه علوم خاک دانشگاه یاسوج

چکیده
توپوگرافی یکی از عوامل تاثیرگذار بر تحول خاک شناخته شده و در بسیاری از مدل‌های خاکسازی منظور گردیده است. میزان پتاسیم به عنوان یک پارامتر مؤثر در فعالیتهای کشاورزی و همچنین به عنوان سومین عنصر غذایی اصلی برای رشد گیاهان در خاکها اهمیت دارد. بنابراین به منظور دانستن ارتباط شکلهای مختلف پتاسیم با تکامل خاک و خصوصیات آن تعداد ۱۱ خاکرخ بر روی یک ردیف پستی بلندی در دشت جنوبی یاسوج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پتاسیم کل و ساختمانی دارای رابطه مثبت و معنیدار ($p<0.01$)، با میزان رس بودند در حالی که سایر اشکال رابطه معنی‌داری با میزان رس نشان ندادند. همچنین روابط منفی و معنیداری ($p<0.01$) بین شکلهای تبادلی، غیرتبادلی و محلول پتاسیم با عمق خاک که شاخصی از تکامل خاک است، مشاهده شد.

واژه های کلیدی: پتاسیم، پستی بلندی، تکامل خاک

مقدمه
پتاسیم یکی از عناصر ضروری رشد گیاه بشمار میرود و اهمیت آن در کشاورزی به خوبی شناخته شده است. این عنصر نقش مهمی در کیفیت محصولات کشاورزی ایفا میکند و همچنین این عنصر به عنوان سومین عنصر غذایی اصلی برای رشد گیاهان مطرح گردیده و نقش اساسی را در فعالیت آنزیمها، ساخت پروتئینها و فتوسنتز بازی میکند (Basak and Biswas, ۲۰۰۹). پتاسیم به طور متوسط ۶/۲ درصد وزنی پوسته زمین را تشکیل داده و از این رو هفتمین عنصر شیمیایی و چهارمین عنصر غذایی ضروری از نظر فراوانی در لیتوسفر میباشد. این عنصر برای انسان، گیاه و جانوران ضروری بوده و یکی از عناصر مهم تشکیل دهنده بافت گیاهان میباشد و مقدار آن در گیاهان مختلف در گستره ۵/۲ تا ۵ درصد وزنی ماده خشک تغییر میکند (Sparks, ۲۰۰۰). پتاسیم در خاک به ۴ شکل اصلی وجود دارد که عبارتند از پتاسیم محلول (از نظر درصد از کل بسیار کم)، تبادلی (۲-۱/۰ درصد از کل)، غیر تبادلی (۱۰-۲ درصد از کل) و ساختمانی (۹۸-۹۰ درصد از کل)، که از این میان، شکلهای محلول و تبادلی به راحتی برای گیاه قابل استفاده، پتاسیم غیر تبادلی به کندی قابل استفاده و پتاسیم ساختمانی غیر قابل استفاده برای گیاه میباشد (Sparks and Huang, ۱۹۸۵ و Martin and Sparks, ۱۹۸۳).

پستی و بلندی یکی از عواملی است که تاثیر مستقیم و غیر مستقیمی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله رنگ، درصد رس، ماده‌ی آلی، واکنش خاک، کربنات‌کلسیم، کانی‌شناسی، میزان رطوبت و حتی غلظت عناصر غذایی مثل آهن و فسفر دارد (Jiang and Thelen, ۲۰۰۴). رده بندی خاک های مختلف در سطح گروه بزرگ و سری را میتوان مرتبط با مواد مادری و توپوگرافی خاک دانست (Schafer et al. ۱۹۸۰). بنابر نظر Egli, et al. (۲۰۰۸) توپوگرافی در قالب جهت شیب، شکل شیب، مقدار شیب و موقعیت آن، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و همچنین مقدار رس و کانی‌شناسی رس را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

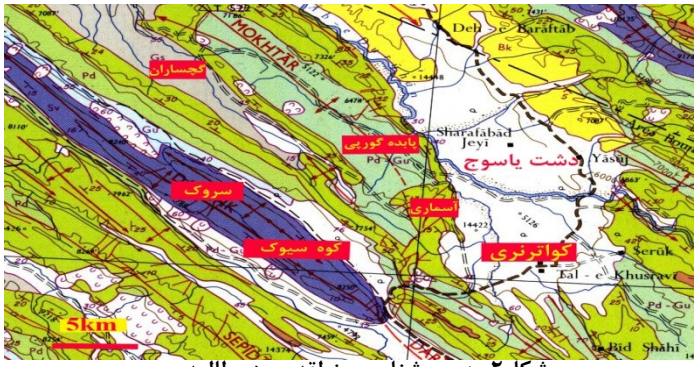
در مطالعات انجام شده توسط Boling, et al. (۲۰۰۸) درباره اثر موقعیت پستی و بلندی بر خصوصیات خاک، هیدرولوژی و محصول اراضی دیم و پست تحت کشت برنج، واقع در جنوب شرق آسیا مشخص شد که به دلیل اینکه میزان رس در اراضی بالادست کمتر از اراضی پایین‌دست است، پتاسیم قابل تبادل از بالا به پایین افزایش مییابد. Egli, et al. (۲۰۰۸) اظهار داشتند، پستی و بلندی به عنوان یک فاکتور موثر بر خاکسازی باعث می‌شود تا خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژی خاک‌های واقع بر یک ردیف پستی و بلندی دچار تغییر شود، بطوری که تغییر خصوصیات خاک در نهایت روند تحول خاک و باروری و حاصلخیزی خاک را تحت تاثیر قرار خواهد داد. بنابراین با توجه به اهمیت میزان پتاسیم و شکلهای مختلف این عنصر در کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی (Basak and Biswas, ۲۰۰۹)، همچنین به منظور دانستن ارتباط میزان شکلهای مختلف پتاسیم با ردیف پستی بلندی و تکامل خاک و نیز مدیریت بهتر خاک به عنوان یک منبع محیط زیست و ایجاد فضایی برای توسعه پایدار کشاورزی، تحقیق حاضر در منطقه دشت جنوبی شهر یاسوج استان کهگیلویه و بویر احمد صورت پذیرفت .

مواد و روش‌ها
الف- منطقه مورد مطالعه

دشت یاسوج با ارتفاع ۱۷۵۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا در جنوب شرق استان کهگیلویه و بویراحمد واقع گردیده است. میانگین دمای و بارندگی سالانه در این منطقه به ترتیب ۵/۱۴ درجه سانتیگراد و ۸۵۰ میلیمتر میباشد. رژیمهای رطوبتی و حرارتی خاک این دشت به ترتیب زریک و ترمیک میباشد (شکل ۱). از نظر زمین شناسی دشت یاسوج از رسوبات آبرفتی دوران چهارم و پس از آن از سازندهای بختیاری، آسماری جهرم و پابده گورپی تشکیل شده است (شکل ۲).



شکل۱- منطقه مورد مطالعه



شکل۲- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

ب- مواد و روش های استفاده شده

به منظور مطالعه اثر پستی و بلندی بر وضعیت پذیرفتاری مغناطیسی ابتدا در یک فاصله تقریبی ۷ کیلومتری تعداد ۱۱ خاکرخ بر روی یک ردیف پستی و بلندی خاکهای دشت جنوبی یاسوج حدفاصل تل دراز تا دامنه کوههای غربی یاسوج که دارای اختلاف در کاربری و زهکشی بودند اعم از تپه،دشت دامنهای، دشت رسوبی رودخانهای و تراسهای میانی و پایینی حفر شد. پس از تشریح نیمرخها بر اساس راهنمای تشریح نیمرخ خاک (اعضای نقشه برداری خاک امریکا، ۱۹۹۳) از افقهای مشخصه به میزان لازم نمونه خاک برداشته و پس از انتقال به آزمایشگاه، خاکها هوا خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. آزمایشات فیزیکی و شیمیایی متداول به روشهای معمول صورت پذیرفت. پتاسیم شکل محلول با استفاده از عصاره تهیه شده از تعلیق ۱:۱۰ (آب: خاک) نمونه برداری شد. شکل تبادلی، غیرتبادلی و کل پتاسیم حاضر در نمونههای خاک به ترتیب با استفاده از روش استات آمونیوم، اسید نیتریک جوشان و تیزاب سلطانی نمونهبرداری گردید. در گام بعد میزان شکلهای مختلف پتاسیم هر نمونه به روش شعلهسنجی مدل Jenway PFPV قرائت گردید. سپس میزان پتاسیم ساختمانی از کم کردن میزان پتاسیم غیر تبادلی از میزان پتاسیم کل بدست آمد. در انتها با دادهها استفاده از نرم افزار $SPSS_{16}$ از نظر آماری تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

تعداد ۱۱ خاکرخ واقع بر روی یک ردیف پستی و بلندی در منطقه مطالعاتی واقع در دشت جنوبی یاسوج مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آزمایشات فیزیکوشیمایی صورت گرفته بر روی آنها از جدول ۱ قابل استخراج میباشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی منطقه مورد مطالعه

	ظرفیت تبادل کاتیونی $cmol(+)kg^{-1}$	اهک معادل (%)	هدایت الکتریکی dSm^{-1}	کربن آلی (%)	رس	سیلت	شن
حداقل	۲۰/۱	۰/۱۵	۲/۰	۰۸/۰	۲/۱۴	۸/۵	۰/۶
حداکثر	۳۰/۴۴	۸/۸۹	۹/۰	۸۰/۵	۲/۶۲	۸/۵۹	۰/۸۰
میانگین	۰۷/۲۸	۷/۴۵	۴/۰	۱۸/۱	۹/۴۴	۱/۳۵	۹/۱۹

همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده میگردد، میزان پتاسیم تبادلی در محدوده ۳۸/۲۶ تا ۱۲/۳۸۷ میلیگرم بر کیلوگرم، میزان پتاسیم عصارهگیری شده با اسید نیتریک جوشان در محدوده ۹۴/۷۵ تا ۱۰۱۳ میلیگرم بر کیلوگرم، میزان پتاسیم محلول در محدوده ۹۹/۵ تا ۳۸/۳۷ میلیگرم بر کیلوگرم، میزان پتاسیم ساختمانی در محدوده ۵۹/۳۵۹ تا ۲۳/۹۲۴۹ میلیگرم بر کیلوگرم و میزان پتاسیم کل ۵۴/۴۳۵ تا ۸۸/۹۹۴۷ میلیگرم بر کیلوگرم در منطقه مطالعاتی متغیر بودند.

جدول ۲- میزان شکلهای مختلف پتاسیم منطقه مطالعاتی بر حسب میلیگرم بر کیلوگرم

	محلول	تبادلی	اسید نیتریک	ساختمانی	کل
حداقل	۹/۵	۳/۲۶	۹/۷۵	۵/۳۵۹	۵/۴۳۵
حداکثر	۳/۳۷	۱/۳۸۷	۱۰۱۳	۲/۹۲۴۹	۸/۹۹۴۷
میانگین	۷/۱۴	۸/۱۸۸	۳/۴۰۹	۹/۵۳۰۷	۳/۵۷۱۷
درصد از پتاسیم کل	۲۷/۰	۱۸/۳	۹۱/۶	۶۴/۸۹	-

همانطور که در جدول فوق دیده میشود درصد شکلهای مختلف پتاسیم از پتاسیم کل به ترتیب نزولی، ۶۴/۸۹% برای پتاسیم ساختمانی، ۹۱/۶% برای پتاسیم عصارهگیری شده با اسید نیتریک جوشان، ۱۸/۳% برای پتاسیم تبادلی و ۲۴/۰% برای پتاسیم محلول میباشد که میتوان اینگونه بیان نمود که کم وبیش با مطالعات گذشته کم مطابقت دارد (Martin and Sparks and Huang, ۱۹۸۵ و Sparks,۱۹۸۳).

در گامی دیگر از تجزیه و تحلیل دادهها به منظور آگاهی از رابطه شکلهای مختلف پتاسیم با میزان تکامل و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، ابتدا دادههای مربوطه دسته بندی گردید و سپس با استفاده از همبستگی روش Pearson در محیط نرمافزار $SPSS_{۱۶}$ رابطه آنها سنجیده شد که نتایج آن از جدول ۳ قابل اقتباس میباشد.

جدول ۳- همبستگی شکلهای مختلف پتاسیم منطقه مطالعاتی با برخی خصوصیات خاک

	K_{exch}	$K_{HNO۳}$	$K_{Soluble}$	$K_{Structural}$	K_{Total}	CEC	CCe%	Clay%	Silt%	Sand%	Depth
K_{exch}	۱	۹۰۴/۰**	۵۸۵/۰**	۶۵۳/۰**	۶۹۳/۰**	۶۲۲/۰**	۶۹۲/۰**	۳۶۸/۰*	۲۰۵/۰	-۴۰۹/۰*	۴۴۵/۰**
$K_{HNO۳}$	۹۰۴/۰**	۱	۵۰۹/۰**	۶۸۱/۰**	۷۲۸/۰**	۶۲۲/۰**	۷۱۱/۰**	۳۰۴/۰	۲۱۱/۰	-۳۶۸/۰*	۴۵۳/۰**
$K_{Soluble}$	۵۸۵/۰**	۵۰۹/۰**	۱	-۰۵۵/۰	-۰۰۵/۰	-۰۲۵/۰	-۱۱۳/۰	۳۱۰/۰	۲۴۰/۰	۰۸۹/۰	۵۰۷/۰**
$K_{Structural}$	۶۵۳/۰**	۶۸۱/۰**	-۰۵۵/۰	۱	۹۹۸/۰**	۷۶۶/۰**	۸۲۲/۰**	۷۱۰/۰**	۰۳۱/۰	۵۶۷/۰**	-۰۷۱/۰
K_{Total}	۶۹۳/۰**	۷۲۸/۰**	-۰۰۵/۰	۹۹۸/۰**	۱	۷۷۴/۰**	۸۳۴/۰**	۶۹۳/۰**	۰۴۸/۰	۵۶۴/۰**	-۱۰۷/۰
CEC	۶۲۲/۰**	۶۲۲/۰**	-۰۲۵/۰	۷۶۶/۰**	۷۷۴/۰**	۱	۵۷۴/۰**	۷۳۴/۰**	۰۷۱/۰	۶۰۴/۰**	-۰۵۵/۰
CCe%	۶۹۲/۰**	۷۱۱/۰**	-۱۱۳/۰	-۸۲۲/۰**	۸۳۴/۰**	۵۷۴/۰**	۱	۵۰۳/۰**	-۲۲۱/۰	۵۳۱/۰**	۲۶۸/۰
Clay%	۳۶۸/۰*	۳۰۴/۰	۳۱۰/۰	۷۱۰/۰**	۶۹۳/۰**	۷۳۴/۰**	۵۰۳/۰**	۱	-۰۰۱/۰	۷۶۱/۰**	۱۳۴/۰
Silt%	۲۰۵/۰	۲۱۱/۰	۲۴۰/۰	۰۳۱/۰	۰۴۸/۰	۰۷۱/۰	-۲۲۱/۰	-۰۰۱/۰	۱	۶۴۶/۰**	-۳۹۲/۰*
Sand%	-۴۰۹/۰*	-۳۶۸/۰*	۰۸۹/۰	-۵۶۷/۰**	-۵۶۴/۰**	-۶۰۴/۰**	-۵۳۱/۰**	-۷۶۱/۰**	-۶۴۶/۰**	۱	۱۵۳/۰
Depth	۴۴۵/۰**	۴۵۳/۰**	-۵۰۷/۰**	-۰۷۱/۰	-۱۰۷/۰	-۰۵۵/۰	۲۶۸/۰	۱۳۴/۰	-۳۹۲/۰*	۱۵۳/۰	۱

*معنی داری در سطح ۰/۰۵ **معنی داری در سطح ۰/۰۱

همانگونه که در جدول فوق مشاهده میگردد میزان پتاسیم تبادلی دارای همبستگی مثبت و معنیدار با میزان رس و ظرفیت تبادل کاتیونی (به ترتیب ($p<۰.۰۵$) و ($p<۰.۰۱$)) دارد. همچنین میزان پتاسیم تبادلی با ذرات شن خاک، درصدآهک منطقه مورد مطالعه و همچنین افزایش عمق خاکرخهای حفر گردیده به ترتیب دارای رابطه منفی و معنیدار در سطوح ۵% و ۱% بود که میتوان دلیل آن را مرتبط با ماده مادری آهکی منطقه مطالعاتی و وفور نسبی کانیهای کربناته در خاک دانست. پتاسیم عصارهگیری شده با اسید نیتریک جوشان تنها با ظرفیت تبادل کاتیونی رابطه مثبت و معنیدار ($p<۰.۰۱$) داشته که میتوان به دلیل نوع رس اسمکتیت منطقه که توسط اولیایی و رضایی (۱۳۹۳) گزارش شده است قابل توجیه باشد. همچنین میزان این نوع پتاسیم با افزایش عمق و میزان آهک خاکرخها رابطه منفی و معنیداری ($p<۰.۰۱$) نشان داده است. میزان پتاسیم محلول نیز تنها با افزایش عمق رابطه منفی و معنیداری ($p<۰.۰۱$) پیدا کرد که با توجه میزان آبشوئی و میزان بارندگی منطقه قابل توجیه است. میزان پتاسیم ساختمانی در خاکرخهای مطالعاتی با ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان رس خاک دارای رابطه مثبت و معنیدار ($p<۰.۰۱$) می باشد که این موضوع به نوع رس غالب گزارش شده در منطقه که اسمکتیت و ایلیت است میباشد (اولیایی و رضایی، ۱۳۹۳).

در نگاهی دیگر به دادههای جدول ۳ و با توجه به میزان همبستگی پتاسیم کل با خصوصیات خاک، میتوان در یک نتیجه کلی اینگونه بیان نمود که میزان پتاسیم در منطقه با میزان رس و ظرفیت تبادلی به دلیل نوع رس غالب و میزان بارندگی منطقه دارای رابطه مثبت و معنیدار ($p<۰.۰۱$) و نیز با میزان آهک و شن دارای رابطه منفی و معنیدار ($p<۰.۰۱$) میباشد. همچنین میتوان با توجه به عمده بودن نوع ساختمانی پتاسیم خاک و اینکه منبع پتاسیم غیرتبادلی (عصارهگیری شده با اسید نیتریک جوشان) کانیهای رسی ۲:۱ مانند میکا و ورمیکولایت میباشد (Moritsuka, et al. ۲۰۰۴)، پیشنهاد شود به منظور اقدام به کشت در منطقه، در دسترس بودن پتاسیم را به عنوان عنصر پر مصرف و ضروری برای گیاه را در نظر گرفت.

منابع

اولیائی، ح.ر. و س. رضایی. ۱۳۸۸. مطالعه اثر پستی و بلندی بر پیدایش، شکلهای شیمیایی آهن و منگنز و کانیشناسی رس خاکهای دشت غربی یاسوج. پژوهشهای حفاظت آب و خاک. ۲۱(۲): ۱۲۹-۱۰۹.

Basak, B. and D. Biswas. ۲۰۰۹. Influence of potassium solubilizing microorganism (Bascillus mucilaginosus) and waste mica on potassium uptake dynamics by sudan grass (Sorghum vulgare) grown under two Alfisols. Plant Soil Environment Journal, ۳۱۷: ۲۳۵-۲۵۵.

Boling, A.A., T.P. Tuong., H. Suganda., Y. Konboon, D. Harnpichivitaya, B.A.M. Bouman and D.T. Franco. ۲۰۰۸. The effect of toposequence position on soil properties, hydrology, and yield of rianfed lowland rice in Southeast Asia, Field Crops Research, ۱۰۶: ۲۲-۳۳.

Egli, M., C., Merkli, G., Sartori, A., Mirabella, and M. Plotze. ۲۰۰۸. Weathering, mineralogical evolution and soil organic matter along a Holocene soil toposequence developed on carbonate-rich materials. Geomorphology, ۹۷: ۶۷۵-۶۹۶.

Jiang, P and K.D. Thelen. ۲۰۰۴. Effect of soil and topographic properties on crop Yield in a north central corn-Soybean cropping system. Journal of Agronomy. ۹۶: ۲۵۲- ۲۵۸.

Martin, H.W. and D.L. Sparks. ۱۹۸۳. Kinetics of non-exchangable potassium release from two coastal plain soils. Soil science. Society. American. Journal, ۴۷: ۸۸۳-۸۸۷.

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

Soil Survey Staff, ۱۹۹۳. Soil Survey Manual. USDA. Handbook No. ۱۸. Washington, DC.

Sparks, D. L. ۲۰۰۰. Bioavailability of soil potassium, pp. D-۳۸-D-۵۲. In: Sumner, M.E. (Ed.) Handbook of soil science, CRC Press, Boca Raton, FL.

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

Abstract

Topography is one of the effective factors on soil evolution and is considered in many soil forming models. Potassium (K) is an essential nutrient element and its content is an important factor in agricultural activities. Eleven soil profiles were studied along a soil toposequence in Yasouj southern plane in order to investigate the relationship between K different forms and soil evolution. According to the results, a positive and significant correlation was noticed between total and structural K ($p<۰.۰۱$), as well as between clay content and exchangeable K. No

significant correlation was found between clay content and the other K forms. Negative significant correlations ($p<۰.۰۱$) were noticed between solution, exchangeable and non-exchangeable K and soil depth (an index for soil evolution).

پیش‌بینی کلاس‌های خاک با روش‌های درختان تصمیم گیری تصادفی و رگرسیون منطقی چند متغیره در استان گلستان

محمدرضا پهلوان راد [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، نورایر تومانیان [۳]، فرشاد کیانی [۴]، بایرام کمکی [۵]
۱- استادیار بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲- استاد گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۴- استادیار گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۵- استادیار گروه آبخیزداری و حفاظت خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
در این تحقیق دو روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی و رگرسیون منطقی چند متغیره در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در استان گلستان ارزیابی شدند. خصوصیات اراضی، نقشه واحدهای ژئومورفولوژی و شاخص پوشش گیاهی بهبودیافته و نقشه سری خاک موجود به عنوان متغیر های کمکی محیطی جهت تهیه نقشه کلاس‌های خاک در محدوده ۸۵۰۰۰ هکتار استفاده شدند. نتایج مقایسه دقت نقشه‌های تولید شده در مدل های مختلف نشان داد که در سطح زیرگروه، و سری روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی برتری نسبی به روش رگرسیون منطقی چندتایی داشته و در سطح گروه بزرگ رگرسیون منطقی چند جمله‌ای دقت بیشتری داشته است. در سطح سری بالاترین دقت با درختان تصمیم‌گیری تصادفی به میزان ۴۰ درصد بدست آمد که ۱۰ درصد بیشتر از روش رگرسیون منطقی چندتایی بود. نتایج نشان داد که روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی می‌تواند برای تهیه نقشه خاک های کارآمد در سطوح پایین‌تر طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: نقشه‌برداری رقومی خاک، درختان تصمیم‌گیری تصادفی، رگرسیون منطقی چند متغیره، استان گلستان

مقدمه
وجود نقشه‌های خاک از نیازهای اساسی در مطالعات علوم زمین می‌باشد. با وجودی که بیش از ۵۰ سال از شروع مطالعات خاکشناسی در ایران می‌گذرد، نقشه‌های خاک کشور به طور کامل تهیه نشده‌اند. در نقشه‌برداری مرسوم خاك دانش پدولوژی به طور دقیقی برای تولید نقشه‌های خاك استفاده می‌شود؛ اما هنگامی که با روش‌های در حال توسعه نقشه‌برداری رقومی خاک مقایسه می‌شوند زمان‌بر و هزینه‌بر نشان می‌دهند (Grunwald, ۲۰۱۰).
نقشه‌برداری رقومی خاك (DSM[۷۷]) شامل روش‌ها و مدل‌هایی است که بین توزیع خاک (کلاس‌ها یا خصوصیات خاك) و داده‌هایی که به آسانی و با قیمت ارزان از طریق روش‌های سنجش‌ازدور، تصاویر و عکس‌های ماهواره‌ای و داده‌های ژئومورفومتری بدست می‌آیند و تحت عنوان متغیرهای کمکی محیطی[۷۸] نامیده می‌شوند ارتباط برقرار می‌کند. اگر چه تکنیک‌های DSM بر روی محاسبات دیجیتالی استوار است ولی اساس آن بر روی معادلات تشکیل خاک (McBratney, et al., ۲۰۰۳ ؛ Jenny, ۱۹۴۱) قرار دارد.(۱۹۴۱) Jenny مدل معروف خود را که بر اساس آن خاك بر روی یك زمین‌نما تابعی از ۵ فاکتور محیطی است معرفی کرد. این مدل به صورت معادله $S= f (CL,O, R, P, T)$ تعریف شده است. (۲۰۰۳) McBratney, et al., مدل پدولوژیکی ClORPT را بازبینی کردند و پارامترهای خاک (کلاس ها و یا خصوصیات خاک) و موقعیت مکانی را به آن اضافه نموده و مدل جدیدی تحت عنوان مدل SCORPAN را برای کمی کردن ارتباط بین داده‌های دقیق مکانی و خاک ارائه کردند. اجزای این مدل تحت عنوان متغیرهای کمکی محیطی معرفی شده‌اند. مدل جدید به صورت $S= f(s, c, o, r, p, a, n)$ است که فاکتورهای s داده‌های صحرایی و یا آزمایشگاهی خاک در نقاط نمونه برداری یا در نقشه‌های خاک هستند و nموقعیت مکانی نقاط نمونه‌برداری می باشند که به پارامترهای مدل Jenny (۱۹۴۱) اضافه شدند.
مدل‌های مختلفی در نقشه‌برداری رقومی خاک مورد استفاده قرار می گیرند. مدل درختان تصمیم گیری تصادفی (RF) مدل توسعه یافته از مدل طبقه‌بندی و رگرسیون درختی (CART[۷۹]) می‌باشد. روش CART روشی است که داده‌ها را به طور تکراری برای بدست آوردن ارتباط بین متغیر پاسخ و متغیرهای مستقل و انجام تخمین جداسازی می‌کند.(۲۰۰۹) Brungard، تکنیک RF را برای پیش بینی مکانی کلاس‌ها و خصوصیات خاک استفاده کرد؛. وی دریافت که RF یک روش مفید برای پیش بینی کلاس‌های خاک، خصوصیات خاک و توزیع پوشش گیاهی است. (۲۰۱۳) Barthold et al., با استفاده از RF توزیع تیپ های مختلف خاک با روش رده‌بندی

[۷۷] Digital Soil Mapping
[۷۸] Environmental covariates
[۷۹] Classification and regression trees

WRB[۸۰] را در سطحی حدود ۳۶۰۰ کیلومتر مربع با ۱۴۵ پروفیل در چین مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردند در مطالعه آنها مقدار خطای پیش بینی مدل برای سطح اول رده بندی روش WRB برابر ۶/۵۱ درصد بود.

مدل دیگر استفاده شده برای نقشه برداری کلاس خاک ها روش رگرسیون منطقی چند جمله‌ای[۸۱] می‌باشد. روش رگرسیون منطقی چند جمله‌ای به طور موفقی برای پیش‌بینی خصوصیات خاک در مقایسه با پیش‌بینی کلاس‌های تاکسونومی خاک استفاده شده است. این روش می‌تواند برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک مورد استفاده قرار گیرد (Marchetti ۲۰۱۱ ،et al.). Jaffari (۲۰۱۲) et al.، روش رگرسیون منطقی دوتایی[۸۲] و رگرسیون منطقی چند جمله‌ای را با ۱۲۶ پروفیل در سطحی ۹۰۰۰۰ هکتار برای پیش بینی توزیع گروه‌های بزرگ در منطقه زرند کرمان مورد استفاده قرار دادند و مشاهده کردند که در منطقه مورد مطالعه رگرسیون منطقی چند جمله‌ای دقت بیشتری نسبت به روش رگرسیون منطقی دوتایی داشت. (Marchetti ۲۰۱۱ ،et al.، در مطالعه تخمین تیپ‌های خاک در ایتالیا مشاهده کردند که روش رگرسیون منطقی چند جمله‌ای یک روش تخمین سریع و قابل اعتماد برای متغیرهای اسمی[۸۳] مثل کلاس‌های خاک می‌باشد.

این تحقیق با هدف بررسی دقت روش‌های RF و MLR در تخمین کلاس‌های خاک در بخشی از اراضی استان گلستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه دارای مساحت حدود ۸۵۰۰۰ هکتار و در استان گلستان واقع شده است (شکل ۱). این محدوده با عرض ۱۹ کیلومتر از شمال شهر گرگان شروع و تا ۴۵ کیلومتر بطرف شمال ادامه دارد. ارتفاع محدوده بین ۱۵۸ متر در جنوب منطقه مورد مطالعه تا ۱۸ متر زیر سطح دریا می باشد. مواد مادری منطقه به‌طور عمده رسوبات لس و لس های منتقل شده با آب هستند.

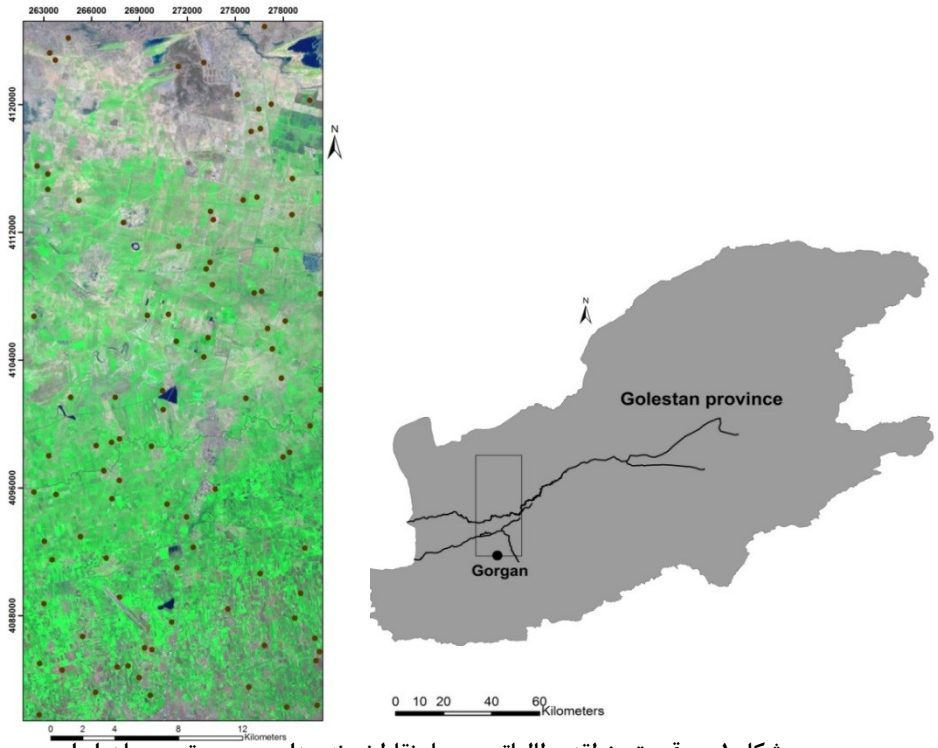
۱۳ خصوصیت متغیر محیطی که شامل خصوصیات زمین، شاخص پوشش گیاهی و واحدهای ژئومورفولوژی بودند در این مطالعه استفاده شد. خصوصیات زمین شامل شیب، ارتفاع، جهت، ، انحنای سطح[۸۴]، انحنای نیمرخ[۸۵]، شاخص حمل رسوب، شیب میانگین شیب بالایی[۸۶]، طول جریان شیب پایینی[۸۷]، بیشترین شیب به سمت پایین[۸۸] و شاخص خیسی[۸۹] از نقشه DEM با بزرگنمایی ۳۰ متر با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS ۹.۳ و TAS[۹۰] استخراج گردیدند. از SAVI به عنوان شاخص پوشش گیاهی استفاده شد چون به زمینه خاک حساسیت ندارد. همچنین از نقشه خاک موجود منطقه نیز به‌عنوان یک متغیر در مدل استفاده شد.

روش cLHS که توسط Minasny and McBratney (۲۰۰۶) معرفی شده است با استفاده از نرم افزار Matlab برای انتخاب محل‌های نمونه‌برداری پروفیل‌های خاک اجرا گردید. مقادیر همه متغیرهای کمکی در پیکسلهای ۳۰ در ۳۰ متر در نرم افزار ArcGIS بدست آمد و این مقادیر به نرم افزار Matlab منتقل و با تکنیک cLHS محل ۹۹ پروفیل تعیین و نمونه برداری انجام شد. پروفیل ها بر اساس دستور العمل نقشه‌برداری خاک و کلید طبقه‌بندی تا سطح فامیل طبقه بندی شدند. فامیل خاک به سری اصلی در نظر گرفته شد.

لایه‌های ۱۳ متغیر با پیکسل‌های ۳۰ متر مربعی و کلاس‌های خاک وارد نرم افزار R ۳.۰.۱ (۲۰۱۳) و R-Studio ۰.۹۷.۵۵۱ گردید و مدل های RF و MLR اجرا گردید. در هر مدل نقشه نهاین بر اساس کمترین خطایی که هر مدل می دهد تولید شد. تعداد ۷۹ نمونه برای مدل سازی و ۲۰ نمونه برای اعتبارسنجی استفاده شد.

---

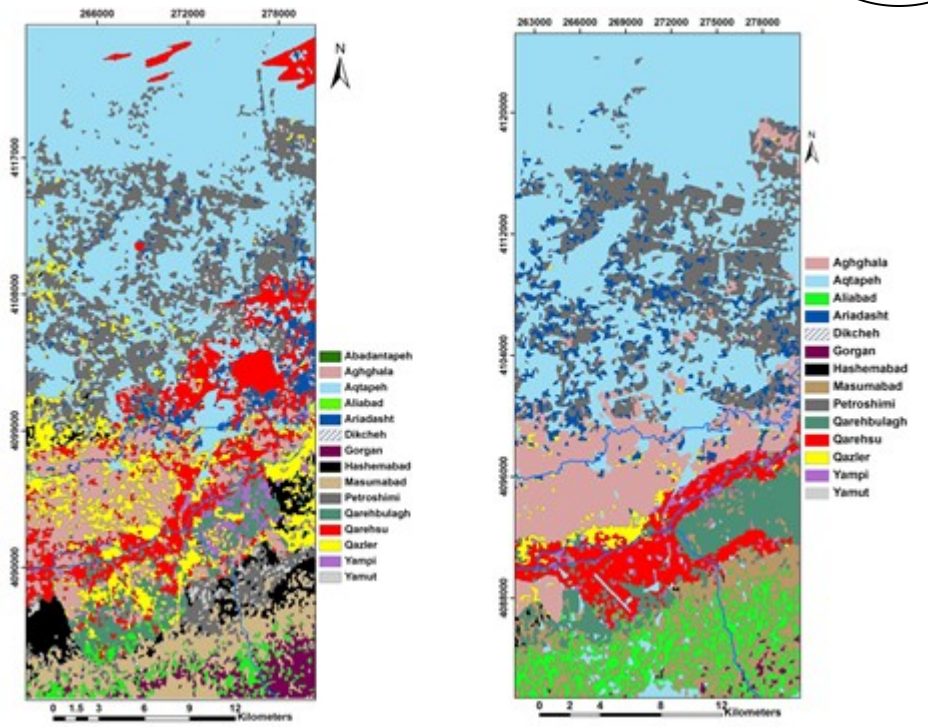
[۸۰] World Reference Base for Soil Resources
[۸۱] Multinomial logistic regression
[۸۲] Binary logistic regression
[۸۳] Categorical
[۸۴] Plan Curvature
[۸۵] Profile Curvature
[۸۶] Mean upslope slope
[۸۷] Downslope flowpath length
[۸۸] Max downward slope
[۸۹] Wetness index
[۹۰] Terrain Analysis System



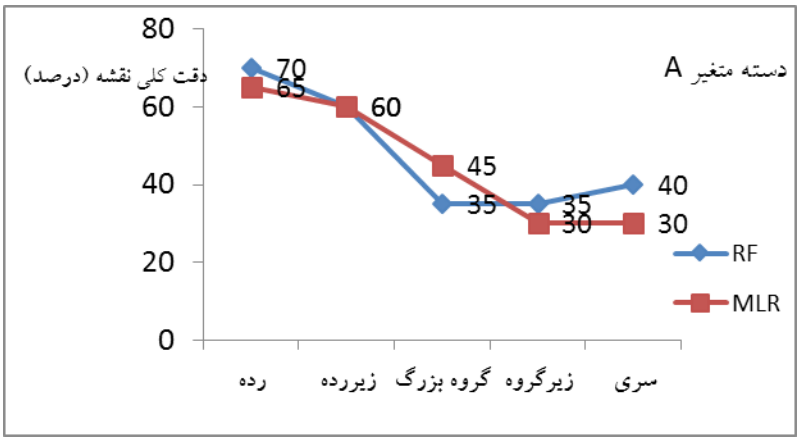
شکل ۱ - موقعیت منطقه مطالعاتی و محل نقاط نمونه برداری بر روی تصویر ماهواره‌ای

نتایج و بحث

نقشه‌های تولید شده مربوط به سری خاک با کمترین خطای مربوط به هر مدل در شکل ۲ نشان داده شده است. مقایسه نتایج دقت کلی نقشه‌های تولید شده با هر دو روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی و رگرسیون منطقی چند جمله‌ای در همه سطوح رده بندی در شکل ۳نشان داده شده است. نتایج نشان داد در سطح زیررده دقت هر دو روش یکسان بود. در سطح گروه‌بزرگ روش رگرسیون منطقی چند جمله‌ای نسبت به روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی برتری داشت. در زیر گروه‌بزرگ دقت روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی بیشتر بود . مقایسه نتایج دقت نقشه‌های تولید شده در سطح سری نشان داد که دقت نقشه در روش درختان تصمیم‌گیری تصادفی بیشتر بود و نشان می‌دهد که این تکنیک با افزایش تعداد کلاس‌ها تخمین بهتری نسبت به روش رگرسیون منطقی چند جمله‌ای می‌دهد و می‌تواند در سطوح پایین طبقه‌بندی مانند فامیل و سری به‌کار رود. مقدار دقت نقشه ۱۰درصد بیشتر از روش رگرسیون منطقی چند جمله‌ای بود که مقدار اختلاف قابل‌توجه‌ای در این تحقیق بود. بنابراین روش RF می تواند در تخمین نقشه‌های سطوح پایین‌تر رده‌بندی به‌کار رود. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که در مطالعات تهیه نقشه خاک با روش رقومی خاک، نباید به یک تکنیک اتکا کرد و بهتر است از تکنیک‌های مختلف استفاده شود و نقشه نهایی بر اساس روشی که دارای دقت بالاتری است تهیه شود. Hueng et al., (۲۰۱۴) در نقشه‌برداری مواد مادری خاک با استفاده از درختان تصمیم‌گیری تصادفی مشاهده کردند که درختان تصمیم‌گیری تصادفی نقشه‌هایی با دقت بالا تولید کرد و یک روش موثر در ایجاد ارتباط بین توپوگرافی و مواد مادری خاک است.



شکل۲- نقشه تولید شده به روش **RF** (سمت راست) و **MLR** (سمت چپ)



شکل۳ -مقایسه دقت کلی روش‌های **RF** و **MLR** در سطوح مختلف رده‌بندی

منابع

Barthold, F.K., Wiesmeier, M., Breuer, L., Frede, H.G., Wu, J., Blank, F.B., ۲۰۱۳. Land use and climate control the spatial distribution of soil types in the grasslands of Inner Mongolia. Journal of Arid Environments ۸۸(۰), ۱۹۴-۲۰۵.

Brungard, C, W. ۲۰۰۹. Alternative Sampling and Analysis Methods for Digital Soil Mapping in Southwestern Utah. Thesis for Master of Science. Utah State University. USA.

Grunwald, S. ۲۰۱۰. Current State of Digital Soil Mapping and What Is Next. In: Boettinger, J. L., Howel, D. W., Moore, A. C., Hartemink, A. E., and Kienast-Brown, S., (eds.), Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application, and Operation. Springer. Dordrecht Heidelberg London New York. Pp ۳-۱۲.

Hueng, R., Bulmer, C.B., Schmidt., M.G. ۲۰۱۴. Predictive soil parent material mapping at a regional-scale: A Random Forest approach. Geoderma. ۲۱۴-۲۱۵: ۱۴۱-۱۵۴.

Jafari, A., Finke, P.A., Van de Wauw, J., Ayoubi, S., Khademi, H., ۲۰۱۲. Spatial prediction of USDA- great soil groups in the arid Zarand region, Iran: comparing logistic regression approaches to predict diagnostic horizons and soil types. European Journal of Soil Science ۶۳, ۲۸۴-۳۰۹.

Jenny, H. ۱۹۴۱. Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. McGraw-Hill, New York.

Marchetti, A., Piccini, C., Santucci, S., Chiuchiarelli, I., and Francaviglia, R., ۲۰۱۱. Simulation of soil types in Teramo province (Central Italy) with terrain parameters and remote sensing data. Catena. ۸۵: ۲۶۷-۲۷۳.

McBratney, A.B., Mendonça Santos, and M.L., Minasny, B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma. ۱۱۷: ۳-۵۲.

Minasny, B., and McBratney, A.B. ۲۰۰۶. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Computers & Geosciences ۳۲(۹), ۱۳۷۸-۱۳۸۸.

Abstract

In this experiment Random forest and Multinomial logisic regression models were evaluated for predicting soil classes in Golestan province. Terrain attribute, SAVI, geomorphology map, land and conventional soil maps were used in ۸۵۰۰۰ ha. Comparison accuracy of the maps output in different models and category levels showed that in the level of subgroup and series random forest has more relative advantage and accuracy than multinomial logistic regression. In the level of great-group multinomial logistic regressions was more accurate. In the level of series, the most accuracy was obtained by random forest (۴۰%) and it is ۱۰% more than multinomial logistic regressions. Results showed that random forest could be used producing efficient maps with no large data in lower category levels.

بررسی تناسب اراضی برای کشت کلزا (Canola) باروش‌های محدودیت ساده و پارامتریک در منطقه گیان، استان همدان

فروغ کیانی [۱]، سهیلا سادات هاشمی [۲] ، زهرا خدری [۳]
۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه ملایر، ۲- استادیار، گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه ملایر،
۳-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه ملایر

چکیده
این تحقیق در اراضی گیان واقع در جنوب شرق شهرستان نهاوند، جهت ارزیابی کیفی تناسب اراضی به روش محدودیت ساده و روش پارامتریک برای کشت کلزا صورت گرفته است. براساس بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۸ پروفیل که در اراضی موردنظر حفر شدند، خاک‌های منطقه به روش تاکسونومی در دو رده انتی سول و اینسپتی سول قرار گرفتند. نتاج نشان داد اقلیم منطقه گیان برای کلزا، در روش محدودیت ساده تناسب متوسط (S2) و در روش پارامتریک تناسب خوبی (S1) دارد. طبق روش محدودیت ساده ۵۰ درصد اراضی دارای تناسب متوسط (S2) و ۵۰ درصد اراضی دارای تناسب بحرانی (S3) بودند. براساس روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) تناسب خاک‌ها بحرانی (S3) و نامناسب (N) بود. مطالعات نشان داد که عوامل محدودکننده در این منطقه شامل درصد آهک، کربن آلی، اسیدیته، بافت خاک و اقلیم بود.

واژگان کلیدی: محدودیت ساده، پارامتریک، کلزا، گیان

مقدمه
کلزا (*Brassica napus*) از گیاهان روغنی می‌باشد که در کشور ما به تازگی مورد کشت و کار قرار گرفته و امروزه بیش از ۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور را تأمین می‌کند (رضایی و ملکوتی، ۱۳۷۹). با توجه به افزایش جمعیت کشور، نیاز بیش از پیش به روغن خوراکی احساس می‌شود. همچنین با کشت کلزا، بیماری‌های زراعی و نماتد کاهش یافته و باعث افزایش کیفیت خاک و آب در زمین زراعی می‌شود. لذا سرمایه گذاری خاصی در توسعه کشت دانه روغنی کلزا انجام می‌شود (ملک‌زاده، ۱۳۸۶). یکی از راه‌های افزایش تولید داخلی این ماده، ارتقاء تولید دانه‌های روغنی در واحد سطح است. به منظور افزایش تولید این محصول در واحد سطح، باید ظرفیت تولید اراضی انتخاب شده متناسب با نیازهای رویشی کلزا باشد. برای نیل به این هدف لازم است تناسب اراضی انتخاب شده برای کشت این گیاه، مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به اهمیت مطالعات ارزیابی اراضی در برنامه‌ریزی استفاده صحیح از زمین و مدیریت پایدار، تناسب کیفی اراضی در منطقه مورد مطالعه برای کلزا به روش محدودیت ساده، و پارامتریک (گیوی، ۱۳۷۶) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در شهر گیان واقع در جنوب شهرستان نهاوند قرار دارد. موقعیت جغرافیایی گیان بر روی نقشه ایران به صورت ۳۴ ° ۱۱ ′ ۵ "N و ۴۸ ° ۱۴ ′ ۵۶" E می‌باشد و دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریاست. اراضی این منطقه از نظر ژئومورفولوژی در دشت دامنه‌ای و مخروط‌افکنه رسوب واریزه‌ای قرار می‌گیرند. براساس آمار میانگین دمای سالانه در این منطقه ۷/۱۲+ درجه سانتیگراد است، سردترین ماه آن دی ماه با میانگین دمای ۵- درجه و گرم‌ترین ماه آن تیرماه با میانگین دمای ۶/۲۵+ است. منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. ۸ پروفیل خاک به منظور مطالعه خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها تشریح و ۳۰ نمونه خاک از افق‌های مختلف آن برداشت گردید. در تعیین تناسب اراضی، در مرحله اول، اطلاعات مربوط به مشخصات اراضی جمع‌آوری شد. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از قبیل اقلیم، وضعیت آب، زمین شناسی، کاربری فعلی اراضی و خصوصیات خاک شامل بافت، ساختمان، شوری و قلیائیت، pH ، زهکشی، سیلگیری، سنگ و سنگریزه، درصد گچ، آهک و کربن آلی تعیین گردید. در مرحله دوم، نیازهای رویشی کلزا تعیین گردید. برای تعیین کلاس تناسب اراضی، از دو روش پارامتریک و محدودیت ساده استفاده شد. در روش محدودیت ساده، اطلاعات اقلیمی و زمینی جمع‌آوری شده از منطقه با جداول نیازهای رویشی کلزا مقایسه شد، به هر مشخصه زمین موجود در جدول، یک کلاس از کلاس‌های تناسب اختصاص داده شد. در نهایت، نامطلوب‌ترین کلاس به عنوان کلاس نهایی تناسب در نظر گرفته شد. زیر کلاس نیز بر اساس اینکه نامطلوب‌ترین کلاس مربوط به کدامیک از مشخصات زمین می‌باشد، تعیین گردید (گیوی، ۱۳۷۶). در روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم)، مشخصات اراضی اندازه‌گیری شده با نیازهای رویشی کلزا، تطبیق و بسته به شدت محدودیت آن‌ها برای گیاه، به هر کدام درجه تناسبی اختصاص داده شد. برای روش استوری و ریشه دوم، از روابط ۱ و ۲ استفاده شد و با جایگذاری درجه تناسب‌ها در این روابط برای هر واحد زمین یک شاخص بدست آمد.

روش ریشه دوم

$$LI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots}$$

در این روابط، A، B و C و ...، درجات تناسب اختصاص داده شده به هریک از مشخصه‌های زمین و R_{min}، در جه تناسب حداقل است. در مرحله بعد با استفاده از رابطه بین شاخص زمین و کلاس تناسب، کلاس تناسب تعیین شد. نوع محدودیت زمینی که زمین را به پائین‌ترین کلاس می‌برد، تعیین کننده زیرکلاس است (گیوی، ۱۳۷۶).

نتایج و بحث

پس از انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی، وضعیت خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. خاک‌های منطقه به روش تاکسونومی (۱۹۹۹) در دو رده انتی سول و اینسپتی سول قرار گرفتند. ویژگی‌های عمومی برای ۸ پروفیل در جدول ۱ آورده شده است.

اقلیم منطقه گیان برای کلزا طبق روش محدودیت ساده دارای تناسب متوسط (S۲) و بر اساس روش پارامتریک دارای تناسب خوب (S۱) می‌باشد. در روش محدودیت ساده ۵۰ درصد اراضی کلاس تناسب بحرانی داشتند (S۳) و ۵۰ درصد اراضی دارای تناسب متوسط (S۲) بودند. براساس روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) تناسب خاک‌ها بحرانی (S۳) و نامناسب (N) بود، البته در روش استوری به علت ضرب درجات تناسب و نه به خاطر محدودیت هریک از مشخصات اراضی، تناسب کمتری نشان می‌دهد، لذا به نظر می‌رسد استفاده از فرمول ریشه دوم بر استفاده از فرمول استوری ارجحیت داشته باشد.

نیم‌رخ	طول وعرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	فیزیوگرافی	پستی و بلندی	مواد مادری	زهکشی	سایر موارد
۱	۲۴۷۰۹۵E ۳۷۸۴۴۶۶N	۱۸۳۷	دشت دامنه ای	کم	آهکی	زیاد	تا ۱۵% سنگریزه
۲	۲۴۷۴۹۰E ۳۷۸۴۷۷۲N	۱۶۲۴	دشت دامنه ای	کم	آهکی	زیاد	تا ۲۰% سنگریزه
۳	۲۴۷۱۱۳E ۳۷۸۳۸۳۷N	۱۶۳۰	دشت دامنه ای	نسبتا کم	آهکی و گچی	زیاد	تا ۳۰% سنگریزه
۴	۲۴۵۲۹۴E ۳۷۸۴۰۰۷N	۱۶۳۱	دشت دامنه ای	کم	آهکی	زیاد	۲۵% سنگریزه
۵	۲۴۵۱۶۱E ۳۷۸۴۷۳۵N	۱۶۰۱	دشت دامنه ای	نسبتا کم	آهکی	زیاد	قلوه سنگ
۶	۲۴۳۹۷۵E ۳۷۸۵۶۴۱N	۱۵۹۱	دشت دامنه ای	کم	آهکی	زیاد	حاوی سنگریزه
۷	۲۴۴۳۵۴E ۳۷۸۳۶۷۱N	۱۶۱۹	تپه	متوسط	آهکی	زیاد	حاوی سنگریزه و قلوه سنگ
۸	۲۴۴۲۲۷E ۳۷۸۴۱۲۲N	۱۶۱۰	تپه	متوسط	آهکی و گچی	زیاد	۴۰%سنگریزه، حاوی ماتل خاکستری

جدول۱- اطلاعات عمومی پروفیل‌های مورد مطالعه

نتایج مطالعات نشان داد که عوامل محدودکننده در این منطقه شامل درصد آهک، کربن آلی، اسیدیته، بافت خاک و اقلیم بود. لذا با رفع محدودیت‌های قابل اصلاح در این خاک‌ها می‌توان کلاس خاک را ارتقاء داد و عملکرد بهتری از کلزا بدست آورد (جدول ۲).

جدول۲- ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کلزا

شماره پروفیل	روش محدودیت ساده	روش پارامتریک	
		استوری	ریشه دوم
۱	S۲scl	S۳s	S۳s

۲	S۳f	S۳f	N۱f
۳	N۱f	S۳f	N۲f
۴	S۲s	S۲sfcl	S۳s
۵	S۳s	S۲sfcl	S۳s
۶	S۳s	S۲sfcl	S۳s
۷	S۳f	S۳f	N۱f
۸	S۳f	S۳f	S۳f

در مطالعاتی که قازانچایی و فاریابی (۱۳۹۲) در منطقه دزفول برای کشت کلزا انجام دادند، مشاهده شد که براساس روش پارامتریک، ۶۰ درصد واحدهای اراضی مورد مطالعه در کلاس نسبتا مناسب (S۲) و ۴۰ درصد در کلاس نامناسب بودند. عوامل محدودکننده در واحدهای اراضی این منطقه برای تولید محصول کلزا شامل خصوصیات حاصلخیزی خاک (اسیدیته خاک، آهک، و کربن آلی) و بافت و ساختمان خاک بود.

گیوی و حقیقی (۱۳۹۲) امکان سنجی کشت آبی کلزا را در شمال شهر کرد مورد بررسی قرارداده و دریافتند که از عوامل محدودکننده و پائین آورنده کلاس تناسب اراضی، در درجه اول، خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل بافت و ساختمان و درصد حجمی سنگ و سنگریزه و در درجه بعد اقلیم منطقه می‌باشد.

سپهوند (۱۳۸۶) تناسب اراضی پلدختر به عنوان منطقه گرم و نورآباد به عنوان منطقه سرد در استان لرستان را برای کشت کلزای دیم بررسی نمود. نتایج این تحقیق نشان داد، براساس روش محدودیت ساده، تناسب اراضی مناطق گرم و سرد استان برای کاربری فوق الذکر، به ترتیب متوسط (S۲) و نامناسب (N) می‌باشد.

در این تحقیق همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، در روش محدودیت ساده پروفیل‌های ۱، ۴، ۵ و ۶ دارای تناسب متوسط هستند و پروفیل‌های ۲، ۳، ۷ و ۸ از تناسب بحرانی برخوردارند، مهمترین عامل محدود کننده در تمامی پروفیل‌ها، حاصلخیزی خاک به چشم می‌خورد.

در روش پارامتریک، ریشه دوم که ارجحیت بیشتری نسبت به استوری دارد، تقریبا تمامی پروفیل‌ها از تناسب بحرانی برخوردارند به جزء پروفیل ۳ که نامناسب گزارش شده است.

منابع

رضایی، ح. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۹. مصرف بهینه کود در زراعت کلزا. نشریه فنی شماره ۱۱۶، نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات، کرج، ایران.

سپهوند، م. ۱۳۸۶. بررسی تناسب اراضی استان لرستان برای کشت کلزای دیم. صفحه‌های ۳۲۸ تا ۳۲۹. مقاله‌های دهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تهران، تهران.

قازانچایی، ر. و فاریابی، آ. ۱۳۹۲. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای محصولات گندم، جو، ذرت و کلزا در منطقه دزفول. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰- ۸ بهمن ماه، دانشگاه شهید چمران، اهواز.

گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵.

گیوی، ج. ۱۳۹۲. امکان سنجی کشت آبی کلزا در اراضی شمال شهرکرد. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰- ۸ بهمن ماه، دانشگاه شهید چمران، اهواز.

ملک‌زاده، ج. ۱۳۸۶. کلزا و محتوی تغذیه‌ای آن در خوراک دام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه آزاد اسلامی مرکز گل‌بهار، مشهد.

Soil Survey Staff, ۱۹۹۹. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys (۲th edition), U. S. Department of Agriculture Handbook, Washington D. C.

Abstract

This study has been made in the Gyan area is located in eastsouthern of Nahavand city, for qualitative land suitability of Canola cultivation by using simple limitation and Parametric methods. The soils of area by taxonomy methods and physical and chemical characteristic are located in Entisols and Inceptisols. The results showed that the area climate have moderate suitable (S۲) in simple methods and its have high suitable (S۱) in the Parametric method. Based on simple limitation method, %۵۰ of lands have moderate suitable (S۲) and %۵۰ of land have critical suitable (S۳). The suitability of lands were critical (S۳) and non suitable (N) based on Parametric method (stori and square root).The study showed that limitation factors in this area are Carbonate calcium preentage, organic carbon, pH, soil texture and climate.

تشکیل کانی‌های کلسیم‌دار در خاك سطح مشترك سنگ گرانیت- گلسنگ در شیرکوه استان یزد

دولت خسرویانی [۱]، جواد گیوی [۱]، علیرضا داودیان دهکردی [۲]
۱-گروه علوم خاك دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲-گروه زمین‌شناسی دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد

چکیده
سطح مشترك بین سنگ و گلسنگ به‌عنوان مکان انجام فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی فراوانی شناخته‌شده‌است. در این مطالعه کانی کلسیم‌دار در سطح مشترك گلسنگ - سنگ گرانیت در شیرکوه استان یزد مورد بررسی قرار گرفت. سه نمونه از خاك بین سطح مشترك گلسنگ-گرانیت و سنگ دست نخورده آنها از شیرکوه جمع‌آوری گردید. آنالیز پراش اشعه ایکس به روش پودری بر روی خاك و مطالعه‌ی میکروسکوپی بر روی مقطع نازك نمونه‌های سنگ گرانیت انجام شد. نتاج حاصل از پراش اشعه ایکس حضور کانی‌های ثانویه اگزالات کلسیم منوهیدرات، کلسیت و دولومیت را در سطح مشترك گلسنگ-گرانیت تأئید می‌کند. رسوب این کانی‌ها با گلسنگ و از طریق ترشح اسیدهای آلی و واکنش آنها با ترکیبات سنگ قابل توجیه‌است. حضور این کانی‌ها در یك سنگ فقیر از کلسیم مانند گرانیت قابل توجه می‌باشد، و نقش بیولوژیکی گلسنگ را در فرایند هوادیدگی و بیوتجمع عناصر به‌خوبی نشان می‌دهد.

واژه های کلیدی: گلسنگ، گرانیت شیرکوه، اگزالات کلسیم، کربنات کلسیم

مقدمه
گلسنگ‌ها از قدیمی‌ترین استعمارگران سکونتگاه‌های زیستی بر روی زمین می‌باشند و ازجمله موفقیت آمیزترین شکل همزیستی را دارا هستند(Seaward, ۱۹۹۷). گلسنگ‌ها بیش از ۱۰% رویشگاه‌های خاکی روی زمین به‌ویژه ارتفاعات را پوشانده‌اند(مهرو حاجی منیری، ۱۳۸۷). گلسنگ که نمایش همزیستی قارچ و جلبك است در انواع محیط‌های طبیعی پراکنده است و از آنجا که رشدی آرام و عمری طولانی دارد، در تمام فصول سال قابل مشاهده است. گلسنگ‌ها پیشتازانی هستند که بر سطوح برهنه‌ی سنگ‌ها ظاهر می‌شوند و به واسطه‌ی طبیعت پوئی‌کیلوهیدر خود با بردباری شرایط نامساعد را تحمل می‌کنند. از این رو یکی از مهم‌ترین عامل زیستی تشکیل خاك به‌ویژه در مناطقخشك و نیمه خشك هستند. سطح مشترك بین سنگ و گلسنگ امروزه به‌عنوان مکان انجام فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی فراوانی شناخته‌شده‌است(Chen et al., ۲۰۰۰).
قبلاً این تصور وجود داشت که گلسنگ‌ها ممکن است نقش کمی در فرایند هوادیدگی شیمیایی سنگ‌ها داشته‌باشند. دلیل آن نیز غیر محلول بودن ترکیبات گلسنگ در آب بود(Iskandar and Syers, ۱۹۷۲)، این محققین شواهد عینی بیان کردند که فرایندهای شیمیایی عمده توسط گلسنگ‌ها که با حل کانی‌ها همراه است شامل ۱) تولید CO_2 تنفسی، ۲) دفع اسید اگزالات، و ۳) تولید ترکیبات بیوشیمیایی با قابلیت تشکیل کمپلکس می‌باشد.
Jackson and Keller (۱۹۷۰) یافتند که CO_2 تنفسی گلسنگ می‌تواند در واکنش با آبی که توسط گلسنگ ذخیره می‌شود با تولید اسیدکربنیك، به‌طور مؤثری در کاهش pH موضعی در میکرومحیط و بنابراین کمك به تسریع سرعت هوادیدگی شیمیایی مؤثر باشد. همچنین Prieto & Silva(۲۰۰۳) نئوفرمیشن کربنات کلسیم را در تالوس گلسنگ موجود بر روی گرانیت گزارش کردند. Vingiani et al. (۲۰۱۳) هوادیدگی و به دام افتادن ذرات را درسطح مشترك سنگ-گلسنگ در محیط آتشفشانی در ایتالیا گزارش کردند.
Scarciglia et al. (۲۰۱۲) نقش ۵ گونه گلسنگ را در هوادیدگی گرانودیوریت‌های جنوب ایتالیا مطالعه کردند. در این مطالعه از تکنیك‌های مختلفی استفاده شد تا خصوصیات فیزیکی سطح سنگ ناشی از هوادیدگی بیوفیزیکی گلسنگ و خصوصیات شیمیایی خاك بین سطح مشترك گلسنگ-سنگ مورد مطالعه قرار گیرد، و تأثیر هر نوع گونه گلسنگ بر روی سنگ به صورت مجزا مورد مطالعه قرار گرفت. در بررسی برخی از گونه‌ها اگزالات اسید ترشح نشده بود، اما حضور سایر اسیدهای آلی همچنان روند هوادیدگی را تحت تأثیر قرار می‌داد.
Jackson et al.(۲۰۱۵) هوادیدگی و تشکیل کانی‌های ثانویه رسی را بر روی گنیس پوشیده شده از گلسنگ و خزه مورد مطالعه قرار دادند. این محققین دریافتند که خزه‌ها قادر به نگهداری آب بیشتری می‌باشند و از طرفی شرایط بهتری برای تشکیل کلسیت و کائولینیت بر روی گنیس فراهم شده‌است.
در این تحقیق سعی شده‌است نقش گلسنگ‌ها در فرایند هوادیدگی بیوشیمیایی به‌ویژه در مناطق خشك و نیمه خشك که با انحلال کانی‌ها و بیوتجمع عناصر غذایی شرایط را برای رشد گیاهان متکامل‌تر و بنابراین فرایند خاکسازی بهتر فراهم می‌سازند، بررسی شود.

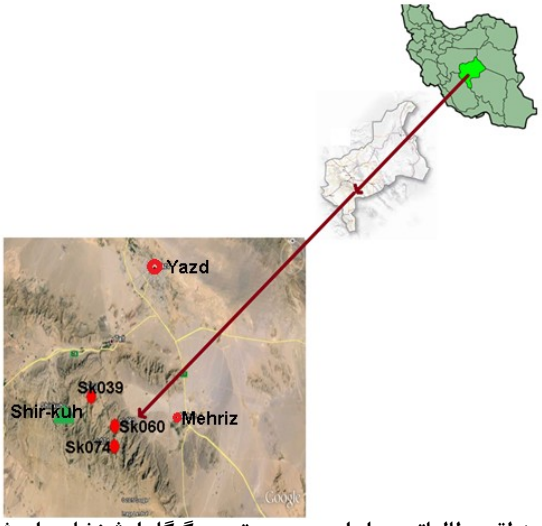
مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان یزد در باتولیت گرانیتوئیدی شیرکوه با سن ژوراسیك میانی درون بلوك یزد از خرده قاره‌ی ایران مرکزی واقع گردیده‌است. این باتولیت از سه واحد اصلی گرانودیوریتی، مونزوگرانیتی و لوکوگرانیتی تشکیل شده‌است. سه نقطه مطالعاتی در شیب‌های شمالی شیرکوه انتخاب گردید(شکل ۱). در نقاط مورد نظر نمونه خاك تشکیل شده در سطح مشترك گلسنگ و سنگ گرانیت(L۰۶۰, L۰۳۹, L۰۷۴)، و نمونه سنگ گرانیت (SK۰۷۴ SK۰۳۹, SK۰۶۰,) جمع‌آوری گردید. در آزمایشگاه نمونه خاك‌ها از الك ۲ میلي‌متری عبور داده شد. نمونه خاك‌های عبوری از الك بعد از آسیاب شدن، به روش پودری توسط دستگاه پراش اشعه ایکس مدل Bruker D۸ در دانشگاه شهرکرد مورد تجزیه قرار گرفت و دیفرکتوگرام آن رسم گردید. سپس با استفاده از منابع موجود(Dixon & Weed,۱۹۸۹; Adamo & Violante,۲۰۰۰) تفسیر پیك‌ها انجام شد. کاني‌شناسی سنگ گرانیت با تهیه مقطع نازك از سنگ و مطالعه توسط میکروسکوپ پلاریزان انجام گردید.

نتایج و بحث

مطالعه کاني‌شناسی مقطع نازك نمونه سنگ

در مطالعه مقطع نازك نمونه‌های سنگ SK۰۷۴ و SK۰۳۹ در زیر میکروسکوپ پلاریزان به ترتیب فراوانی و اندازه بلورها شامل کوارتز، پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار و بیوتیت مي‌باشند. کانی مسکویت نیز به مقدار بسیار معدود مشاهده گردید. نمونه سنگ SK۰۶۰ از نظر فراوانی بلور به ترتیب شامل کوارتز، فلدسپار پتاسیم، پلاژیوکلاز اسیدی(Na>Ca) و به مقدار کمتر بیوتیت مي‌باشد، همچنین در زمینه سنگ کانی مسکویت بیشتری نسبت به دو نمونه‌ی دیگر دیده‌می‌شود.



شکل ۱ - موقعیت منطقه مطالعاتی در ایران و بر روی تصویر گوگل ارث نشان داده‌شده‌است.

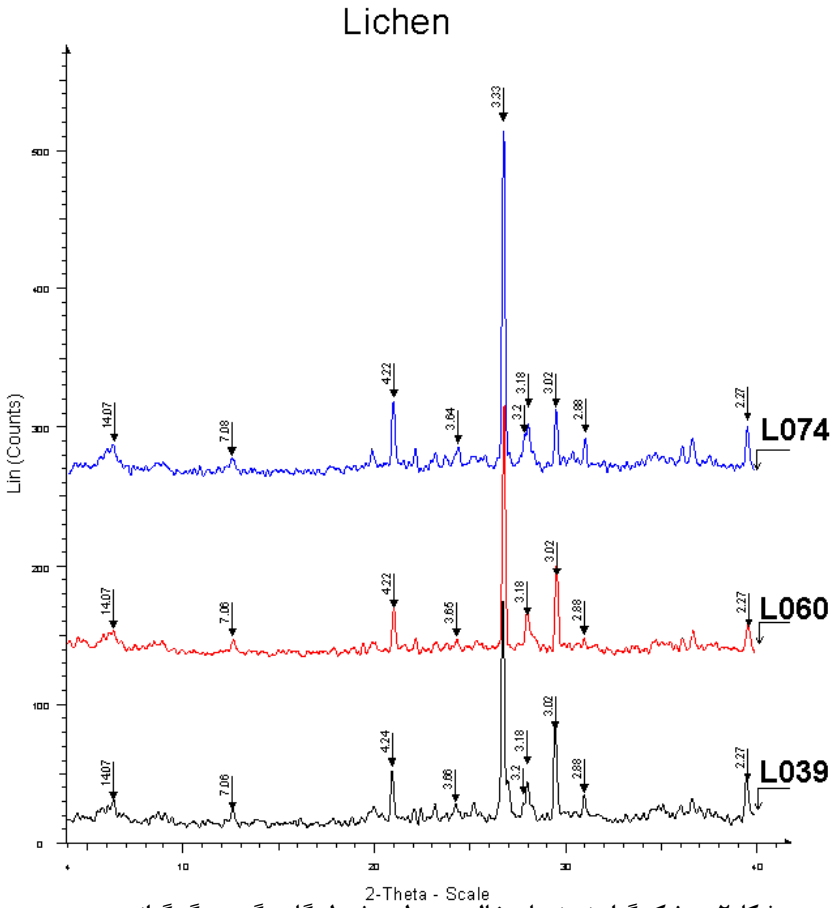
مطالعه کاني‌شناسی نمونه پودری خاك سطح مشترك سنگ گرانیت-گلسنگ

دیفرکتوگرام مربوط به سه نمونه‌ی پودری خاك سطح مشترك گلسنگ-سنگ گرانیت(L۰۶۰, L۰۳۹, L۰۷۴) در شکل ۲ مشاهده مي‌شود. پیك‌های ۶۵/۳ و ۹۷/۲ آنگستروم مربوط به کانی اگزالت کلسیم منوهیدرات(whewellite) [۹۱] مي‌باشد. البته اگزالات کلسیم منوهیدرات قوي‌ترین بازتاب اشعه ایکس را در پیك‌های ۹۳/۵، ۶۵/۳ و ۹۷/۲ آنگستروم نشان مي‌دهد(Adamo & Violante,۲۰۰۰)، که در این دیفرکتوگرام دو پیك ۶۵/۳ و ۹۷/۲ به خوبی قابل مشاهده مي‌باشد. پیك‌های ۰۲/۳ و ۲۷/۲ آنگستروم مربوط به کربنات کلسیم، و پیك ۸۹/۲ آنگستروم مربوط به کانی دولومیت(کربنات کلسیم-منیزیم) مي‌باشد. با توجه به اینکه سنگ زیرین سنگ گرانیت مي‌باشد، و این سنگ فقیر از کلسیم مي‌باشد.حضور این کاني‌ها در خاك سطح مشترك گلسنگ- گرانیت را مي‌توان تا حدود زیادی ناشی از فعالیت بیولوژیکی گلسنگ دانست.

فرایند انحلال عمدتاً توسط اسیدهای آلی در میکروسایت‌های کوچك در سطح مشترك گلسنگ با سنگ رخ مي‌دهد. فرایند انحلال از خوردگی نسبتاً شدید سطح سنگ و ذرات موجود در داخل تالوس گلسنگ(عمدتاً کوارتز، فلدسپار) قابل درك است(Chen et al.,۲۰۰۰; Adamo & Violante,۲۰۰۰). در سطح مشترك سنگ -گلسنگ در میکرومحیط‌هایی که تحت تأثیر هوادیدگی قرار گرفتند، ترکیبات ثانویه‌ای مي‌تواند در اثر فرایند انحلال و کلات شدن تشکیل گردد. واکنش اگزالات اسید ترشح شده توسط جزء قارچ گلسنگ با کاني‌های سنگ مي‌تواند منجر به رسوب اگزالات‌ها گردد. رابطه‌ی نزدیکی بین ترکیب شیمیایی سنگ زیرین و نوع اگزالات نامحلول تجمع یافته درسطح مشترك گلسنگ-سنگ وجود دارد(Chen et al.,۲۰۰۰). اگزالات‌های فلزی متعددی ناشی از

[۹۱] - Whewellite

واکنش اگزالات اسید با کانی‌های سنگ زیرین، به عنوان فراوان‌ترین شکل محصولات کریستالی ثانویه ناشی از هوادیدگی توسط گلسنگ‌ها شناخته شده‌اند، که از بین آنها یون‌های دو ظرفیتی، اگزالات‌های نامحلول تشکیل دهند. در حالیکه یون‌های تک ظرفیتی و سه ظرفیتی تنها نمک‌های محلول اگزالات را تشکیل می‌دهند(Varadachari et al., ۱۹۹۴). اگزالات کلسیم معمول‌ترین شکل اگزالات در طبیعت است و با آزمایشات مختلف ثابت شده است که آگزالات کلسیم در غلظت Ca^{+2} کمتر از ۹۰میکرو مول نیز رسوب خواهد کرد(Eick et al., ۱۹۹۶). بنابراین این کانی حتی بر روی سنگ‌های فقیر از کلسیم مانند گرانیت نیز می‌تواند تشکیل گردد(Prieto et al.,۱۹۹۷).

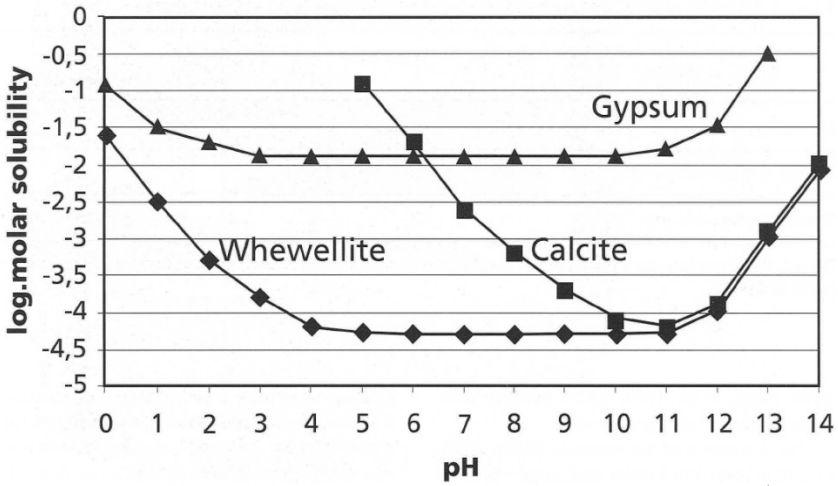


شکل۲- دیفرکتوگرام نمونه‌های خاك در سطح مشترك گلسنگ-سنگ گرانیت

بیوسفر به عنوان کنترل‌کننده‌ی کلی فرایند هوادیدگی و در سطح جزئی‌تر با تنظیم سطح CO_2 اتمسفری بر فرایند هوادیدگی تأثیرگذار است(Berner et al., ۲۰۰۵; Lenton et al., ۲۰۱۲). فعالیت هوادیدگی گلسنگ، خزه، قارچ، و باکتری‌ها با تولید بیولوژیکی اسیدهای آلی ضعیف و همچنین اسید کربنیك قابل توصیف می‌باشد. حل شدن CO_2 در آب نگه داشته شده توسط تالوس گلسنگ منجر به تولید اسید کربنیك می‌گردد، که فرایند انحلال را با پایین آوردن pH موضعی تالوس و میکرو محیط‌های مرتبط تشدید می‌کند(Chen et al., ۲۰۰۰). وجود کربنات و کاتیون‌های فلزی Ca و Mg می‌تواند شرایط را برای تشکیل کربنات کلسیم و دولومیت فراهم سازد. همانطور که در دیفرکتوگرام دیده می‌شود، شدت پیك دولومیت در نمونه L۰۶۰ کمتر از دو نمونه‌ی دیگر است و در مطالعه‌ی مقطع نازك نیز وجود کانی بیوتیت در نمونه سنگ L۰۶۰ کمتر گزارش شده‌است. عمده‌ترین منبع برای Mg می‌تواند تجزیه بیوتیت و برای Ca تجزیه پلاژیوکلازها می‌باشد و پلاژیوکلازها حساس به هوادیدگی هستند.

برای شناخت احتمالی نئوفرمیشن این کانی‌ها، رابطه‌ی حلالیت کربنات کلسیم، وولایت وگچ در مقابل pH را می‌توان در نظر گرفت(شکل ۳). کربنات به‌ویژه در شرایط اسیدی و شرایط طبیعی حلال‌تر از اگزالات است. شرایط pH سطح مشترك گلسنگ-سنگ بین ۸/۷-۸/۵ است(Prieto et al,۱۹۹۷)، و کلسیم حل شده در اثر هوادیدگی به احتمال زیاد بیشتر به صورت اگزالات نسبت‌به کربنات رسوب می‌کند. در عین حال اگزالات به آب بیشتری در محیط برای تشکیل نیاز دارد، بنابراین احتمال تشکیل کربنات نسبت به

اگزالات در ارجحیت است(Prieto & Silva,۲۰۰۳). در مطالعه‌ی حاضر نیز با توجه به دیفرکتوگرام شدت پیك تشکیل کربنات کلسیم بیش از اگزالات کلسیم مي‌باشد.



شکل۳- نمودار حلالیت در آب برای کاني‌های اگزالات کلسیم منوهیدرات، کلسیت و گچ (اقتباس از Prieto and Silva,۲۰۰۳)

هوادیدگي بیولوژیکی توسط گلسنگ را مي‌توان به‌طور کلي شامل؛ خرد شدن و تخریب فیزیکی خیلی شدید یا کمتر بر روی سطح مشترك سنگ-گلسنگ در اثر چسبیدن گلسنگ به سطح سنگ و نفوذ هیف دانست، که با ترشح اسیدهای آلی متعدد مانند اگزالات اسید، هومیك اسید، سیتریك اسید و... و یا با حضور CO_2 تنفسی در محیط و تشکیل اسید کربنیك منجر به فرایند انحلال مي‌گردند، و در نهایت با رسوب و فراهم شدن شرایط تشکیل کاني‌های ثانویه، کاني‌های ثانویه نئوفرم در سطح مشترك سنگ و گلسنگ تشکیل مي‌گردد.

منابع

حاجي منیری، م. ۱۳۸۷. گلسنگ‌شناسی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Adamo, P. and Violante, P. ۲۰۰۰. Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. Applied Clay Science, ۱۶(۵), ۲۲۹-۲۵۶.

Berner, E.K., Berner, R.A. and Moulton, K.L. ۲۰۰۵. Plants andmineral weathering: present and past. In: Drever, J.I. (Ed.), Surface and Ground Water, Weathering, and Soils. Treatise on Geochemistry vol. ۵. Elsevier, Amsterdam, pp. ۱۶۹-۱۸۸.

Chen, J., Blume, H. P. and Beyer, L. ۲۰۰۰. Weathering of rocks induced by lichen colonization—a review. Catena, ۳۹(۲), ۱۲۱-۱۴۶.

Dixon, J. B. and Weed, S. B. ۱۹۸۹. Minerals in soil environments. Soil Science Society of America Inc.(SSSA).

Eick, M.J., Grossl, P.R., Golden, D.C., Sparks, D.L. and Ming, D.W. ۱۹۹۶. Dissolution of a lunar simulant as affected by pH and organic anions. Geoderma ۷۴, ۱۳۹-۱۶۰.

Iskandar, I.K. and Syers, J.K. ۱۹۷۲. Metal-complex formation by lichen compounds. J. Soil Sci. ۲۳, ۲۵۵-۲۶۵.

Jackson T. A. ۲۰۱۵. Weathering, secondary mineral genesis, and soil formation caused by lichens and mosses growing on granitic gneiss in a boreal forest environment. Geoderma, ۲۵۱, ۷۸-۹۱.

Jackson T.A. and Keller W.D. ۱۹۷۰. A comparative study of the role of lichens and "inorganic" processes in the chemical weathering of recent Hawaiian lava flows. Am. J. Sci. ۲۶۹, ۴۴۶-۴۶۶.

Lenton T.M., Crouch M., Johnson M., Pires N. and Dolan L. ۲۰۱۲. First plants cooled the Ordovician. Nat. Geosci. ۵, ۸۶-۸۹.

Prieto B. and Silva B. ۲۰۰۳. Neoformed calcium minerals in granite colonised by lichens. NACC (Nova Acta Cientifica Compostelana). Bioloxia (Espa a)..

Prieto B., Silva B. Rivas T., Wierzchos J. and Ascaso, C. ۱۹۹۷. Mineralogical transformation and neoformation in granite by the lichens Tephromela atra and Ochrolechia parella. Int. Biodeterior. Biodegrad. ۴۰, ۱۹۱-۱۹۹.

Scarciglia F., Saporito N., La Russa M. F., Le Pera E., Macchione M., Puntillo D. and Pezzino, A. ۲۰۱۲. Role of lichens in weathering of granodiorite in the Sila uplands (Calabria, southern Italy). Sedimentary Geology,۲۸۰, ۱۱۹-۱۳۴.

Seaward M.R.D. ۱۹۹۷. Major impact made by lichens in biodeterioration processes. Int. Biodeterior. Biodegrad. ۴۰, ۲۶۹-۲۷۳.

Shahabinejad H. ۲۰۱۳. Assessing the residual effects of fire on water infiltration, soil erodibility and shear strength in Fereydan rangelands. MSC thesis for Soil Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.

Varadachari C., Barman A.K. and Ghosh K. ۱۹۹۴. Weathering of silicate minerals by organic acids: II. Nature of residual products. Geoderma ۶۱, ۲۵۱-۲۶۸.

Vingiani S., Terribile F. and Adamo, P. ۲۰۱۳. Weathering and particle entrapment at the rock-lichen interface in Italian volcanic environments.Geoderma, ۲۰۷, ۲۴۴-۲۵۵.Schweizer L.E., Nyquist W.E., Santini J.B. and Kimes T.M. ۱۹۸۶. Soybean cultivar mixtures in a narrow-row, noncultivatable production system. Crop Science, ۲۶: ۱۰۴۳-۱۰۴۶.

Abstract

The interface between lichen and rock is now known as a place of considerable physical and chemical activity. In this study, neoformed calcium mineral in the interface lichen-Granite Shir-kuh, Yazd province were studied. Three Soil samples interface lichen-granite and their bare rocks were collected. X-ray powder diffraction analysis performed on soil samples and microscopic study performed on thin sections of rock samples. The results of X-ray diffraction analysis confirmed of secondary minerals calcium oxalate monohydrate, calcite and dolomite, in the interface lichens-granite. Precipitation of these calcium minerals is attributed to lichen through the secretion of organic acids and their interaction with the components of the rock. The presence of these minerals in a calcium-poor rock such as granite is noteworthy and the well show the biological role of lichen in the weathering process and bioaccumulation elements.

بررسی ارتباط میزان پذیرفتاری خاک با تکامل خاک در یک ردیف پستی و بلندی در دشت جنوبی یاسوج

سید محمود انجوی نژاد [۱]، حمیدرضا اولیایی [۲] و ابراهیم ادهمی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج، ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج

چکیده
اندازهگیری پذیرفتاری مغناطیسی ( ) به طور وسیعی به منظور ارزیابی تکامل نیمرخ های خاک انجام میپذیرد. اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی روشی سریع، غیر تخریبی، ساده و نسبتاً ارزان میباشد و در دامنه گستردهای از مطالعات مربوط به خاک و سنگ کاربرد دارد. از طرفی ردیف پستی و بلندی نیز می‌تواند بیانگر تکامل خاک در واحدهای فیزیوگرافی مختلف میباشد. بنابراین به منظور اطلاع از ارتباط میزان پذیرفتاری خاک با میزان تکامل خاک در یک ردیف پستی و بلندی، تعداد ۱۰ خاکرخ در واحدهای مختلف فیزیوگرافی حفر گردید و نمونه برداری صورت پذیرفت. نتایج حاصل نشان داد که میزان پذیرفتاری با افزایش میزان رس در نیمرخ ها دارای همبستگی مثبت و معنیدار ($p<0.05$) و با افزایش عمق دارای همبستگی منفی بوده است. میزان پذیرفتاری در افقهای الوویال بیش از ایلوویال و نیز خاکرخهای غیرآبگرفته بیش از خاکرخهای آبگرفته در این ردیف پستی و بلندی بود.

واژه های کلیدی: تکامل خاک، پستی و بلندی، پذیرفتاری مغناطیسی، دشت یاسوج

مقدمه
خاک به عنوان یکی از مهمترین منابع طبیعی، جایگاه ویژهای را در اکوسیستم کره زمین عهده دار است. خصوصیات خاک در فعالیتهای کشاورزی، منابع طبیعی، مهندسی و غیره به نحوه تکامل آن وابسته است. بررسی چگونگی تکوین و تکامل خاک به عنوان مطالعه بنیادین و پایه مطرح گردیده است. خصوصیات هر خاک تابعی از عوامل خاکساز میباشد که این عوامل درجه تکاملی خاک را تعیین مینمایند. فرایندهای خاکسازی که منجر به تبدیل ماده مادری به خاک میشوند شامل دو فرایند کلی است: (۱) فرایندهای خاکساز خارجی که معادل همان عوامل خاکساز میباشد که شامل اقلیم، توپوگرافی، ماده مادری و پوشش گیاهی است. (۲) فرایند خاکساز داخلی که شامل چهار نوع واکنش متفاوت در خاک است که شامل افزایش به خاک، انتقال از خاک، انتقال در خاک و تغییر شکل در خاک میباشد (Jenny, ۱۹۴۱). از این میان توپوگرافی یکی از عوامل تاثیرگذار بر تحول خاک شناخته شده و در بسیاری از مدل‌های خاکسازی منظور گردیده است.
پستی و بلندی یکی از عواملی است که تاثیر مستقیم و غیر مستقیمی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله رنگ، درصد رس، ماده‌ی آلی، واکنش خاک، کربنات‌کلسیم، کانی‌شناسی، میزان رطوبت و حتی غلظت عناصر غذایی مثل آهن و فسفر دارد (Jiang and Thelen, ۲۰۰۴). رده بندی خاک های مختلف در سطح گروه بزرگ و سری را میتوان مرتبط با مواد مادری و توپوگرافی خاک دانست (Schafer et al. ۱۹۸۰). بنابر نظر Egli, et al. (۲۰۰۸) توپوگرافی در قالب جهت شیب، شکل شیب، مقدار شیب و موقعیت آن، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و همچنین مقدار رس و کانی‌شناسی رس را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این محققان بیان کردند، پستی و بلندی به عنوان یک فاکتور موثر بر خاکسازی باعث می‌شود تا خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژی خاک‌های واقع بر یک ردیف پستی و بلندی دچار تغییر شود، بطوری که تغییر خصوصیات خاک در نهایت روند تحول خاک و باروری و حاصلخیزی خاک را تحت تاثیر قرار خواهد داد.
پذیرفتاری مغناطیسی[۹۲] درجهای است که یک ماده، میدان مغناطیسی با شدت مشخصی را تحت تاثیر قرار میدهد (Mullins, ۱۹۷۷) . این کمیت به صورت معادله زیر تعریف میشود:

$$\frac{M}{H} =$$

در معادله فوق M میزان مغناطیس پذیری جسم، H شدت میدان مغناطیسی (هر دو برحسب آمپر بر متر) و پذیرفتاری مغناطیسی حجمی است. پذیرفتاری خاک نیز میتواند برحسب جرمی بیان گردد که به صورت معادله زیر می باشد:

$$\rho_{mass} = \frac{\kappa}{}$$

در معادله بیان شده جرم مخصوص ظاهری برحسب $kg\ m^{-3}$ ، $_{mass}$ پذیرفتاری مغناطیسی جرمی برحسب m^3kg^{-1} میباشد (Mullins, ۱۹۷۷). اکسیدهای آهن خصوصاً گوئتیت، هماتیت، لپیدوکروسیت، مگهمتیت و مگنتیت فراوانترین اکسیدهای فلزی در اکثر خاکها میباشند. این اکسیدها در خاکهای مناطق مختلف آب و هوایی در یک یا چند شکل و به مقادیر مختلف وجود دارند (Schwertmann and Taylor, ۱۹۸۹). رفتارهای مغناطیسی در اجسام به پنج دسته تقسیم میشوند که بر حسب میزان پذیرفتاری مغناطیسی و به ترتیب

[۹۲] Magnetic susceptibility

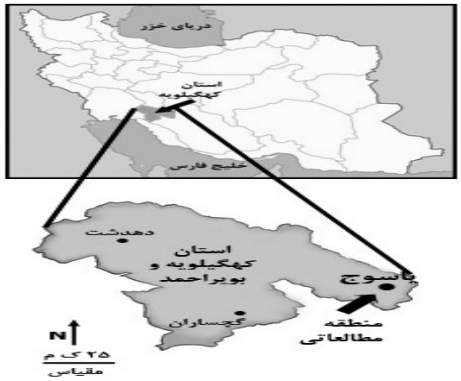
نزولی شامل فرومگنتیسم[۹۳] (مانند آهن خالص)، فریمگنتیسم[۹۴] (مانند مگنتیت و مگهمیت)، کنتد آنتی فرومگنتیسم[۹۵] (مانند هماتیت و گوئتیت)، پارامگنتیسم[۹۶] (مانند لپیدوکروسیت) و دیامگنتیسم[۹۷] (مانند کوارتز، آهک، گچ و ماده آلی) میباشد (Mullins, ۱۹۷۷). منبع اصلی پذیرفتاری مغناطیسی در اغلب خاکها کانیهای فری مگنتیت مانند مگنتیت (Fe_3O_4) و مگهمیت (Fe_2O_3) میباشند. محیطهای پدوژنیکی بر پایداری و تبادلات این کانیها در خاک تاثیر میگذارند (Mullins, ۱۹۷۷). بنابراین افزایش پذیرفتاری مغناطیسی خاکها اساساً به دلیل تشکیل پدوژنیک کانیهای فری مگنتیت میباشد که به میزان زیادی به عوامل خاکسازی شامل ماده مادری، آب و هوا، پستی و بلندی و پوشش گیاهی بستگی دارد (Feng and Johnson,۱۹۹۵).

فرپور و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ی خاک‌های منطقه‌ی سیرجان در مرکز ایران ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی خاک را مرتبط با موقعیت زمین معرفی کرده و پستی و بلندی و آب و هوا را به عنوان دو عامل مهم و موثر در تشکیل خاک در منطقه اعلام کردند. Fine, et al. (۱۹۹۲) گزارش نمودند که تکامل متوالی خاک منجر به پیشگوئی یک الگو توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در نیمرخ خاک میشود. از آن جائی که پذیرفتاری مغناطیسی افقهای اِلوویال بیشتر از افقهای ایلوویال میباشد، بنابراین میزان افزایش پذیرفتاری مغناطیسی میتواند به عنوان شاخصی از میزان فرایندهای خاکسازی مطرح گردد (Singer and Fine, ۱۹۸۹ ، Fine, et al ۱۹۹۲. , و Owliaie, et al., ۲۰۰۶ a,b). بنابراین با توجه به اینکه اندازه گیری پذیرفتاری مغناطیسی روشی سریع، غیر تخریبی، ساده و نسبتاً ارزان میباشد و در دامنه گستردهای از مطالعات مربوط به خاک و سنگ کاربرد دارد (Mullins, ۱۹۷۷ و ۱۹۸۶ Thompson and Oldfield,) و همچنین به منظور دانستن رابطه میزان پذیرفتاری با ردیف پستی بلندی و مدیریت بهتر خاک به عنوان یک منبع محیط زیست، این تحقیق در منطقه دشت جنوبی شهر یاسوج استان کهگیلویه و بویر احمد صورت پذیرفت .

مواد و روش‌ها

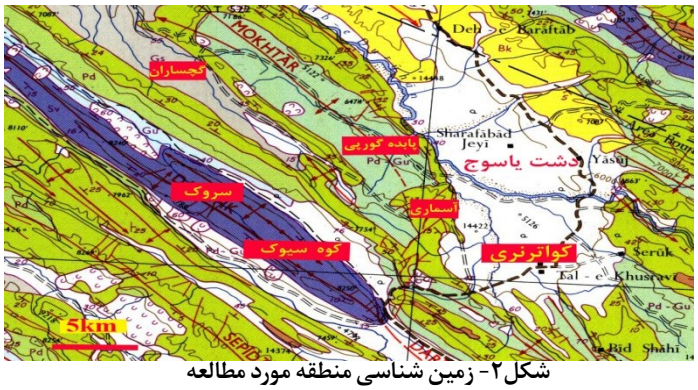
الف- منطقه مورد مطالعه

دشت یاسوج با ارتفاع ۱۷۵۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا در جنوب شرق استان کهگیلویه و بویراحمد واقع گردیده است. میانگین دمای و بارندگی سالانه در این منطقه به ترتیب ۵/۱۴ درجه سانتیگراد و ۸۵۰ میلیمتر میباشد. رژیمهای رطوبتی و حرارتی خاک این دشت به ترتیب زریک و ترمیک میباشد (شکل ۱). از نظر زمین شناسی دشت یاسوج از رسوبات آبرفتی دوران چهارم و پس از آن از سازندهای بختیاری، آسماری جهرم و پابده گورپی تشکیل شده است (شکل ۲).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

[۹۳] Ferromagnetism
[۹۴] Ferrimagnetism
[۹۵] Canted antiferromagnetism
[۹۶] Paramagnetism
[۹۷] Diamagnetism



شکل۲- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

ب- مواد و روش های استفاده شده

به منظور مطالعه اثر پستی و بلندی بر وضعیت پذیرفتاری مغناطیسی ابتدا در یک فاصله تقریبی ۷ کیلومتری تعداد ۱۰ خاکرخ بر روی یک ردیف پستی و بلندی خاکهای دشت جنوبی یاسوج حدفاصل تل دراز تا دامنه کوهها ی غربی یاسوج که دارای اختلاف در کاربری و زهکشی بودند حفر شد. پس از تشریح نیمرخها بر اساس راهنمای تشریح نیمرخ خاک (اعضای نقشه برداری خاک امریکا، ۱۹۹۳) از افقهای مشخصه به میزان لازم نمونه خاک برداشته و پس از انتقال به آزمایشگاه، خاکها هوا خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. آزمایشات فیزیکی و شیمیایی متداول به روشهای معمول صورت پذیرفت. پذیرفتاری مغناطیسی نمونههای پودری خاك بهوسیله دستگاه Bartington Dual Frequency ، MS۲ Meter اندازهگیری شد. نمونهها را در ظرف کوچک مربوط به وارد کردن نمونه قرار داده شد و سپس آنها وزن گردید و میزان پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس KHz۴۶/۰ و KHz۶/۴ اندازهگیری شد. قرائتهای شاهد بر روی ظروف خالی در ابتدا و انتها نمونههای خاک، جهت تصحیح اثرات احتمالی ظرف بر میزان پذیرفتاری مغناطیسی انجام پذیرفت (Dearing, et al.۱۹۹۶). در انتها با دادهها استفاده از نرم افزار $SPSS_{۱۶}$ از نظر آماری تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

در گام نخست نمونه برداری از ۱۰ خاکرخ دشت جنوبی یاسوج واقع بر روی یک ردیف پستی بلندی صورت گرفت و نمونهها از نظر خصوصیتهای فیزیکوشیمیایی مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج برخی از تجزیههای فیزیکوشیمایی و رده بندی خاکرخهای مطالعه شده بر اساس ردهبندی تاکسونومی (۲۰۱۰) و همچنین میزان پذیرفتاری مغناطیسی حجمی در جدول شماره ۱ قابل مشاهده میباشد.

جدول ۱ -خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاکرخ ها به همراه میزان پذیرفتاری حجمی و ردهبندی آنها

خاکرخ	کاربری اراضی	ردهبندی	افقهای انتخابی	بافت			%کربنات کلسیم معادل	%کربن آلی	میزان پذیرفتاری $SI^{-۸}۱۰$*
				% رس	% سیلت	% شن			
۱	جنگل ننک	Typic Haploxerolls	۱-۱	۲/۳۸	۸/۳۵	۰/۲۶	۳/۲۲	۸۰/۵	۸۰/۵۴
۲	مرتع	Calcic Haploxeralfs	۱-۲	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۲۴	۲/۴۶	۶۴/۰	۸۰/۴۴
			۳-۲	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۱۸	۵/۴۷	۱۹/۰	۴۰/۴۲
			۵-۲	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۴۸	۰/۸۰	۰۷/۰	۰۰/۹
۳	شالیزار	Typic Haploaqualfs	۱-۳	۲/۵۰	۸/۲۹	۰/۲۰	۰/۲۱	۶۰/۱	۵۵/۴۹
			۲-۳	۲/۵۲	۸/۳۷	۰/۱۰	۲/۲۳	۰۰/۱	۳۵/۴۸
			۳-۳	۲/۵۶	۸/۲۳	۰/۲۰	۸/۲۴	۸۰/۰	۴۵/۴۵
۴	کشت گندم دیم	Aquic Xerofluvents	۱-۴	۲/۲۶	۸/۵۹	۰/۱۴	۹/۷۹	۸۰/۳	۳۰/۱۱
			۲-۴	۲/۱۴	۸/۵	۰/۸۰	۸/۸۹	۲۰/۱	۸۰/۲
۵	شالیزار	Fluvaquentic Epiaquolls	۱-۵	۲/۴۶	۶/۳۶	۲/۱۷	۵/۲۹	۶۰/۲	۳۵/۴۰
			۲-۵	۲/۳۸	۸/۳۷	۰/۲۴	۸/۴۸	۸۰/۰	۶۰/۳۱
۶	آیش با سابقه کشت گندم و ذرت	Fluventic Haploxerepts	۱-۶	۷/۴۸	۶/۴۲	۷/۸	۸/۲۷	۱۰/۱	۵۰/۸۵
			۲-۶	۲/۵۴	۶/۳۸	۳/۷	۸/۲۸	۴۰/۱	۲۵/۴۵
۷	زراعی	Aquic Haploxerepts	۱-۷	۲/۵۰	۸/۳۳	۰/۱۶	۸/۴۱	۲۰/۱	۶۰/۲۲
			۲-۷	۴/۴۵	۶/۳۲	۰/۲۲	۰/۵۶	۶۰/۱	۱۰/۱۱
۸	جنگل و مرتع	Typic Calcixerepts	۱-۸	۲/۵۴	۸/۳۳	۰/۱۲	۶/۵۱	۲۰/۱	۸۵/۳۷
			۲-۸	۲/۴۸	۰/۳۲	۸/۱۹	۸/۶۹	۱۰/۱	۸۰/۱۰
			۳-۸	۲/۵۲	۶/۳۴	۳/۱۳	۰/۶۹	۰۰/۱	۱۰/۱۰

۹	شالیزار	Typic Haploaqualfs	۹-۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۱۶	۲/۴۲	۸۲/۰	۳۵/۳۲
			۹-۳	۰/۵۴	۰/۳۶	۰/۱۰	۰/۴۸	۲۲/۰	۶۵/۲۵
۱۰	مرتع	Typic Haploxerepts	۱۰-۱	۰/۲۸	۷/۴۷	۳/۲۳	۰/۴۳	۷۹/۰	۲۰/۳۱
			۱۰-۲	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۲۶	۰/۴۷	۵۵/۰	۴۵/۲۹

در گام بعدی تمامی دادهها با استفاده از نرم افزار تجزیه و تحلیل اماری SPSS۱۶ ، از نظر میزان همبستگی پذیرفتاری مغناطیسی حجمی با خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میزان تکامل خاکرخها بر حسب عمق آنها به روش Pearson سنجیده شد. نتایج حاصله از جدول شماره ۲ قابل اقتباس میباشد.

جدول۲- همبستگی پذیرفتاری مغناطیسی حجمی با سایر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تکامل خاک

	پذیرفتاری مغناطیسی	% رس	% سیلت	% شن	% کربنات کلسیم معادل	%کربن آلی	عمق خاک
پذیرفتاری مغناطیسی	۱	۴۴۷/۰*	۲۴۷/۰	-۴۷۶/۰*	-۹۰۴/۰**	۱۷۲/۰	-۳۸۹/۰
% رس	۴۴۷/۰*	۱	۰۹۱/۰	-۷۶۲/۰**	-۵۸۵/۰**	-۱۵۹/۰	۱۰۷/۰
% سیلت	۲۴۷/۰	۰۹۱/۰	۱	-۷۱۵/۰**	-۲۳۰/۰	۲۵۵/۰	-۴۷۶/۰*
% شن	-۴۷۶/۰*	-۷۶۲/۰**	-۷۱۵/۰**	۱	۵۶۳/۰**	-۰۵۱/۰	۲۳۶/۰
% کربنات کلسیم معادل	-۹۰۴/۰**	-۵۸۵/۰**	-۲۳۰/۰	۵۶۳/۰**	۱	-۱۶۶/۰	۳۲۶/۰
%کربن آلی	۱۷۲/۰	-۱۵۹/۰	۲۵۵/۰	-۰۵۱/۰	-۱۶۶/۰	۱	-۴۳۰/۰*
عمق خاک	-۳۸۹/۰	۱۰۷/۰	-۴۷۶/۰*	۲۳۶/۰	۳۲۶/۰	-۴۳۰/۰*	۱

*معنی داری در سطح ۰۵/۰ **معنی داری در سطح ۰۱/۰

همانطور که در جداول فوق مشاهده میشود میزان پذیرفتاری خاک با میزان سیلت و رس و کربن آلی دارای همبستگی مثبت بود که در این میان تنها همبستگی با رس معنی دار (p<۰.۰۵) میباشد. همچنین رابطه منفی و معنی داری بین درصد شن و آهک با میزان پذیرفتاری یافت گردید (به ترتیب (p<۰.۰۵) و (p<۰.۰۵))، علاوه بر این در ارتباط با عمق خاک نیز رابطه منفی اما غیر معنیدار مشاهده شد. از جدول به طور کلی می توان دریافت که میزان کمترین و بیشترین پذیرفتاری به ترتیب متعلق به افق زیر سطحی خاکرخ ۴ و افق سطحی خاکرخ ۶ میباشد که میتوان آن را به دلیل افزایش ماده آلی در سطح خصوصاً در مناطق مرطوبتر و خنکتر دانست (Dearing, et al.۱۹۹۶). همچنین میتوان بیان نمود که مطابق مطالعات گذشته میزان پذیرفتاری در منطقه با تغییر نوع افق از الوویال به ایلوویال دچار افت می شود و به طور کلی خاکرخهای غیراکوییک میزان پذیرفتاری بالاتری نشان میدهند که احتمالاً به دلیل این میباشد که شرایط بیهوازی میتواند باعث عدم تبدیل کانیهای پارامگنتیک و کنتدانتیفرومگنتیگ به کانیهای فریمگنتیک شود (Owliaie, et al., ۲۰۰۶ a,b). در یک نتیجهگیری کلی و با استناد گفته Egli, et al. (۲۰۰۸) که توپوگرافی در قالب جهت شیب، شکل شیب، مقدار شیب و موقعیت آن، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و همچنین مقدار رس و کانیشناسی رس را میتواند تحت تاثیر قرار دهد، میتوان ارتباط همبستگی مثبت مقدار رس در خاکرخها را با میزان پذیرفتاری در یک ردیف پستی بلندی توجیه نمود. همچنین در توافق با گفتههای محققان پیشین میتوان اینگونه بیان نمود که میزان افزایش پذیرفتاری مغناطیسی میتواند به عنوان شاخصی از میزان فرایندهای خاکسازی در خاکهای منطقه مورد مطالعه مطرح گردد(۱۹۹۲ Fine, et al.).

منابع

Dearing, J.A., K.L. Hay, S.M.J. Balsan, A.S. Huddleston, E.M.H. Wellington and P.J. Loveland. ۱۹۹۶. Magnetic susceptibility of soil: An evaluation of contributing theories using a national data set. Geophys. J. Intern. ۱۲۷: ۷۲۸-۷۳۴.

Egli, M., C., Merkli, G., Sartori, A., Mirabella, and M. Plotze. ۲۰۰۸. Weathering, mineralogical evolution and soil organic matter along a Holocene soil toposequence developed on carbonate-rich materials.Geomorphology, ۹۷: ۶۷۵-۶۹۶.

Farpoor, M.H., Neyestani, M., Eghbal, M.K., and Esfandiarpour Boroujeni, I., ۲۰۱۲. Soil-geomorphology relationship in Sirjan playa, south central Iran. Geomorphology ۱۳۸: ۲۲۳-۲۳۰.
Feng, Z.D. and W.C. Johnson. ۱۹۹۵. Factors affecting the magnetic susceptibility of a loess-soil sequence, Barton County, Kansas, USA. Catena, ۲۴: ۲۵-۳۷.
Fine, P., M.J. Singer and K.L. Verosub. ۱۹۹۲. The use of magnetic susceptibility measurements in assessing soil uniformity in chronosequence studies. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۶: ۱۱۹۵-۱۱۹۹.
Jenny, H. ۱۹۴۱. Factors of soil formation. McGraw – Hill, New York. ۲۸۱ pp.
Jiang, P and K.D. Thelen. ۲۰۰۴. Effect of soil and topographic properties on crop Yield in a north central corn-Soybean cropping system. Journal of Agronomy. ۹۶: ۲۵۲- ۲۵۸.
Mullins, C.E. ۱۹۷۷. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science-A review. J. Soil Sci. ۲۸: ۲۲۳-۲۴۶.
Owliaie, H.R., R.J. Heck and A. Abtahi. ۲۰۰۶a. The magnetic susceptibility of soils in Kohgilouye, Iran. Canadian J. Soil Sci. ۸۶: ۹۷-۱۰۷.
Owliaie, H.R., R.J., Heck and A. Abtahi. ۲۰۰۶b. Distribution of magnetic susceptibility in Kohgilouye Boyerahmad soils, southwestern Iran. Proceeding of ۱۸th World Congress of Soil Science. Philadelphia, Pennsylvania. USA.
Schafer, B.M. and J.W. Mcgarity. ۱۹۸۰. Genesis of red and dark brown soils on basaltic parent material near Armidale, Australia. Geoderma, ۲۳:۱۷۲-۱۹۴
Schwertmann, U. and R.M. Taylor. ۱۹۸۹. Iron oxides. PP. ۳۷۹-۴۳۸. In: Dixon, J.B. and S.B. Weed, (Eds.), Minerals in soil environment. Soil Science Society of America, Madison, USA.
Singer, M.J., and P. Fine. ۱۹۸۹. Pedogenic factors affecting magnetic susceptibility of California soils. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۳: ۱۱۱۹-۱۱۲۷.
Thompson, R., and F. Oldfield. ۱۹۸۶. Environmental Magnetism. Allen and Unwin, London. ۲۲۷ p.

Abstract

Measurement of magnetic susceptibility ( ) is widely carried out in order to assess the evolution of the soil profile. Magnetic susceptibility is a fast, simple. Non-destructive and relatively economic, that could be done in wide range of soils and rocks. In the other hand, toposequence represents the evolution of the soil in different physiographic units. Therefore, to determine the relationship between soil magnetic susceptibility and soil evolution, ۱۰ soil profiles were dug along a toposequence and samples were taken from diagnostic horizons. The results showed that there was a significant and positive correlation (p<۰.۰۵) between and clay contents and a negative correlation with soil depth. Higher was noticed in elluvial and non-aquic soils in this toposequence.

بررسی خاک های تشکیل یافته بر روی اراضی آتشفشانی دامنه ی شمالی سبلان

علیرضا صیامی،[1] شهلا محمودی [2]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ۲-استاد بازنشسته ی گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
به منظور بررسی خاک های اراضی دامنه ی شمالی سبلان، پس از بررسی و مطالعات اولیه، سه خاکرخ شاهد از بین خاکرخ های تشریح شده، انتخاب گردید و نمونه های خاک به منظور آزمایش های فیزکوشیمایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج آزمایش ها نشان داد سه خاکرخ مورد مطالعه در این پژوهش فاقد خصوصیات اندیک از جمله فسفر تثبیت شده و آهن و آلومینیوم قابل استخراج با اگزالات آمونیوم می باشند و میزان فسفر تثبیت شده حداکثر ۲۱/۲۲ درصد و مجموع آلومینوم باضافه نصف آهن قابل استخراج با اگزالات آمونیوم حداکثر ۱۴/۰ درصد می باشد. هر سه خاکرخ مورد مطالعه واجد شرایط مالیک اپی پدون و مالی سول ها بوده اند. پارامتر های اقلیمی و گیاهی منطقه در تبدیل خاک های رده ی اندیسول به مالیسول در این اراضی آتشفشانی می توانند موثر باشند. هرچند هنوز مدرک مشخصی بر چنین انتقالی وجود ندارد.

واژه های کلیدی: مالی سول، سبلان، دامنه ی شمالی، اندیک، اراضی آتشفشانی

مقدمه
خاک یک پیکره طبیعی و در حال توسعه از مواد مادری خود در طول زمان است که تحت تاثیر اقلیم، پوشش گیاهی و پستی بلندی می باشد. این فاکتور ها منجر به تشکیل خاک های متفاوت می شوند (Fanning۱۹۸۹,Malo,۲۰۰۶). شناخت توزیع خاک ها و خصوصیات آن ها در مدیریت صحیح کشاورزی و منابع طبیعی و اثر گذاری کشاورزی بر کیفیت محیط زیست نقش ویژه ای داشته است(Cambardella et al,۱۹۹۴.)مطالعات خاکشناسی به عنوان زیربنایی برای انجام سایر مطالعات مربوط به بهره برداری بهینه از منابع زمینی از جمله کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست مورد استفاده قرار مي‌گیرد. اولین قدم برای شناخت خاك يك منطقه بررسی پیدایش خاك و سپس رده بندی آن است. خاک های تشکیل یافته بر روی اراضی مرتفع آتشفشانی به طور بالقوه دارای خصوصیات مربوط به پارامتر های مواد اندیک می باشند. تشابه بین دو رده ی اندیسول و مالی سول از لحاظ افق های سطحی ضخیم و تیره رنگ، تجمع کربن آلی و تخلخل بالا (Shoji,۱۹۸۶) وجود این دو رده در منطقه را بر مبنای خصوصیات اقلیمی و مواد مادری و یا تبدیل این دو رده به یک دیگر را محتمل می سازد (Shoji,۱۹۸۶). خاک های اراضی مرتفع عموما دارای میانگین دمای سالیانه ی پائین تر نسبت به سایر مناطق می باشند. ارتفاع زیاد منطقه از سطح دریا با افزایش مقدار بارش سالیانه با پوشش گیاهی مناسب و کاهش میانگین دمای هوا باعث افزایش قابل ملاحظه ای در ماده آلی خاک شده است و از طرفی کمپلکس آهن و آلومینیوم از طریق جذب سطحی مواد هوموسی به حفظ ماده آلی در خاک کمک می کند. همچنین این عوامل در تأمین معیارهای افق سطحی مالیک (رنگ تیره، کربن آلی زیاد، پایداری نرم، ساختمان قوی اسفنجی، و...) نقش مهمی را ایفا می کنند(۱۳۸۲،ابطهی). بررسی احتمال قابلیت تثبیت فسفر بالا، آهن و آلومینیوم قابل استخراج با اگزالات آمونیوم از شاخص های مربوط خصوصیات اندیک و درصد اشباع بازی بالا، پارامتر های رنگ خاک و سایر خصوصیات از شاخص های مربوط به خصوصیات افق مالیک و مالی سول ها در شناسایی و رده بندی خاکرخ های مشخص گردیده، هدف این پژوهش می باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه دامنه شمالی سبلان واقع در استان اردبیل بر روی جریان های خاکستر، توف و برش های پامیس دار واقع در محدوده ی عرض جغرافیایی ۴۶ ۲۷ ۳۸ تا ۴۲ ۲۱ ۳۸ شمالی و طول جغرافیایی ۰۹ ۴۹ ۴۷ تا ۳۵ ۴۹ ۴۷ شرقی واقع شده است. ارتفاع منطقه از ۲۰۵۰ متر در محل حفر خاکرخ شماره یک تا ۲۴۵۰ تا خاکرخ شماره سه متغیر است. منطقه مورد مطالعه با استناد به نقشه رژیم های رطوبتی و حرارتی موسسه خاک و آب (بنایی، ۱۳۷۷) دارای رژیم رطوبتی زریک و حرارتی مزیک می باشد. به منظور بررسی خصوصیات اندیک، توانایی تثبیت فسفر به روش طیف سنج نیوزلاند در طول موج ۴۶۶ نانو متر اندازه گیری شد (Parafit,۱۹۸۸). آهن و آلومینیوم قابل استخراج شده با اگزالات آمونیوم عصاره گیری و بااستفاده از دستگاه جذب اتمی(Shimadzu) مدل (AA-۶۷۰)اندازه گیری شدند. اندازه گیری بافت خاک به روش هیدرومتری و جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه اندازه گیری شد (Malucelli,۱۹۹۹&Martin,۲۰۰۸).
ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور(۱۹۵۲) و کربن آلی به روش واکلی بلک اندازه گیری شد. مقدار کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون و مقدار گچ به روش استون اندازه گیری گردید. pH عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه pH سنج و EC عصاره اشباع با استفاده از دستگاه EC سنج اندازه گیری گردید. کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون ۰۱/۰ EDTA نرمال ، سدیم با دستگاه فلایم فتومتر و کربنات و بی کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفریک ۰۱/۰ نرمال اندازه گیری گردید.

نتایج و بحث

افق های مشخصه سطحی هر سه خاکرخ دارای شرایط مالیک اپی پدون می باشد. افق های مشخصه زیر سطحی خاکرخ اول فاقد تکامل رنگ و ساختمان خاک بوده است. در خاکرخ شماره دو و سه، افق زیر سطحی با تکامل در رنگ و ساختمان خاک و از بین رفتن ساختمان سنگی در بیش از نصف افق، واجد شرایط افق مشخصه کمبیک گردیده اند. میزان فسفر تثبیت شده در خاکرخ های مورد مطالعه حداکثر ۲۱/۲۲ درصد می باشد و وزن مخصوص ظاهری حداقل ۱۱/۱ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. همچنین مجموع آلومینوم باضافه نصف آهن قابل استخراج با اگزالات آمونیوم حداکثر ۱۴/۰ درصد و شیشه ی آتشفشانی مطالعه شده در زیر میکروسکوپ کمتر از ۵ درصد می باشد. بنابراین باتوجه به پارمتر های اندازه گیری شده خاک مورد مطالعه، فاقد خصوصیات اندیک می باشد. درصد اشباع بازی تمام افق ها بالای ۵۰ درصد می باشد و ۳ خاکرخ مورد مطالعه با داشتن مالیک اپی پدون و سایر خصوصیات مالی سول ها در رده ی خاک های مالی سول بر طبق سیستم طبقه بنده ی خاک آمریکا (۲۰۱۴) قرار می گیرند. قرار گیری منطقه در رژیم رطوبتی زریک و عدم وجود هیچ افق مشخصه ای به غیر از افق کمبیک در سطح گروه بزرگ (Haploxerolls) قرار می گیرند. هر سه خاکرخ در سطح زیرگروه به علت داشتن خصوصیات حداقل و معمول در سطح Typic Haploxerolls)) قرار می گیرند. در تعیین فامیل خاک، کلاس اندازه ذرات تعیین می گردد. هر سه خاکرخ مورد مطالعه به سبب دارا بودن بیش از ۱۵ درصد شن درشت (۱/۰ تا ۷۵ میلی متر) در ذرات کوچکتر از ۷۵ میلی متر و درصد رس کمتر از ۱۸ درصد در ذرات کوچکتر از ۲ میلی متر و عدم سنگریزه حجمی بیش از ۳۵ درصد بر اساس کلید رده بندی در کلاس (Coarse-loamy) قرار گرفته اند.کلاس مینرالوژی این سه خاکرخ در کلاس (Mixed) می باشد. نسبت ظرفیت تبادل کاتیونی به رس این سه خاکرخ بالای ۶/۰ بوده است و در کلاس Superactive قرار می گیرند.

شکل ۱- رده بندی خاکرخ شماره یک به همراه صفات اندازه گیری شده(N، ۴۷°۴۸'۵۸.۲۸"E"۲۹.۵۴'۲۴°۳۸)

Coarse-loamy, mixed, superactive, mesic, Typic Haploxerolls

افق	عمق cm	باندری	رنگ	ساختمان	ریشه	پایداری	درصد سنگریزه
A	۲۶-۰	cw	D:۱۰YR۴/۳ M:۱۰YR۳/۳	f,gr,۲	۲m	D:so M:lo W:ss/ps	-
CA	۳۳-۲۶	as	D:۲/۵YR۵/۴ M:۲/۵YR۳/۳	m	-	D:lo M:lo W:po/so	%۳۰
C	۱۵۰-۳۳		D:۱۰YR۶/۱ M:۱۰YR۴/۱	m	-	D:lo M:lo W:po/so	۳۰%

افق	% Sand	Silt%	% Clay	Texture	pH$_e$	EC$_e$	CEC me/۱۰۰ gr	% TNV	Gypsum %	% OC	BS %	P.b گرم بر سانتی متر مکعب	Na^+ me/L	Ca^{2+} me/L	Mg^{2+} me/L	CO_3^{2-} me/L	HCO_3^- me/L
A	۶۷	۲۱	۱۲	SL	۸	۴۸/۰	۶/۸	۰	۰	۸۷/۰	۵/۸۶	۱۱/۱	۴۲/۰	۶/۳	۴/۱	۰	۶/۴
CA	۷۵	۱۵	۱۰	SL	۸	۲۷/۰	۱/۶	۰	۰	۱۴/۰	۵/۶۸	۴۳/۱	۳۸/۰	۸/۱	۸/۰	۰	۳/۲
C	۷۶	۱۴	۱۰	SL	۸	۳۷/۰	۰۵/۶	۰	۰	۰۸/۰	۷۷	۳۴/۱	۳۷/۰	۶/۲	۹/۰	۰	۶/۱

افق	% Al (Ox)	% Fe (Ox)	%P ret	+Fe)Ox ۵/۰ (Al	VF .Sand (mm) ۱/۰-۰۵/۰	F.Sand (mm)۲۵/۰-۱/۰	M.Sand (mm)۵/۰-۲۵/۰	C.Sand (mm)۲-۵/۰
A	۰۹/۰	۱/۰	۶۷/۲	۱۴/۰	۳/۱۵	۴/۲۷	۱/۱۴	۲/۱۰
CA	۰۷/۰	۰۷/۰	۶۶/۶	۱/۰	۲/۸	۸/۱۷	۳/۱۸	۶/۳۰
C	۰۶/۰	۰۴/۰	۶۴/۲	۰۸/۰	۹/۶	۶/۱۶	۸/۱۹	۷/۳۲

شکل ۲- رده بندی خاکرخ شماره دو به همراه صفات اندازه گیری شده(۳۸ ۲۴'۱۲.۰۵"E ،۴۷ ۴۹'۲۱.۷۵"N)

Coarse-loamy, mixed, superactive, mesic, Typic Haploxerolls

افق	عمق cm	باندری	رنگ	ساختمان	ریشه	پایداری	درصد سنگریزه
A	۲۵-۰	cs	D:۱۰YR۵/۳ M:۱۰YR۳/۳	f,gr	۳f	D:so M:lo W:so/po	-
Bw	۸۷-۲۵	as	D:۲/۵YR۵/۴ M:۲/۵YR۴/۴	f,gr,۱	۱f	D:so M:lo W:ss/ps	۳۰%
BC	۱۲۳-۸۷	cw	D:۱۰YR۶/۴ M:۱۰YR۵/۳	f,gr,۱	-	D:so M:lo W:ss/ps	۳۰%
C	۱۵۰-۱۲۳		D:۱۰YR۷/۱ M:۱۰YR۶/۲	m	-	D:so M:lo W:ss/ps	سنگریزه فراوان

افق	% Sand	% Silt	% Clay	Texture	pH_e	EC_e	CEC me/۱۰۰ gr	% TNV	Gypsum %	% OC	BS %	P.b گرم بر سانتی متر مکعب	Na^+ me/L	Ca^{+2} me/L	Mg^{+2} me/L	CO_3^{-2} me/L	HCO_3^- me/L
A	۶۷	۲۱	۱۲	SL	۱/۸	۷۳/۰	۴/۸	۰	۰	۸۴/۰	۱۰۰	۱۱/۱	۰۸/۲	۵/۶	۲	۰	۳/۶
Bw	۷۹	۱۰	۱۱	SL	۸/۷	۶۴/۰	۳/۷	۰	۰	۲۴/۰	۱۰۰	۳۵/۱	۱۵/۱	۴/۷	۴/۲	۰	۵/۵
BC	۸۱	۱۰	۹	LS	۵/۷	۲/۱۰	۹/۵	۰	۰	۱۷/۰	۱۰۰	۳۸/۱	۹/۲۴	۸۳	۲۲	۰	۷/۱۲
C	۷۷	۱۴	۹	SL	۱/۹	۷۷/۰	۳/۵	۷/۴	۰	۰۹/۰	۱۰۰	۳۴/۱	۰۴/۸	۴/۱	۱/۱	۱/۰	۳/۱۰

افق	% Al (Ox)	% Fe (Ox)	%P ret	+Fe)Ox ۵/۰ (Al	VF .Sand (mm) ۱/۰-۰۵/۰	F.Sand (mm)۲۵/۰-۱/۰	M.Sand (mm)۵/۰-۲۵/۰	C (mm
A	۰۸/۰	۰۵/۰	۰۹/۴	۱/۰	۶/۱۶	۴/۳۲	۵/۱۱	
Bw	۰۵/۰	۰۴/۰	۲۵/۱۲	۰۷/۰	۴/۷	۶/۲۷	۴/۲۲	
BC	۰۶/۰	۰۱/۰	۹۷/۱۲	۰۶/۰	۸/۵	۷/۲۳	۱/۲۵	
C	۰۵/۰	۰۳/۰	۶۱/۶	۰۶/۰	۸/۵	۷/۱۸	۷/۲۱	

شکل ۳- رده بندی خاکرخ شماره سه به همراه صفات اندازه گیری شده(۳۸ ۲۱'۵۸.۱۵"E ،۴۷ ۴۹'۳۲.۲۱"N)

Coarse-loamy,mixed,superactive,mesic,Typic Haploxerolls

افق	عمق cm	باندری	رنگ	ساختمان	ریشه	پایداری	درصد سنگریزه
A	۲۰-۰	cs	D:۱۰YR۵/۳ M:۱۰YR۳/۳	f,gr,۲	۱VF	D:so M:lo W:ss/ps	–
Bw	۳۰-۲۰	cs	D:۱۰YR۵/۳ M:۱۰YR۴/۲	F,sbk,۲	-	D:sh M:fr W:ss/ps	–
C	۱۵۰-۳۰		D:۷/۵YR۸/۲ M:۷/۵YR۵/۲	m	-	:D :M :W	–

افق	% Sand	% Silt	% Clay	Texture	pH e	EC e	CEC me/۱۰۰ gr	% TNV	Gypsum %	% OC	BS %	P.b گرم بر سانتی متر مکعب	Na^{+} me/L	Ca^{+2} me/L	Mg^{+2} me/L	CO_3^{-2} me/L	HCO_3^{-} me/L
A	۶۲	۲۳	۱۵	SL	۱/۸	۶۵/۰	۸/۱۳	۰	۰	۳۳/۱	۱۰۰	۱۸/۱	۰۵/۲	۶/۷	۶/۱	۰	۲/۸
Bw	۴۶	۲۹	۲۵	L	۹/۷	۶۵/۰	۸/۲۴	۰	۰	۶/۰	۲/۹۲	۱۹/۱	۱۷/۲	۴/۵	۴/۱	۰	۸/۴
C	۶۵	۲۳	۱۲	SL	۹/۷	۶۵/۰	۱/۱۰	۰	۰	۰۷/۰	۸/۹۱	۱۷/۱	۱۵/۲	۱/۵	۰۲/۱	۰	۵/۴

افق	% Al (Ox)	% Fe (Ox)	%P ret	+Fe)Ox ۵/۰ (Al	VF .Sand) ۱/۰-۰۵/۰ (mm	F.Sand)۲۵/۰-۱/۰ (mm	M.Sand)۵/۰-۲۵/۰ (mm	C.Sand (mm)۲-۵/۰
A	۱/۰	۰۶/۰	۴۸/۱۵	۱۳/۰	۱/۱۲	۴/۲۲	۸/۱۵	۷/۱۱
Bw	۰۹/۰	۰۳/۰	۵۵/۱۸	۱/۰	۸/۸	۱/۱۴	۵/۸	۶/۱۴
c	۰۸/۰	۰۷/۰	۲۱/۲۲	۱/۰	۶/۱۲	۷/۲۶	۲/۱۴	۵/۱۱

اراضی مرتفع دامنه ی شمالی سبلان با میانگین دمای سالیانه ی پائین و بالا بودن مقدار بارش سالیانه، پوشش گیاهی غنی و مناسبی در سطح خود دارا می باشند. دمای پائین اراضی به عدم تجزیه و پایداری مواد کمک نموده است. پارامتر های اقلیمی و گیاهی منطقه در تبدیل خاک های رده ی اندیسول به مالی سول در این اراضی آتشفشانی می توانند موثر باشند. هرچند هنوز مدرک مشخصی بر چنین انتقالی وجود ندارد (Shoji,۱۹۸۶).

خاک های مالی سول به سبب خصوصیات فیزیکی و شیمایی ویژه خود از جمله حاصلخیزترین خاک ها دنیا به شمار می آیند و به صورت گسترده ای در تولید غذا مورد استفاده قرار می گیرند. بهره برداری از خاک اراضی دامنه ی شمالی سبلان با توجه به حاصلخیزی بالا و از طرفی محدویت های ارتفاعی و پستی و بلندی نیاز به مطالعات دقیق تر دارد.
همچنین تنها مطالعات صورت گرفت در این منطقه، توسط موسسه خاک و آب کشور می باشد که رده بنده ی خاک ها این اراضی رو تا سطح زیر گروه Typic Haploxerepts و Typic Xerorthents نامگذاری کرده اند.

منابع

صیامی، ع.۱۳۹۴. پیدایش، رده بندی و بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی و کانی شناسی خاک های تشکیل یافته بر روی خاکستر های آتشفشانی دامنه ی شمالی کوه سبلان)استان اردبیل(. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران.

مشکوه، م.۱۳۸۶.خاک های مناطق خشک و نیمه خشک،انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی

Shoji S.,Hakamada T.,Tomioka E.۱۹۸۹. Properties and classification of selected volcanic ash soils from Abashiri, Northern Japan—transition of Andisols to Mollisols. Soil Science and Plant Nutrition.۳۶(۳),۴۰۹-۴۲۳

Yerima B.K.P.,Wilding L.P.,Calhoun F.G.,Hallmark C.T. ۱۹۸۷. Volcanic Ash-influenced Vertisols and Associated Mollisols of El Salvador: Physical, Chemical, and Morphological Properties. Soil Science Society of America, No. ۳, p. ۶۹۹-۷۰۸

Rieger S. ۱۹۸۳. The Genesis and Classification of Cold Soils.

Abstract

In order to examine the soils of Sabalan northern hillside, after a primary investigation and study, three control profiles from selected profiles was described and the soil samples were analyzed for physicochemical experiments. The results of the experiments showed that the three profiles being studied, lack Andic properties such as stabilized phosphorous and ammonium oxalate-extractable iron and aluminum and the amount of the stabilized phosphorous is utmost ۲۲.۲۱% and the total of the aluminum plus half the ammonium oxalate-extractable iron is utmost ۰.۱۴%. All three profiles being studied, had Mollic epipedon and Mollisol characteristics. Regional climate and plant parameters can be influential in the change of Andisol taxonomy soils to Mollisol soils in these volcanic areas. Although, no evidence so far has been found regarding this change.

تأثیر فاکتورهای توپوگرافی بر کیفیت دانه گندم در بخشی از اراضی زراعی منطقه توشن، گرگان

محمد عجمی [۱]، احمد حیدری [۲]، فرهاد خرمالی [۳]، منوچهر گرجی [۲] و شمس اله ایوبی [۴]
۱ - دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران،۲ -دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران،۳- استاد گروه علوم خاکدانشکده مهندسی آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،۴- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
پژوهش حاضر با هدف مطالعه نقش فاکتورهای توپوگرافی به خصوص موقعیت شیب در محتوای پروتئین دانه گندم به انجام رسید. منطقه مورد مطالعه اراضی شیبدار لسی حوضه توشن در شهرستان گرگان می باشد. نمونه برداری گندم و خاک به صورت تصادفی نظام دار از موقعیت های مختلف شیب شامل شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب در ۳۰ نقطه صورت گرفت. غلظت نیتروژن و محتوای پروتئین دانه گندم و نیز مقدار ماده آلی و بافت خاک تعیین گردید. نتایج آنالیز آماری در چهار موقعیت شیب نشان می دهد موقعیت های پای شیب و پنجه شیب به ترتیب با میانگین ۵/۱۴ و ۴/۱۵ درصد از بالاترین مقادیر پروتئین دانه برخوردارند. کمترین مقدار پروتئین دانه به میزان ۹/۴ درصد مربوط به موقعیت شانه شیب است. در نواحی پست و مقعر اراضی منطقه یعنی پای شیب و پنجه شیب، افزایش آب قابل استفاده در خاک و همچنین تجمع مواد آلی و ذرات رس فرسایش یافته از بالادست موجب غنی شدن خاک به لحاظ عناصر غذایی و در نتیجه افزایش غلظت نیتروژن و پروتئین در دانه گندم شده است

واژه های کلیدی: توپوگرافی، موقعیت شیب، گندم، پروتئین

مقدمه
در مقیاس محلی که تغییرات اقلیمی اندک است، توپوگرافی و ویژگی های خاک عوامل تعیین کننده موفقیت دیم کاری هستند. توپوگرافی به طور مستقیم از طریق تأثیر بر فراهمی آب در بخش های گوناگون زمین نما و به طور غیرمستقیم از طریق اثر بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند مقدار ماده آلی و توزیع اندازه ذرات بر رشد و عملکرد محصول مؤثر است (جیانگ و تلن، ۲۰۰۴). کراوچنکو و همکاران (۲۰۰۵) بیان می دارند عملکرد محصول در مقیاس مزرعه نتیجه‌ای از عملکرد پیچیده میان فاکتورهای مختلف مانند توپوگرافی، خصوصیات خاک و عملیات مدیریتی است. یانگ و همکاران (۱۹۹۸) در مطالعات خود دریافتند بیش از ۶۹ درصد تغییرات عملکرد متأثر از ترکیبی از ویژگی های خاک و فاکتورهای توپوگرافی است.
تأثیر توپوگرافی بر توزیع درات خاک، مواد آلی و عناصر غذایی ناشی از فرایندهای فرسایش و رسوب گذاری است که در نتیجه آن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بالا و پایین شیب تغییر می کند (پنوک و دجونگ، ۱۹۹۰). رضایی و گیلکس (۲۰۰۵) اظهار می دارند بسیاری از خصوصیات خاک مانند ضخامت مؤثر خاک‌رخ و ظرفیت نگهداری آب به طور معنی داری به شیب وابسته هستند. عجمی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی اثر موقعیت های شیب بر برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک های لسی در شرق استان گلستان گزارش کردند موقعیت های بالادست زمین های کشاورزی از کمترین مقادیر رس برخوردار بوده و در مقابل موقعیت پنجه شیب به خصوص در لایه سطحی صفر تا ۳۰ سانتیمتری دارای بافتی سنگین و مقادیر قابل ملاحظه ای رس می باشد. به عقیده این پژوهشگران تخریب خاک و فرسایش در موقعیت های ناپایدار اراضی از مهم ترین دلایل کاهش رس و سبک شدن بافت خاک در موقعیت های پرشیب بالادست یعنی شانه و پشت شیب می باشد. آن ها همچنین دریافتند موقعیت پشت شیب دارای کمترین میزان ماده آلی نسبت به سایر موقعیت هاست. بافت های درشت با مقدار کم رس میزان تجزیه ماده آلی خاک را افزایش می دهند (هبرت و همکاران، ۱۹۹۱).
درجه شیب، موقعیت شیب، جهت شیب، ارتفاع و واحدهای فیزیوگرافی از مهم ترین فاکتورهای توپوگرافی محسوب می شوند که نقش آنها در تولید و عملکرد محصول در پژوهش های مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است. هدف اصلی پژوهش ها عمدتاً بررسی اجزای عملکرد بوده است. به طور مثال عجمی و همکاران (۱۳۹۳) در گرگان با مطالعه ارزیابی عملکرد و تغییرپذیری تولید گندم در ارتباط با موقعیت های شیب دریافتند مؤلفه های عملکرد گندم شامل وزن کل، وزن دانه و وزن هزاردانه در قسمت های پایین شیب شامل پا و پنجه شیب افزایش معنی داری در مقایسه با موقعیت های بالادست دارد. آن ها دلیل این امر را ناشی از افزایش آب قابل استفاده گیاه و تجمع بیشتر عناصر غذایی مانند ازت و پتاسیم به واسطه فرسایش و تجمع آن ها در موقعیت های پایینی عنوان نمودند. تحقیقات مشابه دیگری نیز در این راستا توسط نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) و شعبانی و همکاران (۱۳۹۱) در ایران صورت گرفته است. اما به نظر می رسد علاوه بر ارزیابی اجزای عملکرد گندم به عنوان یک محصول زراعی مهم، کیفیت غذایی دانه آن نیز باید بیش از پیش در تحقیقات کشاورزی مورد توجه قرار گیرد. دیاکونو و همکاران (۲۰۱۲) محتوای پروتئین دانه را یکی از پارامترهای کیفیت محصول گندم معرفی کرده و بیان می دارند میزان پروتئین دانه گندم دیم بسته به خصوصیات خاک و موقعیت زمین نما از تغییرپذیری مکانی برخوردار است.

گندم یکی از محصولات راهبردی در استان گلستان می باشد. این استان در ردیف پنج استان اول کشور به لحاظ دارا بودن اراضی زیرکشت گندم قرار دارد. همچنین مقام سوم را در تولید محصول گندم از آن خود نموده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۲). سطوح قابل توجهی از زمین های شیب‌دار منطقه زیر کشت گندم قرار دارد. با توجه به اهمیت محصول گندم در منطقه و نیز به دلیل استفاده از اراضی شیب‌دار در تولید محصولات زراعی، پژوهش حاضر با هدف مطالعه نقش فاکتورهای توپوگرافی به خصوص درجه و موقعیت شیب در محتوای پروتئین دانه گندم به عنوان یکی از پارامترهای کیفیت دانه به انجام رسید. این گونه تحقیقات با هدف ارزیابی تأثیر توپوگرافی بر کیفیت محصول گندم به ندرت انجام شده است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز توشن در جنوب غرب شهرستان گرگان (مرکز استان گلستان) می باشد (شکل ۱). توشن در طول جغرافیایی ′۱۶ ۵۴ تا ′۲۶ ۵۴ و عرض جغرافیایی ′۲۶ ۳۶ تا ′۵۱ ۳۶ در حدواسط حوضه زیارت و انجیراب واقع شده است. مواد مادری خاک ها را لس تشکیل داده است. اقلیم منطقه نیمه مرطوب، متوسط بارندگی سالانه ٦٥٢ میلیمتر و میانگین دمای آن ١٦ درجه سانتي‌گراد می باشد. رژیم رطوبتی-حرارتی خاک زریک-ترمیک است.

مساحت زیادی از اراضی شیب‌دار حوضه به ویژه نیمه شمالی آن با جهت شیب رو به شرق، طی نیم قرن اخیر مورد جنگل‌تراشی قرار گرفته و زیر کشت محصولات زراعی به خصوص گندم رفته اند.

عملیات نمونه برداری در نیمه خردادماه سال ۱۳۹۳ به صورت تصادفی نظام دار از ۳۰ نقطه از موقعیت های مختلف شیب تپه شامل شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب به انجام رسید. نمونه برداری از محصول گندم رقم مروارید با استفاده از پلات ۱×۱ متر صورت پذیرفت. دانه ها پس از جداسازی کاه و پوسته، آسیاب شدند و پس از انجام مراحل هضم و تقطیر مطابق با روش های استاندارد، محتوای پروتئین از میزان نیتروژن دانه محاسبه گردید (مشایخی و آتشی، ۱۳۹۳). از خاک متناظر هر نمونه گندم نیز یک نمونه جهت آنالیز میزان مواد آلی و بافت برداشته شد.

آنالیز واریانس داده ها در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در نرم افزار SPSS اجرا و مقایسه میانگین ها به روش دانکن صورت پذیرفت.

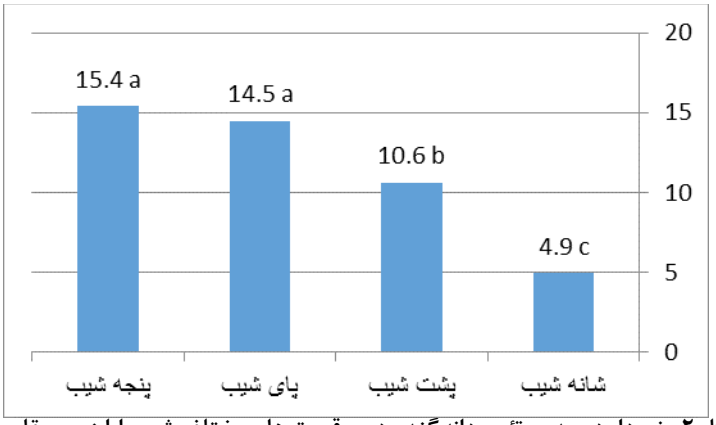


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (سمت راست) و نمایی از مزارع گندم (سمت چپ)

نتایج و بحث

اندازه گیری محتوای پروتئین به عنوان یکی از پارامترهای مهم کیفیت دانه گندم نشان داد در میان نمونه ها، بیشترین میزان پروتئین به میزان ۱/۱۶ درصد مربوط به نمونه ای از موقعیت پنجه شیب و کمترین میزان پروتئین نیز از نمونه ای واقع در شانه شیب با مقدار ۷/۳ درصد می باشد.

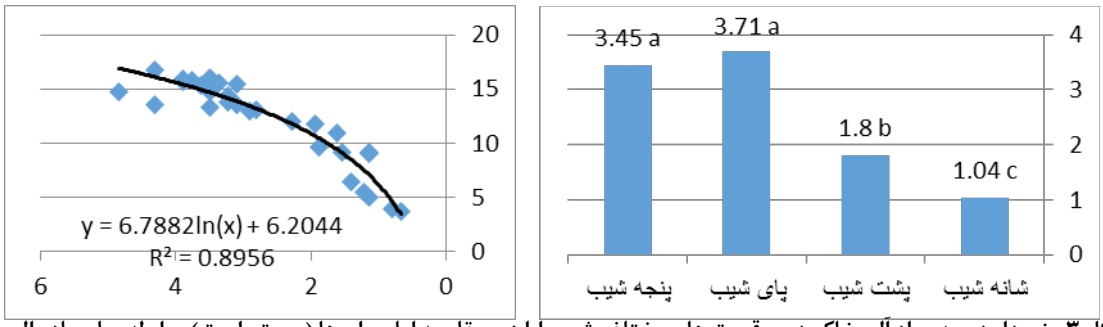
نتایج حاصل از آنالیز آماری داده ها و مقایسه میانگین داده های پروتئین دانه در شکل ۲ نشان داده شده است. چنان چه مشاهده می شود کمترین مقدار پروتئین دانه به میزان ۹/۴ درصد مربوط به موقعیت شانه شیب است. موقعیت های پای شیب و پنجه شیب نیز به ترتیب با میانگین ۵/۱۴ و ۴/۱۵ درصد از بالاترین مقادیر پروتئین دانه برخوردارند. موقعیت پنجه شیب هرچند از رقم مطلق بالاتری نسبت به پای شیب برخوردار است اما اختلاف آماری معنی داری بین دو موقعیت مذکور از لحاظ محتوای پروتئین دانه وجود ندارد. گندم روییده در موقعیت پشت شیب نیز با دارابودن محتوای پروتئین با درصد متوسط ۶/۱۰ در جایگاه میانی قرار دارد (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار درصد پروتئین دانه گندم در موقعیت های مختلف شیب اراضی و مقایسه آماری آن ها

فاکتورهای توپوگرافی به خصوص درجه و موقعیت شیب با اثراتی که بر میزان ماده آلی خاک، توزیع اندازه ذرات و آب قابل استفاده خاک می گذارند موجب تغییرپذیری مکانی قابل ملاحظه ای در رشد محصول و کیفیت غذایی آن خواهند شد. خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) در استان گلستان با مطالعه اراضی شیب‌دار لسی گزارش کردند مقدار مطلق ماده آلی خاک در موقعیت پنجه شیب بیشتر از نواحی میان دست شیب است. ماده آلی با حفظ ذخیره رطوبتی خاک می تواند تأثیرات قابل ملاحظه ای بر مؤلفه ها ی عملکرد گیاهان زراعی برجای گذارد. ماده آلی به عنوان جزء مهمی از خاک نقش های کلیدی و مهمی در زیست بوم ایفا می کند. حاصلخیزی و ظرفیت نگهداری آب در خاک شدیداً از ماده آلی تأثیر می پذیرند. میزان تولید و کیفیت محصولات غذایی نیز از این جزء مهم متأثر است (لعل، ۲۰۰۴). ماده آلی با در اختیار قرار دادن عناصر مغذی برای رشد گیاه به ویژه عنصر کلیدی نیتروژن موجب افزایش محتوای پروتئین در دانه گندم می شود. تغذیه نیتروژنی گندم علاوه بر افزایش تولید محصول، کیفیت دانه گندم را نیز به دلیل افزایش غلظت پروتئین آن ارتقاء می بخشد (گاریدو-لستاچه و همکاران، ۲۰۰۵). بلای و وودارد (۲۰۰۳) معتقدند نیتروژن عنصر غذایی اصلی و مؤثر در تولید محصول و افزایش غلظت پروتئین در دانه گندم است. نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) در غرب ایران طی مطالعه ای در خصوص پیش بینی کیفیت و کمیت گندم دیم تحت تأثیر خصوصیات خاک و زمین دریافتند نیتروژن کل خاک مهم ترین پارامتر تعیین کننده مقدار محصول دانه و نیز محتوای پروتئین آن است.

عملیات کشت و کار روی اراضی شیب‌دار منطقه در تلفیق با فاکتورهای توپوگرافی موجب شده است تا در موقعیت های با شیب تند و یا با تحدب زیاد فرسایش خاک رخ دهد. وقوع فرسایش در این نواحی اغلب باعث شده تا در موقعیت های شانه شیب و پشت شیب با کاهش ذرات رس و نیز ماده آلی خاک مواجه باشیم. اندازه گیری میزان مواد آلی خاک مؤید این مطلب است (شکل ۳). در نواحی کم شیب و پست و مقعر منطقه مانند پای شیب و پنجه شیب، تجمع مواد آلی فرسایش یافته از بالادست موجب غنی شدن خاک به لحاظ عناصر غذایی و در نتیجه افزایش پروتئین در دانه گندم شده است (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار درصد مواد آلی خاک در موقعیت های مختلف شیب اراضی مقایسه اماری ان ها (سمت راست) و رابطه میان ماده الی خاک و محتوای پروتئین دانه گندم (سمت چپ) (در شکل سمت چپ، محور عمودی درصد پروتئین دانه و محور افقی درصد ماده آلی خاک است)

دانه بندی خاک در موقعیت های مختلف شیب نیز حاکی از نوعی ارتباط کلی معنی دار و همبستگی میان میزان پروتئین دانه و درصد رس خاک است. موقعیت های یا و پنجه شیب با بیشترین مقدار رس از بالاترین درصد پرونئین برخوردارند ولی در موقعیت های بالادست یعنی شانه و پشت شیب به موازات کاهش رس شاهد کمترین محتوای پروتئین دانه هستیم. به نظر می رسد ذرات معدنی ریز رس با حفظ مواد آلی و عناصر غذایی ضروری برای گیاه موجبات ارتقاء کیفیت دانه گندم را در نواحی پایین دست اراضی فراهم آورده اند.

آب قابل استفاده خاک نیز یکی دیگر از عوامل مؤثر در افزایش محتوای پروتئین دانه گندم و کیفیت آن است. نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) اعتقاد دارند فاکتورهای توپوگرافی مانند شیب، انحنای سطحی و شاخص خیسی که با میزان اب خاک در ارتباطند،

فاکتورهای مهمی در تعیین میزان پروتئین دانه محسوب می شوند. افزایش میزان آب قابل دسترس، جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه و افزایش غلظت آن در دانه را باعث خواهد شد (آلبریزیو و همکاران، ۲۰۱۰). محنت کش (۱۳۹۳) با مطالعه عوامل مؤثر در تولید گندم در اراضی تپه ماهوری زاگرس مرکزی اظهار می دارد موقعیت شیب می تواند به عنوان فاکتور مهمی در ظرفیت نگهداری آب در خاک و در نتیجه از مهم ترین فاکنورهای توپوگرافی در تولید زیست توده هوایی گندم دیم باشد هانا و همکاران (۱۹۸۲) نیز معتقدند میزان آب قابل استفاده خاک تحت تأثیر درجه شیب و انحنای سطحی در هر نقطه از زمین نماست. انحنای سطحی گرایش جریان آب به سمت گودی ها را نشان می دهد (ویلسون و گالانت، ۲۰۰۰). نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) بیان می دارند این پارامتر تأثیر مهمی در طبیعت حرکت آب در سراسر اراضی و مقدار آب خاک دارد. در منطقه مورد مطالعه نیز یکی از دلایل مهم افزایش غلظت نیتروژن دانه و در نتیجه افزایش محتوای پروتئین در موقعیت های پایین شیب را باید به افزایش میزان آب قابل استفاده خاک در این موقعیت ها نسبت داد. فرم اراضی سبب می شود تا جریان آب همواره از نقاط بالادست به موقعیت های گودتر و کم شیب پا و پنجه شیب جریان یابد. افزایش عملکرد دانه، افزایش غلظت نیتروژن دانه و نیز محتوای پروتئین آن در موقعیت های پست و مقعر یعنی پای شیب و پنجه شیب را باید ناشی از افزاش رس و ماده آلی خاک دانست که بر اثر فرسایش از بالادست در این موقعیت ها تجمع یافته اند به طوری که علاوه بر گرایش بیشتر تجمع آب در این نواحی به دلیل ویژگی های توپوگرافیکی، موجب شده اند تا آب قابل استفاده بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد. در مقابل، تلفات ذرات ریزتر معدنی خاک یعنی رس و نیز کاهش درصد مواد آلی خاک در موقعیت های شانه شیب و پشت شیب باعث شده تا همگام با تقلیل مقدار این دو پارامتر کنترل کننده رطوبت، آب قابل استفاده کمتری در این موقعیت ها در اختیار گیاه قرار گرفته و در نتیجه دانه محصول از غلظت پایین تری از نیتروژن و پروتئین برخوردار گردد.

در یک جمع بندی و نتیجه گیری کلی باید اظهار داشت فاکتورهای توپوگرافی یا پستی و بلندی با تأثیرات قابل توجه بر میزان مواد آلی خاک، توزیع اندازه ذرات و آب قابل استفاده خاک قادرند موجب تغییر پذیری مکانی قابل توجهی در میزان غلظت نیتروژن و در نتیجه محتوای پروتئین دانه گندم و کیفیت آن شوند.

منابع

آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۲. جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشا.ورزی. ۱۳۰ صفحه.

شعبانی، ۱.، حق‌نیا، غ.ح.، کریمی، ع.ر.، احمدی، م.م. ۱۳۹۱. تأثیر ویژگی های پستی و بلندی و خاک بر عملکرد گندم دیم در منطقه سیساب، شمال شرق ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۶، شماره ی ۴، صفحه های ۹۲۲ تا ۹۳۲.

عجمی م.، خرمالی، ف. و ایوبی. ش. ۱۳۸۷. تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری اراضی در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی لسی در شرق استان گلستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دانشگاه تهران، دوره ی ۳۹، شماره ی ۱، صفحه های ۱۵ تا ۳۰.

عجمی، م.، حیدری، ا.، خرمالی، ف.، گرجی، م. و ایوبی، ش. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد و تغییرپذیری تولید گندم در ارتباط با موقعیت‌های شیب در اراضی لسی گرگان. اولین همایش ملی مدیریت خاک و آب در تولید گندم، هتل المپیک، تهران.

مشایخی، ک. و آتشی، ص. ۱۳۹۳. راهنمای آزمایشات فیزیولوژی گیاهی (بررسی های قبل و پس از برداشت گیاهان). انتشارات واژگان سیرنگ. ۳۱۰ صفحه.

محنت کش، ع. ۱۳۹۳. تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید گندم دیم در اراضی تپه ماهوری زاگرس مرکزی به کمک آنالیز حساسیت. اولین همایش ملی مدیریت خاک و آب در تولید گندم، هتل المپیک، تهران.

Albrizio, R., Todorovic, M. Matic, T. and Stellacci. A.M. ۲۰۱۰. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. Field Crop Res., ۱۱۵: ۱۷۹-۱۹۰.

Bly, A.G., and Woodard, H.J. ۲۰۰۳. Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. Agronomy Journal, ۹۵: ۳۳۵-۳۳۸.

Diacono, M., Castrignan, A., Troccoli, A., De Benedetto, D., Basso, B. and Rubino, P. ۲۰۱۲ Spatial and temporal variability of wheat grain yield and quality in a Mediterranean environment: A multivariate geostatistical approach. Field Crops Research, ۱۳۱: ۴۹-۶۲.

Garrido-Lestache, E., Lopez-Bellido, R.J., Lopez -Bellido, L., ۲۰۰۵. Durum wheat quality under Mediterranean conditions as affected by N rate, timing and splitting, N form and S fertilization. Eur. J. Agron. ۲۳: ۲۶۵-۲۷۸.

Hanna, A.Y., Harlan, P.W. and Lewis. D.T. ۱۹۸۲. Soil available water as influenced by landscape position and aspect. Agron. J., ۷۴: ۹۹۹-۱۰۰۴.

Hebert, K., Karam, A. and Parent, L.E. ۱۹۹۱. Mineralization of nitrogen and carbon in soils amended with composted manure. Biol. Agric. Hort., ۷: ۳۳۶-۳۶۱.

Jiang, P. and Thelen, K.D. ۲۰۰۴. Effect of soil and topographic properties on crop yield in a North-central corn-soybean cropping system. Agronomy Journal, ۹۶: ۲۵۲-۲۵۸.

Kravchenko, A.N., Robertson, G.P., Thelen, K.D., and Harwood, R.R. ۲۰۰۵. Management, topographical, and weather effects on spatial variability of crop grain yields. Agronomy Journal, ۹۷: ۵۱۴-۵۲۳.
Lal, R. ۲۰۰۴. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science, ۳۰۴: ۱۶۲۳-۱۶۲۷.
Norouzi, M., Ayoubi, S. Jalalian, A., Khademi, H. and Dehghani. A.A. ۲۰۱۳. Predicting rainfed wheat quality by artificial neural network using terrain and soil characteristics. Acta Agr. Scand. B-S. P. ۶۰: ۳۴۱-۳۵۲.
Pennock, D.J., and deJong., E. ۱۹۹۰. Spatial pattern of soil redistribution in Boroll landscapes, southern Saskathewan, Canada. Soil Sci., ۱۵۰: ۸۶۷-۸۷۳.
Rezaei, S., and Gilkes, R. ۲۰۰۵. The effects of landscape attributes and plant community on soil physical properties in rangelands. Geoderma, ۱۲۵: ۱۶۷-۱۷۶.
Wilson, J. P. and Gallant, J. C. ۲۰۰۰. Terrain Analysis, principles and applications. John Wiley & Sons, INC, New York.
Yang, C., Peterson, C.L., Shropshire, G.J., and Otawa, T. ۱۹۹۸. Spatial variability of field topography and wheat yield in the Palouse region of the Pacific Northwest. Transaction of the ASAE, ۴۱: ۱۷-۲۷.

Abstract

This research was conducted to study the effect of topographic factors, especially slope position on protein content of wheat grain. The study area is sloping loess lands of Toshan watershed, Gorgan. Wheat and soil from ۳۰ points of different slope positions including shoulder, backslope, footslope and toeslope was randomly stratified sampled. Nitrogen concentration and protein content of wheat grain and also soil organic matter and texture was determined. The results of statistical analyses in four slope positions showed that footslope and toeslope positions have the most mean of grain protein content, ۱۴.۵ and ۱۵.۴ percent, respectively. Shoulder has the least mean of grain protein, ۴.۹ percent. In low and concave lands of the study area, i.e. footslope and toeslope, increasing in available soil water and also accumulation of organic matter and clay particles, eroded from upper sites, was caused to soil nutrients enrichment and therefore increasing in nitrogen concentration and protein content of wheat grain.

پیش‌بینی و پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی جیرفت با استفاده از فن‌آوري‌های نوین

محمودرضا مظاهری [۱]، مهرداد اسفندیاری [۲]، فاطمه سادات موسوی [۳]
۱ - دانش‌آموخته دکتری علوم خاک دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران،۲- عضو هیئت علمی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران،۳- عضو هیأت علمی گروه زراعت دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه پیام نور

چکیده
پوشش و کاربری اراضی یکی از مهمترین جنبه‌های بررسی مدیریت منابع طبیعی و بازنگری تغییرات محیطی است. بنابراین، به منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه در طی سه دهه گذشته از دوسری اطلاعات ماهواره‌ای Landsat TM و Landsat ETM+ در منطقه جیرفت استفاده شد. همچنین دسته‌بندی کلاس‌های پوشش و کاربری اراضی و تجزیه تحلیل روش‌ها و تغییرات آنها و تهیه نقشه صورت پذیرفت. چهار کلاس پوشش و کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از روش ماکزیمم احتمال نقشه‌برداری و آنالیز گردید. پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در سال‌های آتی نیز با استفاده از زنجیره مارکوف تعیین گردید. نتایج نشان داد، در طول دوره مورد مطالعه سطح اراضی مسکونی افزایش محسوسی داشته و بررسی تغییرات الگوی مکانی پوشش‌های مختلف نیز نشانگر آن است که بیشترین تغییرات کاربری در مجموع در مناطق زراعی و باغی ایجاد شده است.

واژه های کلیدی: تغییرات زمانی کاربری اراضی، سنجش از دور، ماهواره لندست، منطقه جیرفت

مقدمه
اراضی تغییر یافته، اراضی هستند که نسبت به شرایط قبلی‌شان از نظر اقلیم، توپوگرافی، خصوصیات خاک و کاربری اراضی دچار تغییر شده‌اند. روند این تغییرات اگر در جهت کاهش پتانسیل تولید زمین باشد، می‌تواند به تخریب اراضی تعبیر شود (Ruiz-Luna and Berlanga-Robles, ۲۰۰۳). اغلب فرآیندهای تغییر و تخریب اراضی به‌طور عمده در نواحی خشک و نیمه‌خشک اتفاق می‌افتد و باعث اثرات نامطلوبی در منابع اراضی می‌گردد. اراضی خشک نسبت به تغییر و تخریب، آسیب‌پذیری بالایی دارند که دلیل این موضوع فشارهای اقلیمی و تأثیرات ناشی از افزایش جمعیت می‌باشد (Gomarasca, ۱۹۹۳).
آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلافات سری‌های زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند (Singh, ۱۹۸۹). در حال حاضر به دلیل کمبود داده‌ها، هزینه بالای جمع آوری داده‌های مکانی و نیز کیفیت و میزان تغییرات کاربری اراضی بکار گیری تصاویر ماهوارای در این زمینه رو به افزایش است. داده‌های ماهواره‌ای به دلیل ویژگی‌های خاص خود از جمله سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار، چند طیفی بودن، تنوع کاربری و پوشش اراضی و به هنگام شدن مداوم می‌توانند در تهیه نقشه‌های تغییرات پوشش و کاربری اراضی نقش مؤثری ایفا کنند (Kumar, ۲۰۱۱).
مطالعات تغییرات اراضی پس از سال ۱۹۷۲ و با ارسال ماهواره‌ی Landsat-۱ به فضا و دریافت اطلاعات سنجش از دور آغاز شد که تولدی تازه در این نوع از مطالعات به‌شمار می‌رود(Longley et al, ۲۰۰۱). این مطالعات نیز تاکنون ادامه داشته و دست‌خوش تغییرات زیادی شده است. به عنوان مثال نادری و همکاران (۱۳۸۷)؛ براتی و همکاران (۱۳۸۸)؛ محمداسماعیل (۱۳۸۹)، قربانی و همکاران (۱۳۹۲) و غیره در تحقیقاتی مشابه به بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور پرداختند.
به همین منظور، هدف از پژوهش حاضر، با توجه به اهمیت بررسی تغییرات کاربری، همچنین تعیین برنامه‌ریزی هماهنگ و یک پارچه بر استفاده پایدار از منابع اراضی، بررسی تعیین روند تغییرات محسوس در کاربری اراضی و پیش‌بینی آن به کمک اطلاعات ماهواره‌ای در منطقه گرم و خشک جیرفت، می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی شهرستان جیرفت در جنوب استان کرمان است که از شمال جیرفت تا تنگه بهادرآباد ادامه داشته و سطح وسیع دشت جیرفت را می‌پوشاند. این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ''۱۰ '۴۷ ۲۸ تا ''۶ '۱۴ ۲۸ شمالی و طول‌های جغرافیایی ''۸ '۵۸ ۵۷ تا ''۲۷ '۲۷ ۵۷ شرقی قرار دارد (شکل ۱).

شکل (۱): موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه

قسمت‌های شمال شرقی این ناحیه بیشتر کوهستانی و سردسیر می‌باشد و حال آن‌که جیرفت و دشت‌های اطراف آن اقلیم گرمسیری دارند. خاکهای منطقه مورد مطالعه، دارای رژیم رطوبتی اریدیك و رژیم حرارتی هایپرترمیك میباشند. همچنین منطقه جیرفت در دوره ۳۰ ساله ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۰ روند خشک‌سالی متنوعی را شاهد بوده است و به‌طور میانگین در شمال تا جنوب منطقه جیرفت به ترتیب در سه دوره مورد بررسی دارای شرایط خشکسالی ملایم، متوسط و متوسط ملایم می‌باشد (باقری و محمدی، ۱۳۹۱).

جمع‌آوری داده‌ها و پردازش

به‌منظور بررسی تغییرات پوشش و کاربری اراضی، بانك اطلاعات جغرافیایی منطقه مطالعاتی با استفاده از اطلاعات مکانی و توصیفی تشکیل شد. دو سری داده‌های لندست از سنجنده‌های TM و ETM+ مورد استفاده قرار گرفتند. گزارش مطالعات خاک و منابع اراضی منطقه جیرفت برای سال‌های گذشته نیز از مرکز تحقیقات کشاورزی تهیه گردید. همچمین پیش پردازش تصاویر نیز شامل تصحیحات رادیومتریک، هندسی و تعیین ترکیب باندی مناسب جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی طبق روش‌های موجود و استاندارد صورت پذیرفت.

در طبقه‌بندی اطلاعات نیز، ارزش‌های طیفی پیکسل‌های تصویر با نمونه‌های تعلیمی مقایسه می‌گردد و به این ترتیب امکان اینکه پیکسل‌ها در طبقات قابل تفکیك قرار داده شوند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور، روش طبقه‌بندی نظارت‌شده (Supervised) مناسب می‌باشد. الگوریتم بیشترین شباهت (Maximum likelihood) روش طبقه‌بندی در این پژوهش است (Longley *et al.*, ۲۰۰۱). در این روش ابتدا روی تصویر، پلی‌گون‌های نمونه‌برداری به عنوان نمونه‌های آموزشی (Training sites) (کلاس‌های معین شده کاربری در این تحقیق) ایجاد گردید. این عملیات در نرم افزار ENVI ۴.۷ صورت گرفت (Akingbogun *et al.*, ۲۰۱۲). برای بررسی صحت طبقه‌بندی، روش‌های متفاوتی وجود دارد که در این تحقیق از پارامتر دقت کلی، تفسیر کاربر و ضریب کاپا استفاده شد.

با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف، نسبت تبدیل کاربری‌های مختلف و امکان پیش‌بینی آن‌ها در آینده فراهم می‌شود. با پیش‌بینی تغییرات کاربری، می‌توان میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد (Hathout, ۲۰۰۲). در این روش، تصویر حاصل دربردارنده کلاس‌هایی است که نشان‌دهنده تبدیلات هر یك از کلاس‌ها به کلاس‌های دیگر در بازه‌زمانی مورد مطالعه می‌باشد. در این مدل دو نقشه مربوط به دو دوره زمانی به‌صورت ماتریسی با یکدیگر مقایسه می‌شوند. به طوری‌که بر اساس حداکثر احتمال، پیش‌بینی می‌شود که هر پیکسل در هر کلاس با چه احتمالی در همان کلاس مانده یا به کلاسی دیگر تبدیل می‌شود. به‌طور معمول در این نوع از مطالعات به‌منظور پیش‌بینی تغییرات پوشش گیاهی منطقة مورد مطالعه از مدل مارکوف، در محیط نرم افزار IDRISI ANDES ۱۵.۰ استفاده می‌شود.

نتایج

بهترین ترکیب باندی برای تصاویر TM و ETM+ این تحقیق، ۲-۴-۵ به‌دست آمد و از چند ترکیب مختلف برای جداسازی بهتر تشخیص کاربری اراضی استفاده شد. با استفاده از روش ماکزیمم احتمال نقشه‌های کاربری اراضی نیز تهیه گردید. از همین‌رو در ابتدا تمامی لایه‌های اطلاعاتی شامل: کاربری باغی، کاربری زراعی، اراضی شهری، مرتع و اراضی بایر مشخص و تفکیک شدند. سپس نقشه‌های کاربری اراضی منطقه در سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ به‌دست آمد. شکل شماره ۲ نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه طی این سال‌ها می‌باشد. همچنین مساحت انواع کاربری اراضی در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول (۱): مساحت انواع کاربری اراضی در دوره زمانی مورد مطالعه

نوع کاربری	۱۹۸۷		۲۰۰۰		۲۰۱۰	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
مسکونی	۹۲/۲۸۳۳	۷/۲	۳۲/۵۲۱۵	۰/۵	۵۴/۶۵۵۲	۳/۶
زراعی	۹۶/۹۲۱۰	۹/۸	۴۸/۲۱۴۵۳	۸/۲۰	۹۵/۲۹۰۲۰	۱/۲۸
باغی	۸۱/۲۶۴۵۱	۶/۲۵	۵۶/۲۵۸۳۷	۰/۲۵	۶۵/۱۸۰۱۶	۴/۱۷
بایر	۰۳/۶۴۷۷۹	۷/۶۲	۷۲/۵۰۷۶۹	۲/۴۹	۷۶/۴۹۶۸۵	۱/۴۸

ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی

در این تحقیق نیز روش حداکثر احتمال جهت تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده گردید و در نهایت از لحاظ بررسی صحت طبقه‌بندی این روش از شاخص کاپا و نقشه‌های توپوگرافی موجود از منطقه در این سال‌ها، تفسیر عکس‌های هوایی، اطلاعات مردم محلی و تفسیر چشمی تصاویر استفاده گردید(جدول ۲). دقت قابل قبول طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای طبق نظریات آندرسون به نقل از هوارد (۱۹)، ۸۵ درصد می‌باشد.

جدول (۲): ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر TM و ETM+

روش طبقه‌بندی	۱۹۸۷		۲۰۰۰		۲۰۱۰	
	دقت (درصد)	ضریب کاپا	دقت (درصد)	ضریب کاپا	دقت (درصد)	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۴۶/۸۲	۵۵/۰	۴۴/۹۰	۸۷/۰	۴۲/۹۶	۹۲/۰

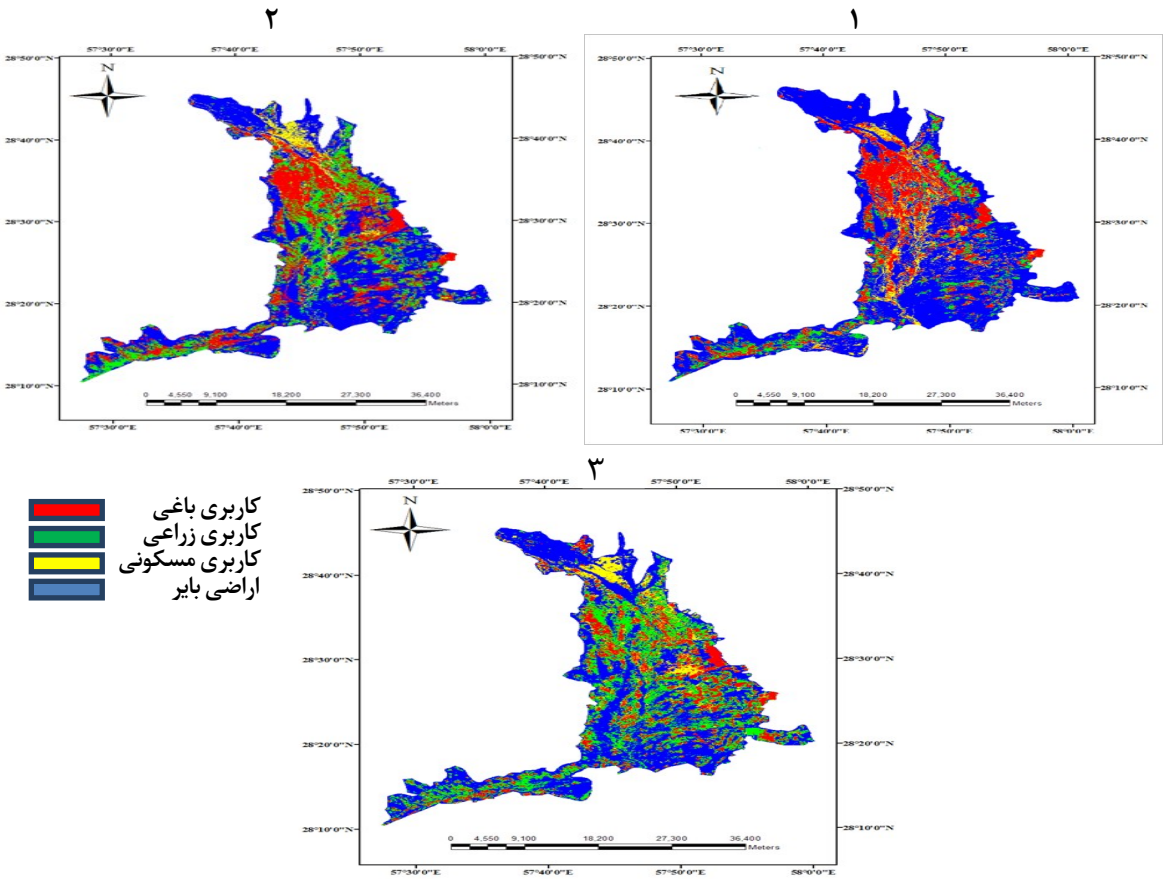
نتایج نشان داد برای سال ۱۹۸۷ بیشترین و کمترین خطای گماشته به ترتیب برای کاربري‌هـای مسـکونی و بـایر مي‌باشـد ایـن در حالی است که بیشترین و کمترین خطای حذف شده به ترتیب مربوط بـه کاربري‌ه ای زراعـی و بـایر مي‌باشـد. همچنیـن بـرای سـال ۲۰۰۰ بیشترین و کمترین خطای گماشته به ترتیب برای کاربري‌های زراعی و مسکونی مي‌باشـد ایـن در حـالی اسـت کـه بشـترین و کمترین خطای حذف شده مربوط به کاربري‌های مسکونی و باغی مي‌باشد. برای سال ۲۰۱۰ بیشترین و کمترین خطای گماشته بـه ترتیب برای کاربري‌های باغی و زراعی مي‌باشد این در حالی است که بشترین و کمترین خطای حـذف شـده مربـوط بـه کاربري‌هـای مسکونی و بایر مي‌باشد (برای مثال جدول شماره ۳).

نتایج این قسمت نشان داد که خطاهای موجود در این بخش به طور عمده مربوط به تفکیک کاربري‌هـای زراعـی و بـایر از یکـدیگر مي‌باشد. همچنین در مواردی وجود باغ‌های پراکنده در کاربري‌های مسکونی از دقت جداسازی در این دو محل کاسته اسـت کـه در نهایت از تفکیک بصری نیز در این مناطق استفاده گردید.

جدول (۳): ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۰

کاربری اراضی	مسکونی	زراعی	باغی	بایر	جمع	خطای کمیسیون (درصد)
مسکونی	۳۴/۹۰	۶۳/۰	۲۹/۰	۰۸/۰	۰۵/۱۰	۵۴/۱
زراعی	۰۳/۰	۲۴/۹۲	۲۴/۲	۰۶/۰	۷۶/۱۱	۵۲/۱
باغی	۰	۲۱/۵	۴۷/۹۷	۰۱/۰	۳۶/۶	۳۹/۱۰
بایر	۶۳/۹	۹۲/۱	۰	۸۴/۹۹	۸۳/۷۱	۸۰/۱
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-
خطای امیسیون (درصد)	۶۶/۹	۷۶/۷	۵۳/۲	۱۶/۰	-	-

۱- جمع پیکسل‌ها: ۲۹۰۳۴ دقت کلی: ۷۰/۹۷ درصد کاپای کلی: ۹۵/۰ درصد



شکل (۲: نقشه هاي کاربری و پوشش اراضي در سالهاي (۱ ۱۹۹۱ ۰۲ ۰۴ ۲ به روش طبقه بندی نظارت شده

تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۰

بررسی کلی این دوره ۲۳ ساله (۲۰۱۰-۱۹۹۷) نشان می‌دهد که در مجموع از وسعت زمین‌های بایر یا به عبارتی کشت نشده کاسته شده و به کاربری زراعی یا مسکونی تبدیل شده است. در این میان با توجه به مساحت‌های به دست آمده برای هر کاربری (جدول شماره ۱) در این دوره مطالعاتی، مشاهده می‌شود که کاربری باغی این منطقه مستعد و حاصلخیز کاهش یافته و این موضوع امری ناخوشایند برای این منطقه و کشور می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که در این دوره نقش هیدرولوژی منطقه و عوامل دیگر (بررسی نشده) فاکتورهای تأثیرگذار بر این تغییرات می‌باشد.

شایان ذکر است دلایل احتمالی دیگری از قبیل احداث سد هلیل‌رود (کاهش آب در دسترس و سطح سفره‌های زیرزمینی)، اصلاحات ارضی (کوچک شدن اراضی، عدم تأمین نهاده‌ها توسط کشاورز)، برنامه‌ریزی‌های اقتصادی دولت در بخش‌های اجتماعی (ایجاد مشاغل زود بازده با ریسک کمتر) و توجه کمتر به بخش کشاورزی نیز از جمله موارد تأثیرگذار بر تغییرات کاربری اراضی این منطقه باشد.

نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری با استفاده از ماتریس تبدیل وضعیت دورهٔ (۲۰۰۰-۲۰۱۰) برای سال ۲۰۲۰ که به منظور ارزیابی مدل مارکوف با استفاده از نقشهٔ کاربری موجود برای این دو سال صورت گرفته، در جدول شماره (۴) نشان داده شده است. در این جدول هر عدد نشان دهندهٔ نسبت تغییر هر کلاس در سال ۲۰۲۰ به کلاس دیگر است. همچنین ملاحظه می‌شود که اختلاف‌های کلاس‌های مختلف متفاوت است و بزرگی آن به طور کلی کمتر از ۸ درصد است؛ این رقم نشان‌دهندهٔ مفید بودن و قابلیت استفاده از مدل مارکوف در پیش‌بینی تغییرات کاربری است. همان‌طور که از نتایج مشاهده می‌شود نرخ تبدیل کاربری باغی به زراعی بالا بوده و تبدیل اراضی کشاورزی به کاربری بایر نیز از وضعیت پیروی می‌کند. این نتایج نیز همسو با تغییرات سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ بوده از همین‌رو لزوم توجه جدی به منابع کشاورزی برای نسل‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

جدول (۴): ماتریس زنجیره مارکوف برای تغییرات اراضی سال ۲۰۲۰

نوع کاربری	باغی	زراعی	مسکونی	بایر
باغی	۳۸۸۲/۰	۳۸۹۴/۰	۰۴۸۲/۰	۱۷۴۲/۰
زراعی	۲۴۸۴/۰	۴۶۷۹/۰	۰۶۰۶/۰	۲۲۳۰/۰
مسکونی	۰۷۴۸/۰	۱۲۸۱/۰	۳۵۲۱/۰	۴۴۵۰/۰
بایر	۰۴۴۷/۰	۱۶۲۶/۰	۰۴۲۷/۰	۷۵۰۰/۰

منابع

باقری، ر.، محمدی، ص. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات مکانی خشکسالی با استفاده از زمین‌آمار در استان کرمان در یک دوره آماری سی‌ساله. فصلنامهٔ علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۹(۲): ۲۸۳-۲۹۶.

براتی، س.، سلطانی، س.، خواجه الدین، س.ج.، رایگانی، ب. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیر حوزه قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش از دور (دوره زمانی ۱۳۸۱- ۱۳۵۴). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۷(۱): ۳۴۹-۳۶۵.

علوی پناه، س.ک.، مسعودی، م. ۱۳۷۵. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه موردی منطقه موک استان فارس. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۷(۱): ۶۵-۷۶.

قربانی، س.، زرع‌کار، آ.، کاظمی، ب.، یاوری، ا.، ۱۳۹۲. برآورد خسارت عملکرد حفاظت از منابع آبی در جنگل با استفاده از سنجش از دور، (مطالعه موردی: جنگل‌های چالوس). مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی. سال چهارم (۱): صفحه ۲۷-۳۷.

متقی، م. ۱۳۷۹. کاربرد تصاویر رقومی سنجنده تی.ام در پوشش گیاهی مرتعی در جهان‌نما. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵۰ صفحه.

محمداسماعیل، ز. ۱۳۸۹. پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش از دور. مجله پژوهش‌های خاک. الف. ۲۴(۱). ۸۱-۸۹.

نادری خوراسگانی، م.، کریمی ا. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات شوری و کاربری اراضی رودشت در دشت اصفهان با استفاده از اطلاعات ماهواره‌های لندست (TM و ETM+). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۲(۲). ۵۰-۶۰.

Akingbogun, A,A., Kosoko, S.O.A., and Aborisade, D.K. ۲۰۱۲ Remote Sensing and GIS application for forest reserve degradation prediction and monitoring. Fig Young Surveyors Conference - Workshop ۱.۲, ۶۲۰۸.

Hathout, S., ۲۰۰۲. The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. Journal of Environmental Management ۶۶, Pp. ۲۲۹-۲۳۸.

Howard, J.A. ۱۹۹۱. Remote Sensing of Forest Resource: Theory and Application. Chapman & Hall, London.

Kumar, R.M. ۲۰۱۱. Land use land cover change detection using remote sensing data and gis tools: A case study of delhi state. Submitted for partial fulfillment of the degree of Master of Science in geo-informatics. ۳۵ pp.

Luna, A.R., and Cesar, A.R. ۲۰۰۳. Land use, land cover change and costal lagoon surface reduction associated with urban growth in North West Mexico. Landscape Ecol. ۱۸: ۱۵۹-۱۷۱.

Singh, A. ۱۹۸۹. Digital change detection techniques using remotely sensed data. International Journal of Remote Sensing. ۱۰: ۹۸۹- ۱۰۰۳.
Tripathi, D.K., and Kumar, M. ۲۰۱۲. Remote sensing based analysis of land Use / land cover dynamics in Takula Block, almora district (Uttarakhand). J Hum Ecol, ۳۸(۳): ۲۰۷-۲۱۲.

Abstract

Land cover and use are among the most important aspects of natural resource management and reviewing environmental changes. Jiroft area is one of the areas which have undergone a lot of changes in land use and resources in recent decades. Therefore, in order to study changes in land use during the last three decades, two sets of satellite data, Landsat TM and Landsat ETM+ were used. Categorizing land use classes, analysis of approaches and their changes and developing a map were carried out through ENVI ۴.۷ software. Four classes of land use were analyzed and mapped in the study. Prediction of land use changes in future years were carried out through Markov's chain. The findings showed that in the time span under study, the urban area has been expanded significantly. Studying special pattern changes of land cover showed that greatest changes have occurred in gardens and farms.

قابلیت پیش‌بینی درصد آهک با استفاده از تصاویر ماهواره، مدل رقومی ارتفاع و هدایت الکتریکی ظاهری

روح الله تقی زاده مهرجردی [۱] و پریسا محمدی [۲]
۱- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان

چکیده
در این مقاله با استفاده از پردازش داده‌های مدل رقومی زمین و همچنین بر اساس تکنیك داده‌های ماهواره‌ای و دستگاه القاگر الکترومغناطیس، مقادیر انباشت آهک در افق‌های خاک تعیین شد. پس از تحلیل‌های نرم‌افزاری و قیاس سه گروه داده‌ها با یکدیگر، داده‌های تصاویر ماهواره‌ای با داشتن کمترین خطا (۴) و بالاترین دقت (۳/۳۶) مناسبترین داده جهت این پیش‌بینی معرفی شدند. سپس به کمک بررسی‌های آماری و محاسبات رگرسیونی دهمین افق به عنوان افقی با بیشترین تجمع آهک انتخاب گردید.
واژه های کلیدی: داده‌های کمکی، نقشه برداری رقومی خاک، کربنات کلسیم

مقدمه
خاك‌های مناطق بیابانی غالبا دارای رژیم رطوبتی اریدیك (Aridic) می‌باشند. از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی معمولاً دارای مواد آلی کم، از نظر دامنه پارامتر pH، کمی اسیدی تا قلیاییت بالایی داشته و آهك در نیم‌رخ خاك آن‌ها تجمع یافته و به طورکلی اغلب این خاك‌ها آهکی هستند. آهک خاک از ویژگی‌های مهم شیمیایی خاک بوده و از نظر تاثیری که بر تغذیه و رشد گیاهان و دیگر خصوصیات خاک دارد و با در نظر گرفتن این مساله که بیشتر خاک‌های کشورمان را خاک های آهکی تشکیل داده اند، دارای اهمیت بالایی می‌باشند.
داده‌های سنجش از دور که یکی از کاربردهای مهم تکنیك‌های دورسنجی در اکتشاف ذخایر معدنی می‌باشند؛ به عنوان اولین گروه داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. مطالعه تصاویر ماهواره‌ای سبب آشنایی بیشتر با جغرافیای ناحیه شده و می‌تواند در انتخاب محل کانی، بررسی محدوده کانی‌سازی، مسیر مورد مطالعه و غیره کمك شایانی نماید (اوحدی و همکاران ۱۳۹۳). همچنین به دلیل میدان دید فرامنطقه‌ای، تکرار داده‌ها در مدت زمان کم، دسترسی آسان، چند باندی بودن، توانایی بارزسازی و فراهم نمودن تصاویر رنگی جهت انجام مهم‌ترین کارهای صحرایی، نقشه‌برداری ساختاری و سنگ‌شناسی به کار گرفته شده که سبب صرفه‌جویی در زمان، هزینه و نیروی انسانی با کسب دقت بیشتر در بررسی‌های مختلف منابع معدنی شده است. سری دوم داده‌های مورد بررسی به منظور تشخیص آهک خاک، داده‌های مدل رقومی زمین به عنوان خروجی نرم‌افزار GIS در نظر گرفته شدند. قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی در زمینه‌های مختلف منابع طبیعی مورد استفاده و آزمون قرار گرفته و نتایج مثبت بسیاری به دنبال داشته است. با استفاده از این سامانه ابتدا اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به عوارض جغرافیایی از طریق روش‌های مختلف جمع‌آوری شده و به صورت لایه‌های مختلف اطلاعاتی در سیستم مرکزی ذخیره می‌گردد. سپس عملیات مختلفی (نظیر توپولوژی ، هم پوشانی و ...) بر روی این لایه ها انجام شده و یا پردازش و تحلیل‌های منطقی و ریاضی، نتایج مورد نظر بدست می‌آیند. در نهایت نتایج به شکل نمودار، جدول و نقشه در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. بخش اعظم اطلاعات شبکه‌ها شامل آمار و ارقام می باشد، که هر بخش از آن‌ها می‌توانند لایه‌ای از اطلاعات را در محیط نرم‌افزاری GISبه خود اختصاص دهند؛ که شامل اطلاعات کانال‌ها، زهکش‌ها، چاه‌ها، عملکرد محصولات زراعی، راندمان آبیاری، وضعیت آبگیرها و ده‌ها پارامتر دیگر می‌باشد. گروه سوم داده‌ها حاصل از روش دستگاه القاگر الکترومغناطیس هستند. ابزار القاگر الکترومغناطیس که هدایت الکتریکی ظاهری یک توده از خاک (ECa) را اندازه‌گیری می‌کند، در تعیین الگوی تغییرات مکانی درون مزرعه‌ای برخی خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک نظیر شوری، درصد رس، درصد رطوبت و عمق خاک لایه سطحی آن هم به صورت همزمان با لحظه پیمایش مثمر ثمر هستند متداولترین نوع این دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین مدل به کار برده شده در این پژوهش، EM_{38} می‌باشد. این دستگاه دارای مدارهای الکتریکی مخصوصی است که در برابر حساسیت مغناطیسی خاک کمترین پاسخ (واکنش) و در برابر هدایت الکتریکی خاک بیشترین پاسخ را از خود نشان می‌دهد (رحیمیان و همکاران ۱۳۹۳). هدف از این پژوهش تحلیل و مقایسه کارایی داده‌های GIS و تصاویر ماهواره‌ای و دستگاه EM_{38} در برآورد تجمع آهک در ۱۰ افق مشخص از خاک دشت یزد- اردکان می‌باشد.

مواد و روش‌ها
این مطالعه در مورد خاک منطقه دشت یزد - اردکان، که یکی از دشت‌های مسدود فلات مرکزی ایران واقع در استان یزد می‌باشد، صورت گرفته است. این دشت دارای شرایط آب و هوایی بسیار گرم و خشک می‌باشد. وسعت آن ۱۲۴۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد. محدوده شهرهای اردکان، میبد، اشکذر، مهریز و یزد را در بر می‌گیرد. از نظر توپوگرافی بخش عمده شهرستان با خط تراز تقریبی ۱۵۰۰ متر محدود می‌شود. تنها حدود ۵% مساحت شهرستان کوهستانی بوده و ارتفاع متوسط شهرستان از سطح دریا ۱۲۳۴ متر است. در منطقه مورد مطالعه تعداد ۱۷۰ پروفیل مورد مطالعه قرار گرفت و درصد آهک از نمونه‌های جمع‌آوری شده اندازه‌گیری شد و

سپس با استفاده از معادلات عمق خاک به ۱۰ عمق استاندارد تبدیل گردید. در مرحله بعد معـدله رگسـیونی بـا ورودی‌هـای مختلـف مورد بررسی قرار گرفت. ورودی‌ها شمل تصاویر ماهواره، مدل رقومی ارتفاع و هدایت الکتریکی ظاهری می‌باشد. برای ارزابی مـدل‌ها از تقسیم کردن تصادفی داده‌ها استفاده شد.

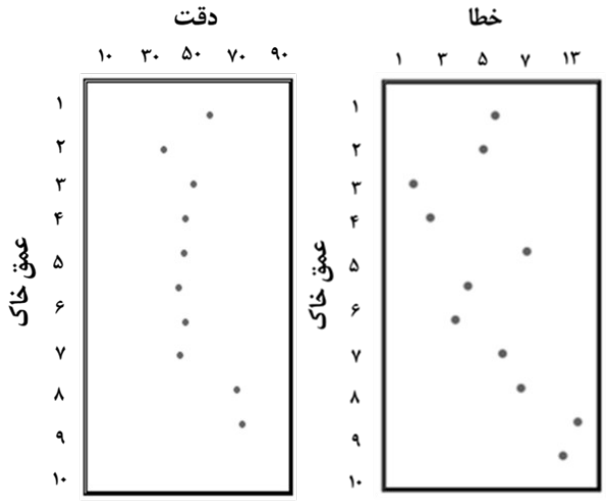
نتیجه گیری و بحث

جدول ۱ پارامترهای آماری در مورد آهک، در هریک از عمق‌های استاندارد را نشـان می‌دهـد. می‌تـوان گفـت شـاخص‌های آمـاری ارائه شده در این جدول، بیانگر کمیت تشکیل و تمرکز آهک در اعماق مورد نظر است. با آنالیز آماری داده‌هـا، بـالاترین مقـدار تجمـع آهک در عمق دهم از خاک منطقه، یعنی افق نهایی خاک مورد مطالعه تعیین شد. که با اندازه‌ی ۹۸/۵۲ بیشترین مقدار از ایـن نظـر می‌باشد.

افق	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	کشیدگی	افراشتگی	چارک اول	چارک دوم	چارک سوم
۱	۹۴/۵	۷۴/۴۱	۵۸/۱۹	۷۱/۵	۱۶/۲۹	۲۴/۱	۴۹/۰	۰۵/۱۶	۶۸/۶	۷۳/۲۲
۲	۸۶/۵	۲۹/۴۴	۴۹/۱۹	۹۱/۵	۳۶/۳۰	۰۳/۲	۷۳/۰	۶۶/۱۵	۱۲/۷	۷۸/۲۲
۳	۷/۵	۱۱/۴۵	۵۳/۱۹	۰۸/۶	۱۳/۳۱	۵۲/۲	۸۲/۰	۴۶/۱۵	۱۲/۷	۵۸/۲۲
۴	۹۴/۳	۵۴/۴۵	۵۲/۱۹	۳۳/۶	۴۷/۳۲	۴۵/۲	۷۷/۰	۴۰/۱۵	۵۵/۷	۹۵/۲۲
۵	۰۴/۳	۲۴/۴۷	۷۲/۱۹	۴۳/۶	۶۲/۳۲	۲۴/۲	۸۰/۰	۴۹/۱۵	۱۴/۸	۶۳/۲۳
۶	۲۵/۵	۵۰	۸۲/۱۹	۶۲/۶	۴۰/۳۳	۴۸/۲	۹۲/۰	۴۳/۱۵	۳۳/۸	۷۷/۲۳
۷	۱۸/۵	۰۶/۵۱	۷۰/۱۹	۰۲/۷	۶۳/۳۵	۸۴/۲	۰۳/۱	۵۰/۱۴	۱۴/۹	۶۵/۲۳
۸	۱۱/۵	۹۱/۵۱	۵۱/۱۹	۲۷/۷	۲۶/۳۷	۲۶/۳	۱۱/۱	۳۵/۱۴	۵۸/۸	۹۳/۲۲
۹	۳۵/۴	۵۵/۵۲	۳۴/۱۹	۶۹/۷	۷۷/۳۹	۷۱/۳	۲۶/۱	۲۳/۱۴	۵۸/۸	۸۱/۲۲
۱۰	۴۲/۳	۹۸/۵۲	۸۴/۱۸	۷۱/۷	۹۷/۴۰	۱۰/۴	۲۴/۱	۱۳/۱۴	۷۱/۸	۸۴/۲۲

جدول ۱- پارامترهای آماری داده های استفاده شده برای پیش بینی تجمع آهک

در ادامه با بررسی خطا و دقت سه دسته داده‌های اولیه (تصاویر ماهواره‌ی، مدل رقومی زمین و دسـتگاه القـاگر الکترومغنـاطیس) داده‌های تصاویر ماهواره‌ای با داشتن بالاترین دقت یعنی دقتی معادل ۳۵/۳۶ درصد و کمترین خطا یعنی ۴ مناسـبترین داده بـرای پیش‌بینی آهک در نظر گرفته شد. این نتیجه‌گیری با مقایسـه رونـد تغییـرات مقـدار کربنات‌کلسـیم مشـاهده شـده در پی‌جویی‌هـای صحرایی و نمونه‌برداری از خاک مورد مطالعه، و کربنات‌کلسیم پیش‌بینی شده در مدل رگرسیونی حاصل شـد. بـا اسـتفاده از مقـادیر خطا و دقت داده‌ها در پیش‌بینی مقادیر آهک ، می‌توان سیر آن‌ها را در محدوده‌ی هر افق نمایش داد. نمـودار ایـن پراکنـش نقطه‌ای که باعث شناسایی بهتر منطقه آهکی می‌شود؛ در شکل (۱) آمده است. مشابه این مورد در یافته‌های خوانین زاده و خـواجه الـدین (۱۳۸۰) در بررسـی توانـایی داده‌هـای مـاهواره لندسـت در مطـالعه خصوصـیات فیزیکـی و شـیمیایی خـاک در منطقـه نیـر از توابـع شهرستان یزد مشاهده می‌گردد، که حاکی از پتانسیل بالای این داده‌ها در این رابطه می‌باشد.



شکل ۱- نمودار مقایسه دقت و خطا در پیش بینی کربنات کلسیم در ۱۰ افق خاک

منابع

اوحدی، و. امیری، م. حمیدی، ص. ۱۳۹۳. بهسازی خاک های واگرا با آهک با نگرش ویژه به کاهش شدت قله های اصلی کانی های رسی در پراش پرتو ایکس. فصلنامه علمی پژوهشی عمران مدرس. دوره ۱۴، شماره ۲، صفحه ۱۳-۲۵.
خوانین زاده، ع. و خواجه الدین، ج. ۱۳۸۰.بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره لندست تی ام در منطقه نیر- یزد، پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور. دوره صفحه ۲۰۴-۱
رحیمیان م. هاشمی‌نژاد ی. م. مشکوه و ع. قائمی‌نیا. ۱۳۹۳، پایش شوری خاک به کمک هدایتگر الکترومغناطیس.)دستورالعمل استفاده، روش‌های کالیبراسیون و نرم‌افزارهای مربوطه، مرکز ملی تحقیقات شوری، دستورالعمل فنی EM۳۸).

Abstract

At present research using remote sensing, DEM and EM۳۸ data the percentage of $CaCO_3$ was predicted. Statistical analysis indicate that remote sensing data was the most suitable auxiliary data for prediction of target variable. Also result indicate the last standard depth had the highest percentage of $CaCO_3$.

keywords: Auxiliary data; Digital soil mapping; $CaCO_3$

بررسی تغییرات سه بعدی ماده آلی خاک با استفاده از توابع عمق اسپلاین و نقشهبرداری رقومی

علیرضا امیریان چکان [۱]، صاحب خورده بین [۲]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۳]، شهرام یوسفی خانقاه [۴]
۱ -استادیار دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، ۲- کارشناس ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، ۳- استادیار دانشگاه اردکان، ۴-استادیار دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان

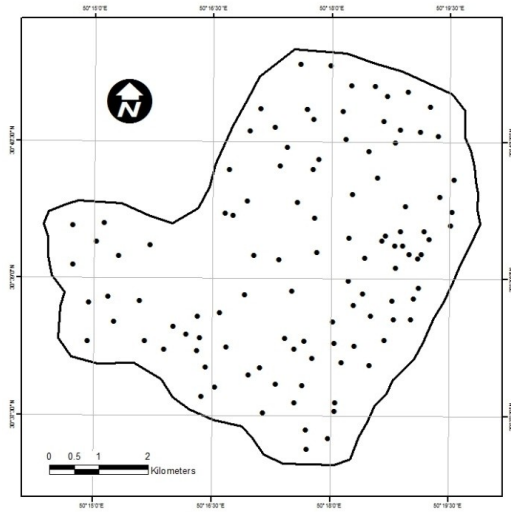
چکیده
اطلاع از چگونگی توزیع جانبی و عمودی ماده آلی خاک اهمیت زیادی در مطالعات زیست محیطی دارد. در این مطالعه بر اساس روش نمونه‌برداری مکعب لاتین از ۱۰۹ مکان در اطراف شهرستان بهبهان نمونه‌های خاک تا عمق یک متری برداشته شد و با برازش معادله عمق اسپیلاین به داده‌های ماده آلی، مقادیر ماده آلی در عمق‌های استاندارد پروژه جهانی نقشه‌برداری رقومی تخمین زده شد. از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای تهیه نقشه پیوسته ماده آلی در اعماق مورد نظر با استفاده از داده‌های کمکی مستخرج از تصویر لندست ۸ و DEM استفاده گردید. نتایج بیانگر کارآیی خوب شبکه‌های عصبی و معادلات عمق در تخمین تغییرات سه بعدی مقدار ماده آلی به خصوص در لایه‌های سطحی بود. ضریب تبیین از ۷۸/۰ در لایه اول به ۳۷/۰ در لایه پنجم روند کاهشی داشت. همچنین نقشه‌های به دست آمده بیانگر اهمیت زیاد نوع کاربری، شیب و مواد مادری در توزیع ماده آلی خاک بودند.

واژههای کلیدی: معادلات عمق اسپلاین، مدل اسکورپن، ماده آلی، نقشهبرداری رقومی

مقدمه
کربن آلی خاک شاخص شناخته شدهای از کیفیت خاک است که حاصلخیزی و برخی خواص فیزیکی خاک را کنترل میکند (Johnson et al., ۲۰۰۴) و بزرگترین مخزن کربن در چرخه جهانی کربن است (Grace, ۲۰۰۴). در بیشتر مطالعات کربن آلی خاک سطحی مورد توجه قرار گرفته است (Kempen et al., ۲۰۱۱) و توزیع عمودی کربن و تغییرات تدریجی آن با عمق کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از آنجا که خواص خاک معمولا به صورت پیوسته با عمق تغییر میکنند (Ponce-Hernandez, ۱۹۸۶)، در نظر نگرفتن این موضوع باعث افزایش خطای تخمین‌ها می‌شود. توابع عمق خاک ابزاری هستند که توزیع تدریجی عمودی کربن آلی در خاک را میتوان توسط آنها مدلسازی کرد (Malone et al., ۲۰۰۹) و مقدار ذخیره کربن آلی را در هر عمق مورد نظر تخمین زد (Minansney et al., ۲۰۱۳). برای تهیه نقشه پیوسته خصوصیت برآوردی توسط توابع عمق خاک، میتوان از تکنیک نقشهبرداری رقومی استفاده کرد. اساس نقشهبرداری رقومی مدل اسکورپن[۹۸] است که توسط مک براتنی و همکاران برای توصیف رابطه تجربی بین خواص خاک و سایر متغیرهای مرتبط ارایه گردید (McBratney et al., ۲۰۰۳). اولین مرحله در نقشهبرداری رقومی استخراج دادههای کمکی مرتبط با خواص خاک از منابعی مثل تصویر ماهواره‌ای و مدل رقومی ارتفاع است. برای استفاده از داده‌های کمکی برای تخمین متغیر مورد نظر می‌توان از روشهایی مثل شبکه‌های عصبی مصنوعی (Malone et al., ۲۰۰۹) و درخت رگرسیون استفاده کرد (Taghizadeh et al., ۲۰۱۴).
استفاده همزمان از معادلات عمق خاک و تکنیک نقشهبرداری رقومی رویکرد مناسبی برای تهیه نقشههای سه بعدی خصوصیات خاک است (Lacoste et al., ۲۰۱۴). در این مطالعه از این رویکرد برای تهیه نقشه تغییرات جانبی و عمودی ماده آلی در اراضی اطراف شهرستان بهبهان در استان خوزستان استفاده گردید.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه به وسعت حدود ۴۶۰۰ هکتار در شمال شرق شهرستان بهبهان در استان خوزستان واقع گردیده است (شکل ۱). میانگین سالیانه دما ۲۵ درجه سانتی گراد، بارندگی سالیانه ۳۲۳ و تبخیر سالیانه ۳۸۱۴ میلیمتر میباشد. کاربری غالب منطقه زراعت آبی، کشت دیم، مرتع و باغ است. از نظر زمین شناسی منطقه از سازندهای کواترنری و گچساران تشکیل شده است. بر اسا سیستم جامع رده بندی خاک، خاک‌های منطقه نیز در زیر ردههای Fluvents، Ustepts و Orthents قرار دارند (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴). بر اساس روش نمونهبرداری مکعب لاتین[۹۹] (Minansny and McBratney, ۲۰۰۶) تعداد ۱۰۹ مکان نمونهبرداری مشخص و نمونههای خاک تا عمق یک متری از افقهای ژنتیکی برداشت و درصد ماده آلی آنها به روش والکلی و بلک تعیین گردید.

۹۸ - Scorpan
۹۹ - Latin hypercube sampling



شکل ۱-موقعیت منطقه مطالعاتی و توزیع مکان‌های نمونه‌برداری

در این بررسی معادله عمق اسپیلاین با سطوح یکسان (Malone et al, ۲۰۰۹) به داده‌های ماده آلی خاک اندازه‌گیری شده در اعماق مختلف، برازش داده شد و درصد ماده آلی در عمق‌های استاندارد پروژه جهانی نقشه‌برداری رقومی خاک که شامل اعماق ۵-۰، ۱۰-۵، ۳۰-۱۰، ۶۰-۳۰ و ۱۰۰-۶۰ سانتی‌متری می‌باشد، با استفاده از معادله برازش داده شده تخمین زده شد.
در این مطالعه داده‌های کمکی برای پیش بینی ماده آلی از مدل رقومی ارتفاع (DEM) و تصویر سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۸ استخراج گردیدند. با آنالیز حساسیت، متغیرهای کمکی موثر در پیش بینی ماده آلی انتخاب و از آنها برای تخمین مقدار ماده آلی در نقاط نمونه‌برداری نشده و تهیه نقشه پیوسته ماده آلی در همه اعماق با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. از کل داده‌ها، ۸۰ درصد برای آموزش و ۲۰ درصد باقیمانده برای تست مدل به طور تصادفی انتخاب شدند.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های ارایه شده در جدول ۱، مقدار ماده آلی در لایه‌های سطحی بیشتر و با افزایش عمق روند کاهشی دارد و در عمق ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی متری به کمترین مقدار خود (۴۹/۰ درصد) میرسد. مقادیر انحراف معیار بیانگر تغییرات بیشتر ماده آلی در لایه‌های سطحی نسبت به لایه‌های عمقی است که میتواند بیانگر تغییرات کمتر عوامل کنترل کننده مقدار ماده آلی در لایه‌های عمقی باشد. مینازنی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند مقدار ماده آلی به صورت نمایی با عمق کاهش مییابد. میشرا و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات زیاد ماده آلی در لایه‌های سطحی را به تفاوت در نوع خاکها ارتباط دادند.

جدول ۱- خلاصه آماری مقادیر ماده آلی در ۵ عمق استاندارد

عمق (cm)	حداقل (%)	حداکثر (%)	میانگین (%)	انحراف معیار (%)
۵-۰	۶۸/۰	۰۰/۵	۶۱/۱	۷۰/۰
۱۵-۵	۶۲/۰	۷۱/۳	۴۵/۱	۵۷/۰
۳۰-۱۵	۴۳/۰	۱۵/۲	۰۸/۱	۳۹/۰
۶۰-۳۰	۱۷/۰	۴۴/۱	۷۰/۰	۲۹/۰
۱۰۰-۶۰	۰۸/۰	۲۳/۱	۴۹/۰	۲۷/۰

در جدول ۲ نتایج کارآیی شبکه‌های عصبی مصنوعی در تخمین ماده آلی در پنج عمق استاندارد نشان داده شده است. این نتایج نشان میدهند قابلیت پیشبینی ماده آلی توسط داده‌های کمکی با استفاده از مدل شبکه‌های عصبی به طور کلی در ۳۰ سانتیمتری سطحی خاک بیشتر از لایه‌های عمقی است. مقادیر ضریب تبیین از ۷۸/۰ در لایه سطحی تا ۳۷/۰ در لایه پایین متغیر بود. مقادیر RMSE نرمال شده نیز به طور کلی بیانگر افزایش مقدار خطای پیش بینیها با افزایش عمق بود. میانگین خطا نشان میدهد تخمینها در لایه سطحی مقداری بیشبرآورد شده بودند.

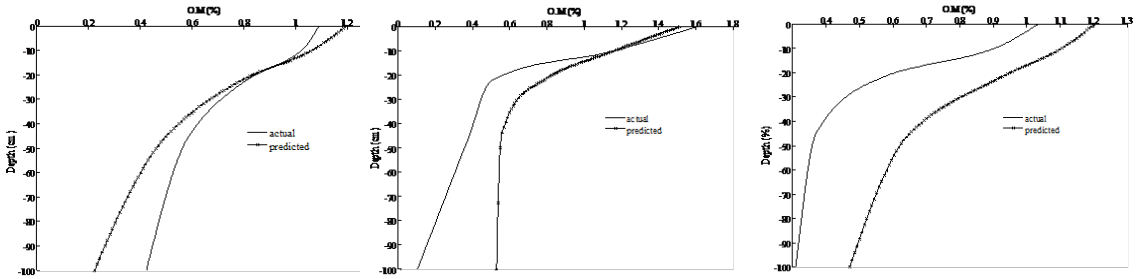
جدول ۲- نتایج ارزیابی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی در تخمین مقدادر ماده آلی

عمق (cm)	R^2	NRMSE	MAE (%)

۵-۰	۷۸/۰	۲۰/۰	۱۱/۰
۱۵-۵	۷۷/۰	۱۶/۰	۰۱/۰
۳۰-۱۵	۷۲/۰	۲۰/۰	-۰۱/۰
۶۰-۳۰	۵۲/۰	۲۸/۰	-۰۱/۰
۱۰۰-۶۰	۳۷/۰	۴۲/۰	-۰۳/۰

ملانو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند دقت تخمین مقادیر کربن با افزایش عمق کاهش میابد. کمپن و همکاران (۲۰۱۱) در هلند و لیو همکاران (۲۰۱۲) در چین به نتایج مشابهی رسیدند و علت آن را کاهش توانایی شاخصهای به دست آمده از تصاویر ماهوارهای و DEM در پیش بینی تغییرات ماده آلی با افزایش عمق دانستند.

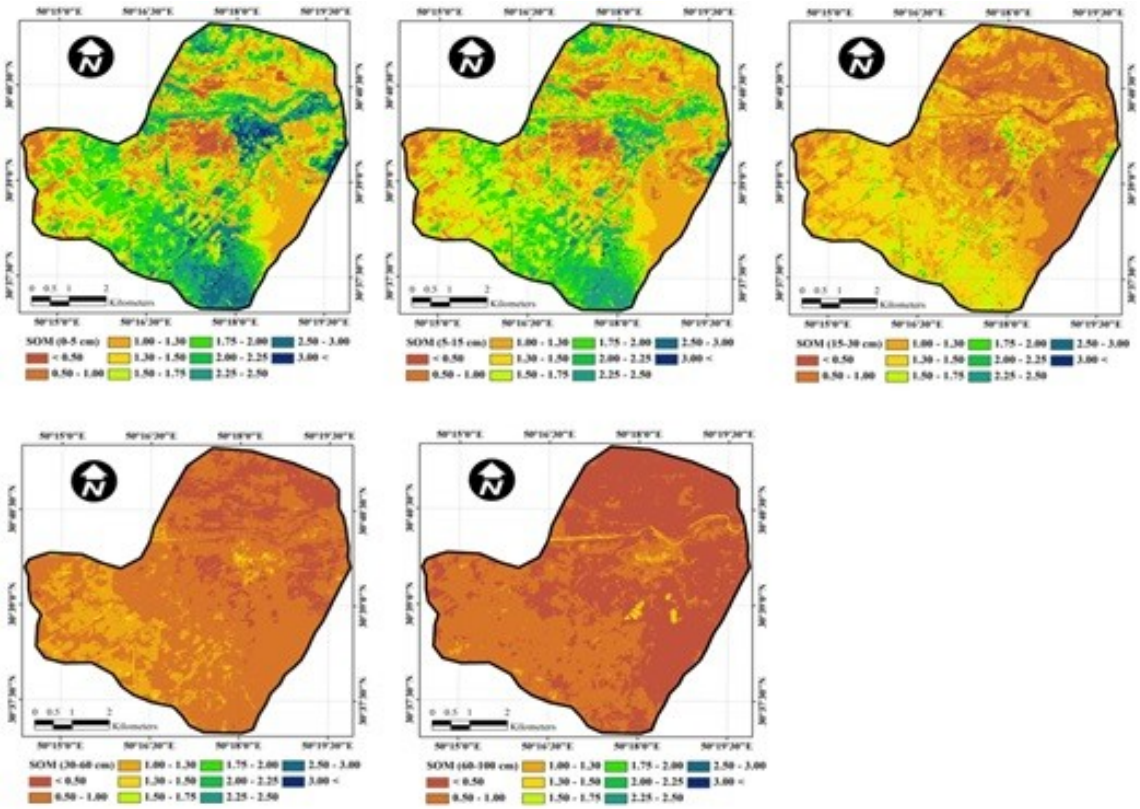
در شکل ۲ معادلات عمق برازش داده شده به داده‌های واقعی و داده‌های تخمینی برای سه نیمرخ خاک به عنوان نمونه نشان داده شده است. تغییرات ماده آلی با عمق روند تدریجی و کاهشی دارد و دقت تخمینها در لایههای سطحی بیشتر است.



شکل ۲- معادلات عمق برازش داده شده به مقادیر واقعی و مقادیر تخمینی ماده آلی در سه نیمرخ خاک انتخاب شده

نقشه توزیع مکانی ماده آلی خاک در عمقهای مختلف در شکل ۳ ارایه شده است. بیشترین مقدار ماده آلی مربوط به بخشهایی از جنوب و مرکز منطقه مورد مطالعه است که دلیل آن وجود باغ در این منطقه و در نتیجه بالا بودن درصد ماده آلی است. کمترین مقادیر ماده آلی لایه سطحی در بخشهای شرقی، شمالی و قسمتی از مرکز منطقه مشاهده میشود. در بخشهای شرقی و شمالی وجود سازند گچساران که شرایط آن برای رشد گیاهان نامناسب است و در بخش مرکزی زیر کشت نرفتن اراضی و افزایش کم ماده آلی به دلیل خشکی منطقه، میتواند عامل کم بودن ماده آلی باشد. این روند کلی در عمق دوم نیز مشابه عمق اول است. در عمق سوم مقدار ماده آلی نسبت به لایههای بالایی کاهش یافته است. در اعماق چهارم و پنجم مقدار ماده آلی خیلی کمتر از لایههای بالاتر است ولی در بخشهای جنوب شرق منطقه، مقدار ماده آلی کمی بیشتر از جاهای دیگر است که میتواند به دلیل آبیاری اراضی و در نتیجه افزیش ماده آلی در این قسمتها باشد.

مینازنی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند کاربری اراضی تاثیر زیادی روی مقدار کربن آلی خاک دارد و اراضی تحت پوشش جنگلی دارای بیشترین مقدار کربن آلی و اراضی زراعی دارای کمترین مقدار بودند. لاکوستی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند مهمترین عمل در توزیع و مقدار کربن آلی خاک نوع کاربری اراضی بود. میشرا و همکاران (۲۰۰۹) یکی از عومل کنترل کننده کربن آلی خاک را شیب دانستند و بیان داشتند که در مناطق شیبدار به دلیل فرسایش و زهکشی بهتر خاک، معمولا ماده آلی کمتر است. لیو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند مقدار ماده آلی به نوع کاربری اراضی و خصوصیات اراضی از قبیل شیب، جهت و شکل شیب، بستگی زیادی دارد. در بررسی انجام شده در اراضی لسی چین نیز نتایج مشابهی به دست آمد (Zhangbao et al., ۲۰۱۵).



شکل ۳- نقشه‌های پیوسته پیشبینی ماده آلی در ۵ عمق استاندارد

منابع

Grace J. ۲۰۰۴. Understanding and managing the global carbon cycle. Journal of Ecology, ۹۲: ۱۸۹ -۲۰۲.

Johnston C.A., et al. ۲۰۰۴. Carbon cycling in soil. Frontiers in Ecology and the Environment, ۲: ۵۲۲-۵۲۸.

Kempen B., Brus D. and Stoorvogel J. J. ۲۰۱۱. Three-dimensional mapping of soil organic matter content using soil type-specific depth functions. Geoderma, ۱۶۲: ۱۰۷-۱۲۳.

Lacoste M., Minasny B., McBratney A., Michot D., Viaud V. and Walter C. ۲۰۱۴. High resolution ۳D mapping of soil organic carbon in a heterogeneous agricultural landscape. Geoderma, ۲۱۳: ۲۹۶-۳۱۱.

Liu F., Zhang G., Sun J. and Zhao Y. ۲۰۱۲. Mapping the three-dimensional distribution of soil organic matter across a Subtropical Hilly Landscape. Soil Science Society of America Journal, ۷۷: ۱۲۴۱-۱۲۵۳.

Malone B.P., McBratney A.B., Minasny B. and Laslett G.M. ۲۰۰۹. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, ۱۵۴: ۱۳۸-۱۵۲.

McBratney A. B., Mendonça-Santos M.L. and Minasny B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma, ۱۱۷: ۳-۵۲.

Minasny B., McBratney A.B., Mendonca-Santos M. L., Odeh I.O.A. and Guyon B. ۲۰۰۶. Prediction and digital mapping of soil carbon storage in the Lower Namoi Valley. Australian Journal of Soil Research, ۴۴: ۲۳۳-۲۴۴.

Minasny B., McBratney A.B. ۲۰۰۶. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Computers & Geosciences, ۳۲: ۱۳۷۸ -۱۳۸۸.

Minasny B., McBratney A.B., Malone B.P. and Wheeler I. ۲۰۱۳. Digital mapping of soil carbon. Adv, Agron, ۱۱۸: ۱-۴۷.

Mishra U., Lal R., Slater B., Calhoun F., Liu D. and Van Meirvenne M. ۲۰۰۹. Predicting soil organic carbon stock using pro le depth distribution functions and ordinary kriging. Soil Science Society of America Journal, ۷۳: ۶۱۴-۶۲۱.

Ponce-Hernandez R., Marriott F.H.C. and Beckett P.H.T. ۱۹۸۶. An improved method for reconstructing a soil profile from analysis of a small number of samples. Journal of Soil Science, ۳۷: ۴۵۵-۴۶۷.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to soil taxonomy. Washington, USDA-NRCS.

Taghizadeh Mehrjerdi R., Amirin Chakan A. and Sarmadian F. ۲۰۱۴. ۳D digital mapping of soil cation exchange capacity in Dorud, Lorestan province. Journal of Water and Soil, ۲۸: ۹۹۸-۱۰۱۰.

Zhongbao X., Yunbin Q. and Xinxiao Y. ۲۰۱۵. Spatial variability in soil organic carbon and its influencing factors in a hilly watershed of the loess Plateau. China, Catena.

Abstract

Information on three dimensional distribution of soil organic matter (SOM) is very important in natural resources monitoring. In present study that was conducted at Khuzestan province, based on Latin hypercube sampling, soil samples were collected from genetic horizons to a depth of one meter. By fitting a spline depth function to the measured SOM, the amounts of SOM at five depth intervals were estimated. Artificial neural networks were employed to map lateral distribution of SOM at predefined depths using ancillary data derived from digital elevation model (DEM) and Land sat ۸ images. Results showed soil depth function and digital soil mapping (DSM) had good performance in ۳-dimensional mapping of SOM especially in top soils. $R^{۲}$ values varied from ۰.۷۸ at the upper layer to ۰.۳۷ at the lower layer. Continuous maps of SOM indicated the main factors influencing the distribution of SOM were land uses, slope and parent materials.

تغییرپذیری مکانی برخی ویژگی‌های خاک سطحی (مطالعه موردی؛ سیاهکل استان گیلان)

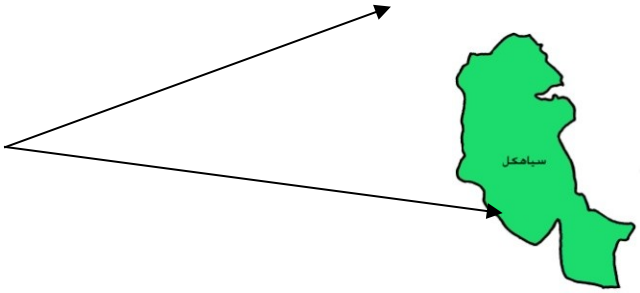
مستانه رحیمی‌مشکله [۱]، ناهید نوبهار دیلمی [۱]، نفیسه یغمائیان مهابادی [۲]، سعید اسدی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۳-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
خاك به عنوان جزئی از طبیعت، هم دارای تغییرپذیری ذاتی است که در نتیجه برهم کنش فاکتورهای تشکیل دهنده آن است و هم دارای تغییرپذیری غیر ذاتی است که حاصل مدیریت کشت و کار، استفاده از اراضی و فرسایش است. این پژوهش با هدف بررسی تغییرپذیری مکانی برخی ویژگی‌های خاک سطحی (درصد رس، سیلت، شن ،کربن آلی، EC ،pH و فسفر قابل جذب) در منطقه سیاهکل استان گیلان صورت گرفت. برای ارزیابی ساختار مکانی ویژگی‌های خاك از تابع تغییرنما استفاده شد. توصیف آماری ویژگی‌های خاک بیانگر این است که از میان متغیرها، pH کمترین ضریب تغییرات (۰۱/۰) و فسفر قابل جذب بیشترین ضریب تغییرات (۵۵/۰) را نشان دادند. تجزیه تغییرنماها نشان داد که تمامی متغیرهای بررسی شده دارای ساختار مکانی می‌باشند؛ بطوریکه دامنه تاثیر تغییرنماها از ۴۰/۶۵ متر برای سیلت تا ۳۰/۱۵۰ متر برای pH در نوسان بود. از بین متغیرهای مورد بررسی، فسفر و EC به ترتیب قوی‌ترین و ضعیف‌ترین وابستگی مکانی نسبت به سایر متغیرها را نشان دادند. نتایج حاکی از آن است که وابستگی مکانی متغیرهای خاک حتی در یک مزرعه با مدیریت یکسان، می‌تواند متفاوت باشد.
واژه‌های کلیدی: تغییرپذیری مکانی،تغییر نما،کریجینگ، منطقه سیاهکل

مقدمه
یکی از ویژگی‌های کلیدی خاك تغییرپذیری زمانی و مکانی آن است. در فرآیند تشکیل خاك عوامل و فرآیندهای مختلفی دخیل هستند که در طول زمان و مکان متغیرند که خواص خاك تحت تأثیر آن‌ها شکل می‌گیرد. به همین دلیل ویژگی‌های خاك در زمان و مکان تغییر می‌کنند. بعلاوه تغییرات آن پیچیده است زیرا از برهمکنش فرآیندهای زیادی که در مقیاس‌های متفاوت مکانی عمل می‌کنند، حاصل می‌آید (Vieira and Paz Gonzalez, ۲۰۰۳). همچنین خصوصیات خاك هم دارای پیوستگی مکانی بوده و هم همبستگی متقابل بین آن‌ها وجود دارد که تحت تأثیر خصوصیات ذاتی (فاکتورهای تشکیل خاك مانند مواد مادری خاک) و خصوصیات غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاك، کود دهی، تناوب زراعی و فرسایش) قرار دارند (Yemefack, ۲۰۰۵). طی دو دهه اخیر جهت تجزیه و تحلیل این گونه داده‌های مکانی از مجموعه آمار مکانی برای توصیف، تخمین و پیش‌بینی فرایندها و متغیرهای مکانی استفاده می‌شود (Vieira and Paz Gonzalez, ۲۰۰۳).

همبستگی و تغییرات مکانی ویژگی‌های خاك توسط پژوهشگران زیادی گزارش شده است. بوسان و کیوگو (Bosun and Qiguo, ۲۰۰۳) تغییرات زمانی و مکانی کیفیت خاك را براساس آنالیز زمین آماری در منطقه تپه‌ی نیمه گرمسیری چین بررسی کردند. آنالیز زمین آماری نشان داد که تمام ویژگی‌های خاك (پتاسیم ، فسفر، مواد آلی و pH) و تغییرات آن‌ها دارای ساختار مکانی بوده‌اند.. همچنین پیشنهاد کردند که پروسه ارزیابی کیفیت خاك با روش‌های زمین آمار به عنوان یک ابزار بالقوه برا ی پایش تغییرات در مقیاس مزارع است. لیو و همکاران(Liu et al., ۲۰۰۴) وابستگی مکانی عناصر غذایی کم مصرف (Fe, Mn, Zn and Cu) در مزارع برنج استان ژیانگ واقع در جنوب غربی چین را با استفاده از زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیای (GIS) بررسی کردند. توزیع مکانی هر چهار عنصر قابل‌دسترس به صورت معنی‌داری با فاکتورهای تشکیل خاك همبستگی داشتند. فعالیت‌های بشر مانند استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، انتشار گازهای فاضلاب‌ها و آلودگی صنعتی اثر معنی‌داری روی توزیع مکانی این عناصر دارد. از آنجایی که آگاهی از نحوه پراکنش تغییرپذیری ویژگی‌های خاک برای دستیابی به تولید بیشتر و مدیریت بهتر و پایدار، امری ضروری می‌نماید. لذا این تحقیق با هدف بررسی میزان تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک سطحی در منطقه سیاهکل استان گیلان انجام گرفت.

مواد و روش
منطقه مورد مطالعه در شرق استان گیلان، بین طول‌های جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه قرارگرفته است. غالب اراضی منطقه مورد مطالعه در واحد فیزیوگرافی دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۴۸mm، میانگین دمای سالانه ۷/۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۴۱/۷۱% می‌باشد. طبق نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران رژیم حرارتی خاک‌های منطقه ترمیک و رژیم رطوبتی یودیک می‌باشد.





شکل ۱ - منطقه مورد مطالعه

برای انجام تحقیق قطعه‌ای به ابعاد ۸۰۰ در ۲۰۰۰ متر در شالیزار تحت مدیریت زارعین محلی انتخاب شد. جهت نمونه‌برداری خاک از قطعه مورد نظر، شبکه‌بندی به صورت منظم به ابعاد ۲۰۰*۲۰۰ متر (۴۰نقطه)، توسط GPS و متر انجام شد. مهم‌ترین آماره‌های توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS Statistics ۲۲ محاسبه گردیدند. به منظور آنالیز همبستگی مکانی، از تغییرنما[۱۰۰] که به بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری و چگونگی تغییرات متغیر می‌پردازد، استفاده شد. بدین ترتیب تغییرنمای ویژگی‌های خاک (درصد شن، رس، سیلت، کربن آلی، EC ،pH و فسفر قابل جذب) توسط نرم‌افزار GS+ محاسبه و ترسیم شد. جهت تخمین پارامترهای تغییرنما از روش کریجینگ استفاده گردید.. پس از برازش مدل‌های تئوری مناسب (نمایی، کروی و گوسی) بر تغییرنماها به منظور کنترل اعتبار تغییرنما، لازم است مقادیر تخمینی با مقادیر مشاهده‌ای مقایسه گردد. معیارهایی که برای مقایسه مقادیر تخمینی با مقادیر مشاهده‌ای مورد استفاده قرار گرفت، شامل میانگین خطای تخمین (ME) و مجذور میانگین مربعات خطای تخمین (RMSE) می‌باشد (Robinson and metternicht, ۲۰۰۶)که در رابطه‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[(Z^*(x_i)-Z(x_i)]_{=\ \mathrm{ME}} \qquad (۱)$$

$$\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[(Z^*(x_i)-Z(x_i)]^2}_{=\ \mathrm{RMSE}} \qquad (۲)$$

در این رابطه‌ها، n تعداد نقاط مشاهده‌ای، Z*(xi) مقدار تخمینی در نقطه xi و Z (xi) مقدار مشاهده‌ای در نقطه xi است.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه آماری متغیرهای اندازه گیری شده آورده شده است. وضعیت نرمال بودن داده‌های مورد مطالعه در این پژوهش، به کمک آزمون آماری کولموگروف- اسمیرونوف و همچنین نرم افزار GS+ انجام شد. بررسی توزیع داده‌ها با تست مذکور نشان داد همگی آن‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. بررسی شاخص‌های آماری چولگی و کشیدگی، که معیاری از توزیع فراوانی داده است، این نتایج را تایید می‌کند. همچنین نزدیک بودن مقادیر میانگین ویژگی‌های خاک با مقادیر میانه دلیل دیگری بر این مدعاست (Godwin,et al.۲۰۰۳).

جدول ۱ پارامترهای آماری ویژگی های خاک

متغیر	واحد متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات (%)	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
شن	(%)	۵۵/۵۲	۰۰/۳۰	۰۰/۸۵	۱۸/۰	۷۵/۹	-۰۲/۰	۳۴/۲
رس	(%)	۴۲/۱۵	۰۰/۸	۰۰/۲۳	۲۳/۰	۶۷/۳	-۰۳/۰	-۶۲/۰
سیلت	(%)	۰۲/۳۲	۰۰/۷	۰۰/۵۱	۲۴/۰	۸۹/۷	۱۱/۰	۸۸/۱
کربن آلی	(%)	۱۴/۲	۱۴/۱	۰۹/۳	۲۳/۰	۵۰/۰	۰۴/۰	-۰۸۳/۰
PH	-	۷۰/۷	۵۱/۷	۹۶/۷	۰۱/۰	۰۹/۰	-۱۹/۰	-۱۶/۰
EC	$dS\ m^{-1}$	۱۸/۱	۵۵/۰	۱۴/۲	۲۴/۰	۲۹/۰	۷۴/۰	۴۰/۱
فسفر قابل جذب	$mg\ kg^{-1}$	۵۰/۱۰	۰۰/۱	۰۰/۲۰	۵۵/۰	۸۳/۵	۰۰/۰	-۲۱/۱

نتایج تغییر نماهای رویه‌ای روند ناهمسانگردی خاصی در متغیرها نشان نداد. به منظور تخمین به‌وسیله کریجینگ و با استفاده از نرم افزار GS+ ، برازش مدل انجام شد. برای این منظور با توجه به همسانگرد بودن تمام متغیرهای مورد بررسی، واریوگرام‌های تجربی همه جهته آن‌ها با در نظر داشتن R^2 بالاتر و مجموع مربعات باقی مانده (RSS) کمتر انتخاب گردید و مدل مناسب بر آن‌ها برازش داده شد Zheng (et al,۲۰۰۸).

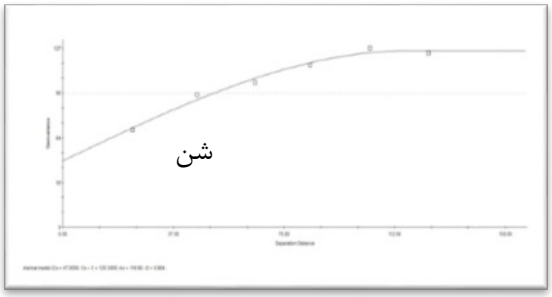
[۱۰۰] - variogram

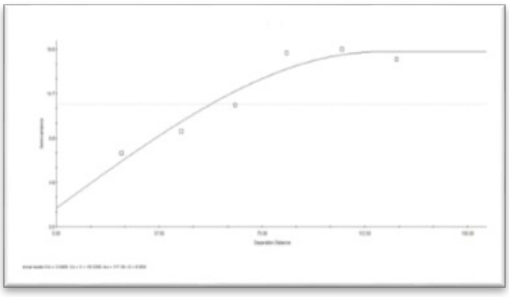
پارامترهای تغییرنماهای مربوط به برخی ویژگی‌های خاک در جدول ۲ آورده شده است. در این مطالعه از میان متغیرهای مورد مطالعه، به جز pH و درصد سیلت، که از مدل نمایی تبعیت می‌کنند، بقیه متغیرها از مدل کروی تبعیت نموده‌اند (شکل ۲). بیشترین دامنه تاثیر مربوط به pH، برابر با ۳/۱۵۰ متر و کمترین دامنه تاثیر مربوط به سیلت، برابر با ۴/۶۵ متر به دست آمد. بدیهی است دامنه تاثیر بزرگتر دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در متغیر مورد نظر دارد، بنابراین به تعداد نقاط کمتری جهت تعیین نقاط نمونه برداری نشده نیاز دارد (حسنی پاک،۱۳۷۷).

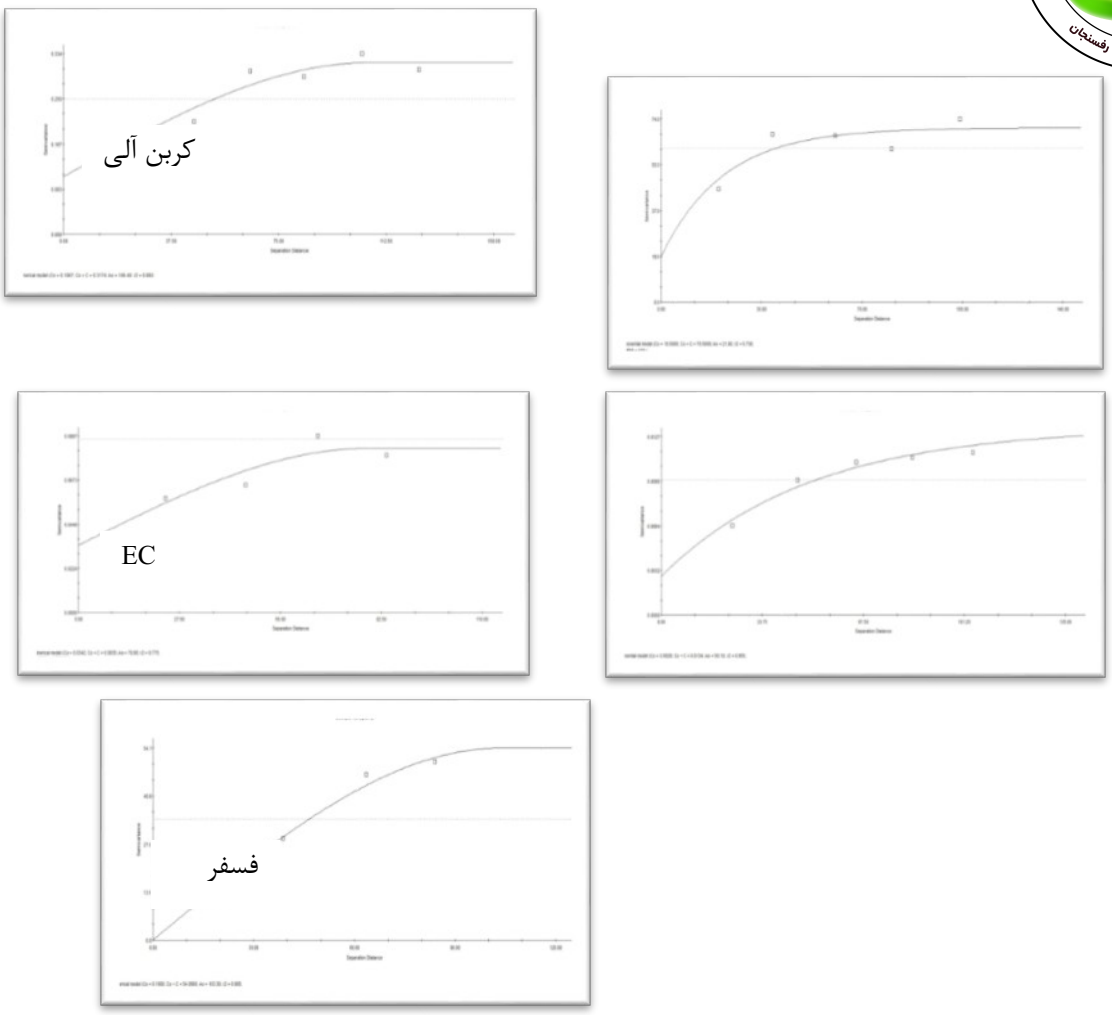
جدول ۲ - پارامترهای تغییر نما و معیارهای کنترل اعتبار کریجینگ برای متغیرهای خاک

متغیر	مدل	اثر قطعه ای	سقف	دامنه تاثیر	نسبت همبستگی(%)	کلاس همبستگی	میانگین خطا(ME)	میانگین مجذور خطا (MSE)
شن	کروی	۰۰/۴۷	۳۰/۱۲۵	۹۰/۱۱۶	۵/۳۷	متوسط	-۳۲/۰	۱۷۸/۰
رس	کروی	۰۴/۲	۳۳/۱۹	۳۰/۱۱۷	۵۵/۱۰	قوی	۱۳/۰	۸۳۱/۰
سیلت	نمایی	۵۰/۱۸	۵۰/۷۰	۴۰/۶۵	۲/۲۶	متوسط	۰۶۵/۰	۳۹۸/۰
کربن آلی	کروی	۱۰۶/۰	۳۱/۰	۴۰/۱۰۶	۴۳/۳۳	متوسط	۰۱۰۹/۰	۰۷۳/۰
PH	نمایی	۰۰۲/۰	۰۱۳/۰	۳۰/۱۵۰	۳۸/۱۵	قوی	۰۰۲/۰	۰۲۱/۰
EC	کروی	۰۳۴/۰	۰۸۳/۰	۸۰/۷۸	۹۶/۴۰	متوسط	-۰۰۰۱/۰	۰۰۲/۰
فسفر قابل جذب	کروی	۱۰/۰	۰۹/۵۴	۳۰/۱۰۳	۱۸/۰	قوی	-۰۱/۰	۰۲۰/۰

شدت و درجه وابستگی مکانی یک متغیر ناحیه‌ای را می‌توان از تقسیم اثر قطعه‌ای به واریانس کل (حدآستانه) به دست آورد که گاها به صورت درصد بیان می‌گردد. اگر نسبت مذکور کمتر از ۲۵ درصد باشد متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و در صورتی که نسبت بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد کلاس وابستگی مکانی متغیر مورد نظر متوسط می‌باشد اگر نسبت بیشتر از ۷۵ درصد باشد کلاس وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود(Yang et al,۲۰۰۹). براین اساس، کلاس وابستگی برای شن رس، سیلت ،کربن آلی ، EC ، pH و فسفر به ترتیب متوسط، قوی، متوسط ، متوسط ، قوی ، متوسط و قوی بود. با توجه به غلبه بخش ساختار دار تغییرنماها بر بخش تصادفی آن می توان نتیجه گرفت که الگوی نمونه‌برداری و فاصله نمونه‌برداری به درستی انتخاب شده و همچنین دقت در نمونه‌برداری و انجام آزمایشات را نیز نشان می‌دهد. مقادیر میانگین خطای تخمین (ME) نزدیک صفر بوده و بیانگر ناریب بودن تخمین ها در روش کریجینگ است (جدول ۲). پایین بودن مقادیر میانگین مجذور خطا می‌تواند دقت بالای تخمین را نشان دهد. بنابراین می‌توان اظهار داشت پارامترهای تغییر نماها متناسب بوده و باعث کاهش خطای تخمین شده است. قابل ذکر است که نتایج این پژوهش در منطقه مورد مطالعه قابل استفاده است و قابل تعمیم به سایر مناطق نیست و نیاز است برای هر منطقه پراکنش مکانی متغیرهای خاك مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین متغیر های مورد بررسی دارای ساختار مکانی بوده ولی دامنه تاثیر آنها متفاوت می‌باشد و این امر بیشتر تحت تاثیر عوامل غیرذاتی و مدیریتی می‌باشد.







شکل ۲_ تغییر نماهای تجربی برازش داده شده برخی متغیرهای خاک

منابع

حسنی پاک، ع.ا. ۱۳۷۷. زمین آمار (ژئو استاتیستیک). انتشارات دانشگاه تهران ۳۱۴ صفحه.

Bosun, S. Z. and Z. Qiguo. ۲۰۰۳. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical, China. Geoderma ۱۱۵:۸۵-۹۹.

Godwin, R.J., Miller, P.C.H. ۲۰۰۳. A review of the technologies for mapping within-field variability. Biosyst. Eng. ۸۴, ۳۹۳-۴۰۷.

Liu, X. M., J. M. Xu, M. k. Zhang, and X. F. Yu. ۲۰۰۴. Application of Geostatistics and Gis Technique to characterize spatial variabilities of bioavailable micromutrients in paddy soils. J. Environmental geology. ۴۶: ۱۸۹-۱۹۴.

Robinson, T.P., G. metternicht, ۲۰۰۶. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties, computer and electronic in agriculter ۵۰ : ۹۷-۱۰۸.

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.

Yang, B., Wang, J., Brauning, A., Dong, Z. and Esper, J. ۲۰۰۹. Late Holocene climatic and environmental changes in arid central Asia. Quaternary International ۱۹۴ : ۶۸-۷۸.

Yemefack, M., D. G. Rossiter and R. Njomgang. ۲۰۰۵. Multi-scale characterization of soil variability within an agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon.Geoderma ۱۲۵ : ۱۱۷-۱۴۳.

Zheng, Y. M., T. B. Chen and J. Z. He. ۲۰۰۸. Multivariate Geostatistical analysis of heavy metals in top soils from Beijing, China. J. Soil Sediments. ۸ (۱): ۵۱-۵۸.

Abstract

Soil variability is inherent and non inherent as a result of forming factors, cultivation, land use and erosion. In this study aimed to investigate the spatial variability of some surface soil properties (clay, silt, sand, organic carbon, pH, EC and available P) in Siahkal region of Gilan province. Variogram function was used to evaluate the spatial variability of soil properties. The result showed that the highest CV was related to available P (۰.۵۵) and the lowest one was related to pH (۰.۰۱). Variography showed a good spatial structure for all variables. Ranges for variograms were from ۶۵.۴۰ m for silt to ۱۵۰.۳۰ m for pH. Available P and EC showed the strongest and weakest spatial dependence among all variables. The results demonstrated that, the spatial distribution and spatial dependence level of soil properties can be different even within similarly managed farms.

همبستگی میزان ماده آلی، شن و پایداری خاکدانه با میزان رس قابل انتشار در آب در برخی خاک‌های استان خوزستان

الهام بردبار [۱]، سیروس جعفری [۲]، بیژن خلیلی مقدم [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان، ۲-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان،
۳-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه رامین خوزستان

چکیده
به منظور بررسی تاثیر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بر پایداری خاکدانه‌ها و میزان رس قابل انتشار در آب مطالعه‌ای در استان خوزستان انجام شد. برای این منظور نمونه‌های دست نخورده خاک سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری) از اراضی کشت شده به آزمایشگاه منتقل و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مختلف از جمله پایداری خاکدانه و میزان رس قابل انتشار در آب اندازه‌گیری گردید. برای بررسی پایداری خاکدانه‌ها، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها تعیین گردید. همچنین اثرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک بر میزان پایداری خاکدانه‌ها و انتشار رس‌ها تعیین و نتایج حاصله تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد با افزایش MWD، پایداری خاکدانه افزایش و در نتیجه میزان انتشار رس کاهش یافت. ماده آلی بیشترین تاثیر را بر میزان رس قابل انتشار در آب داشت و با افزایش ماده آلی میزان انتشار رس در آب کاهش یافت، همچنین با افزایش شن در خاک، میزان رس قابل انتشار افزایش یافت.

واژه های کلیدی: خاک، خوزستان، رس

مقدمه
رس طبق تعریف انجمن مواد و آزمون آمریکا به کانی‌های طبیعی گرد آمده شامل فیلوسیلیکات آلومینیوم آبدار گفته می شود که با افزودن رطوبت کافی، ویژگی‌های پلاستیک پیدا می‌کند و با خشک شدن سخت می‌شوند. ذرات رس معمولا با اندازه‌ای کوچکتر از ۰.۰۰۲ میلیمتر تعریف می‌شوند. لیکن گاهی مواقع ممکن است ذراتی با اندازه‌ی ۰.۰۰۲ تا ۰.۰۰۵ میلیمتر نیز رس تعریف شوند. قسمتی از رس که در آب پخش می‌شود، رس قابل انتشار در آب [۱۰۱](WDC) نامیده می‌شود. میزان رس قابل انتشار از پارامترهایی است که به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک و فرسایش پذیری در نظر گرفته می‌شود. با افزایش پایداری خاکدانه‌ها، خاکدانه‌ها در مقابل تنش وارده مقاومت کرده و این امر میزان رس قابل انتشار را کاهش می‌دهد. پایداری خاکدانه به قدرت تعامل بین ذرات اولیه خاک (رس، سیلت و شن) در خاکدانه مرتبط است. پایداری خاکدانه را می‌توان به صورت میانگین وزنی قطر [۱۰۲](MWD) اجزاء ذرات خاک پس از خیس کردن خاک بیان کرد. هرچه MWD بالاتر باشد پایداری خاکدانه بیشتر است (Le Bissonnais, ۱۹۹۶). عوامل مختلفی بر انتشار رس در خاک تاثیر می‌گذارند، از جمله این عوامل می‌توان به قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته خاک (pH) (رنگزمی و همکاران، ۱۹۸۳)، مقدار کربن آلی خاک، گچ، آهک، نوع کانی‌های رس (فرنکل و همکاران، ۱۹۷۸)، SAR، پایداری خاکدانه ها، میزان رس کل (کورتین و همکاران، ۱۹۹۴) اشاره کرد. دو دسته از عوامل بر پایداری خاکدانه‌ها تاثیر می‌گذارند که عبارتند از: ویژگی های ذاتی خاک و فاکتورهای خارجی. در گروه اول می توان به تاثیر ویژگی های محلول خاک (مانند غلظت یون‌ها، رسانایی الکتریکی، نوع کاتیون غالب، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی و pH)، نوع کانی های رسی، میزان کربنات و سولفات کلسیم، میزان ماده آلی و اکسید های آهن و آلومینیوم اشاره کرد (خزائی و همکاران، ۱۳۸۷). خاکدانه‌ها ذرات ثانویه‌ای هستند که در اثر هماوری ذرات اولیه رس، سیلت و شن به همراه مواد آلی و عوامل سیمانی و اتصال دهنده تشکیل می‌شوند (برونیک و لال، ۲۰۰۵). رس به عنوان یکی از عوامل هم‌آوری خاکدانه‌ها محسوب می‌شود. راسیا و کای (۱۹۹۴) گزارش کردند که رس عامل مهمی در پیوند دادن ذرات اولیه خاك به همدیگر و تشکیل خاکدانه‌ها می‌باشد. طبق مطالعات محمودآبادی و همکاران (۱۳۹۰) توزیع اندازه ذرات اولیه بر توزیع ثانویه ذرات تأثیر معنی داری دارد. آن‌ها نشان دادند برای تشکیل خاکدانه‌های درشت و پایدار در آب، تأثیر سیلت بیشتر از رس بوده و شن اثر منفی داشته است. میدلتون (۱۹۳۰) نشان داد که سیلت به همراه رس قابل انتشار در آب به سیلت و رس کل که نسبت پراکندگی نامیده می شود، احتمالا با ارزش ترین معیار در اختلاف بین فرسایش و عدم فرسایش خاک بود.

قربانی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه خاکهای زراعی و غیرزراعی خوزستان نشان دادند که از میان ویژگی‌های موثر بر پایداری ساختمان خاک، بیشترین نقش مربوط به ماده آلی است. به دلیل بارندگی کم، زهکشی ضعیف و شوری زیاد خاک، اراضی بایر فاقد پوشش گیاهی و در نتیجه ماده آلی کم بود. کمبود ماده آلی و شوری زیاد مهمترین علل کاهش پایداری خاکدانه‌ها بودند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). فاکتورهای میزان شن و سدیم قابل جذب پس از ماده آلی، بر پایداری خاکدانه ها موثر هستند. به هدف بررسی اثر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بر میزان رس قابل انتشار در آب در اراضی خوزستان این مطالعه صورت گرفت.

---
[۱۰۱]- Water-Dispersible Clay
[۱۰۲]- Mean Weight Diameter

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نمونه‌های دست نخورده خاک سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری) از اراضی کشت شده و نشده مناطق مختلفی از استان خوزستان جمع‌آوری شد. نمونه‌ها هوا خشک شده و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی آنها بر اساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پایداری خاکدانه از روش الک تر استفاده و نتایج بدست آمده به صورت میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD) با استفاده از فرمول زیر بیان گردید (مارکوئز و همکاران، ۲۰۰۴):

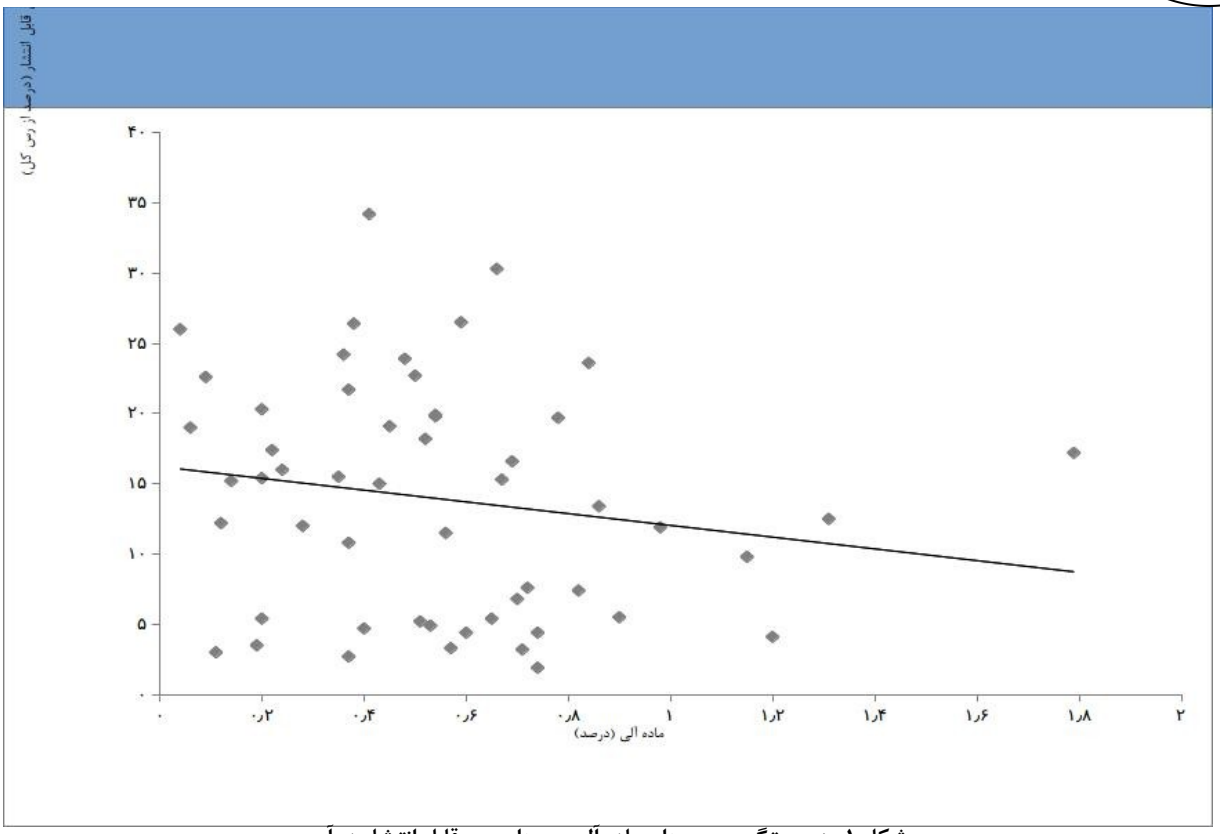
$$MWD = X_I W_I \quad (۱)$$

در این معادله، MWD میانگین وزنی قطر ذرات بر حسب میلی‌متر، X_I میانگین قطر خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک بر حسب میلی‌متر و W_I وزن خشک خاکدانه‌ها در هر الک به وزن کل خاک می‌باشد. برای اندازه‌گیری رس قابل انتشار در آب در انرژی‌های مختلف از روش فولر و همکاران (۱۹۹۵) استفاده شد. برای این منظور، میزان یک گرم خاکدانه هوا خشک با قطر ۲ میلی‌متری با استفاده از آب مقطر اشباع شد. سوسپانسیون حاوی خاکدانه و ۲۵ میلی لیتر آب مقطر به دستگاه اولتراسونیک منتقل شد. خاکدانه‌ها با استفاده از انرژی فراصوت تخریب شده و میزان رس قابل پخش در آب به روش پیپت اندازه‌گیری و بصورت نسبتی از رس کل بیان شد. همچنین اثرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و میزان رس‌ها بر میزان پایداری خاکدانه‌ها و انتشار رس‌ها تعیین و نتایج حاصله تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

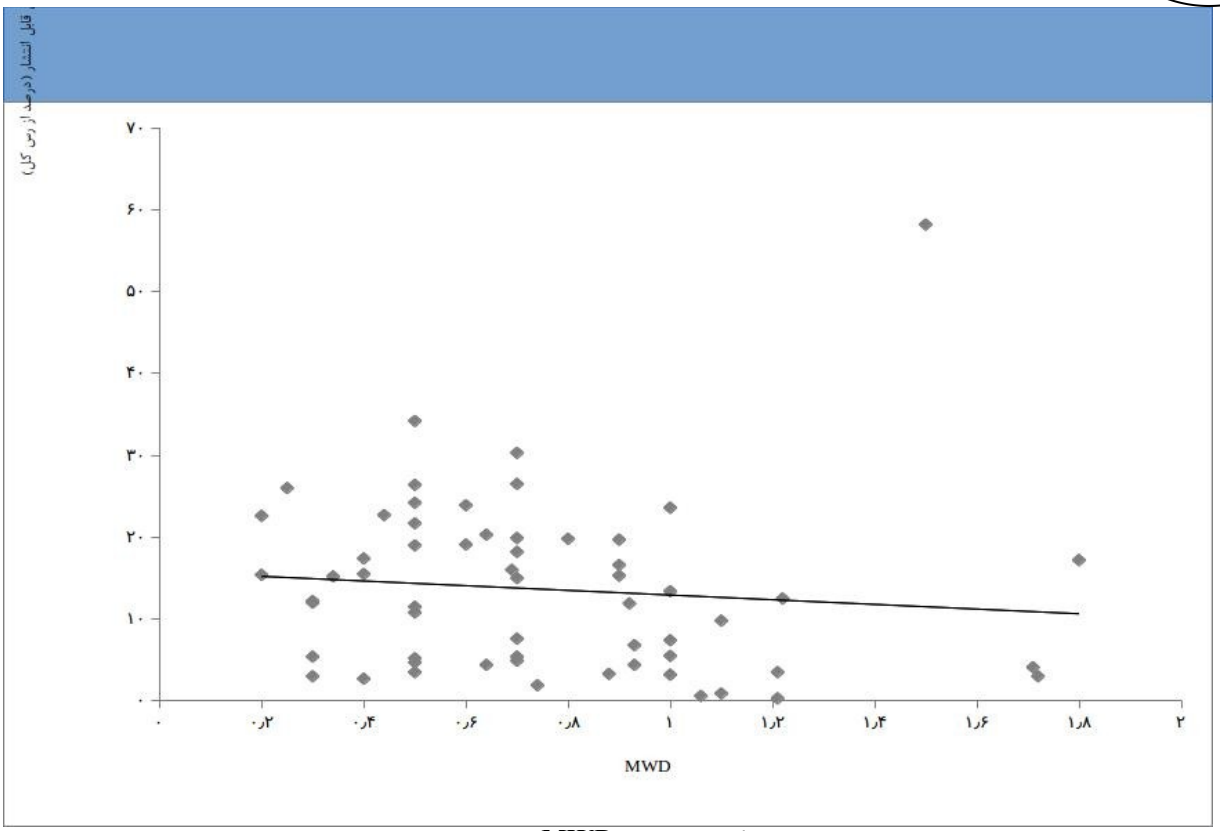
مقایسه داده‌ها (شکل ۱) نشان می‌دهد که میزان ماده‌ی آلی با میزان انتشار رس در آب همبستگی منفی و معنی‌دار داشته و با افزایش ماده‌ی آلی پایداری خاکدانه افزایش یافته و انتشار رس در آب کاهش می‌یابد. همچنین مقایسه تاثیر ماده آلی بر میزان انتشار رس نسبت به سایر فاکتوهای فیزیکوشیمیایی نشان داد ماده آلی بیشترین تاثیر را بر کاهش میزان انتشار رس دارد. همبستگی کم بین میزان ماده آلی و میزان رس قابل انتشار را میتوان به اثرات عوامل دیگر موثر بر میزان انتشار رس از جمله پدیده شوری و سدیمی نسبت داد. ماده‌ی آلی پیش‌نیاز لازم برای تشکیل ساختمان خاک، هماوری رس‌ها، تشکیل خاکدانه‌های کوچک و تشکیل خاکدانه‌های بزرگ از خاکدانه‌های کوچک و پایداری آن‌ها است (Kahack et al., ۱۹۹۵). مواد آلی با اتصال کانی‌ها به یکدیگر و کاهش سطح ویژه آن‌ها مانع تورم آن‌ها شده و مقدار رس قابل انتشار کاهش می‌یابد (چرچمن[۱۰۳] و اودز، ۱۹۹۳). قربانی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که مواد آلی باعث افزایش پایداری ساختمان خاک می‌شود. امزوکو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که مقدار کربن آلی بیش‌تر، موجب بهبود خاکدانه‌سازی و افزایش پایداری خاکدانه در خاکهای مورد مطالعه شد. پایداری خاکدانه رابطه‌ی معنی دار و افزایشی با ماده آلی خاك دارد ($R^2 = ۰/۵۵, P<۰.۰۰۱$) (حسنزاده، ۱۳۹۱).

[۱۰۳]- Cherchman



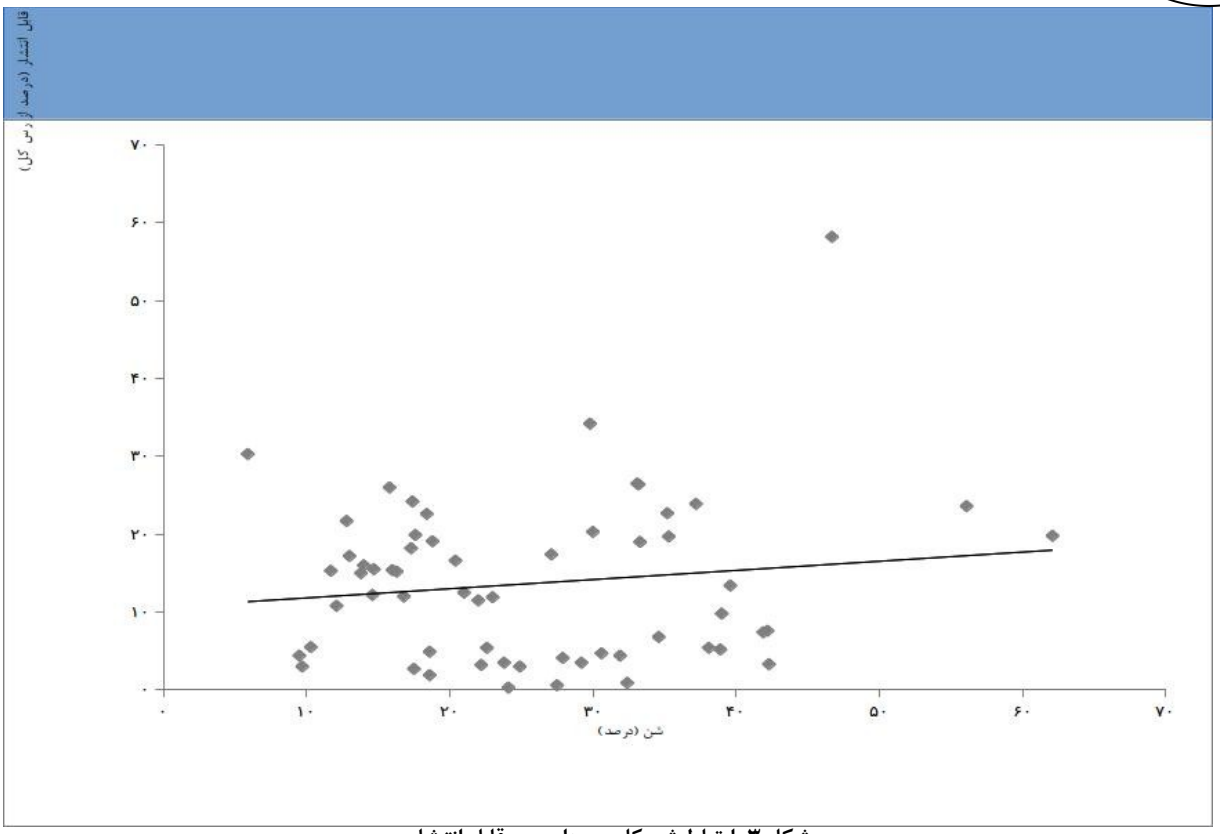
شکل ۱: همبستگی بین میزان ماده آلی و میزان رس قابل انتشار در آب

میزان رس قابل انتشار از ویژگی‌هایی است که به عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک و فرسایش پذیری در نظر گرفته می‌شود. این فرآیند می‌تواند نشان‌دهنده مقاومت و پایداری خاک در برابر نیروهای مکانیکی وارده مثل برخورد قطرات باران و یا انتشار در اثر عوامل مشابه باشد. مقایسه داده‌ها نشان داد بین افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و رس قابل انتشار در آب همبستگی منفی وجود داشته و با افزایش MWD، مقاومت خاکدانه در برابر نیروهای وارده بیشتر شده و میزان انتشار رس کاهش یافته است (شکل ۲). ایگوه و یودگبونام (۲۰۰۸) و تاجیک (۱۳۸۳) بیان کردند که معیار WDC از شاخص‌های غیر مستقیم ارزیابی پایداری ساختمان خاک بوده و با معیار MWD همبستگی منفی و معنی‌دار دارد. احتمالا علت افزایش MWD در خاک مناطق خشک (خوزستان) به علت کمبود ماده آلی، بیشتر مربوط به وجود مقادیر زیاد کربنات کلسیم می‌باشد. اودز (۱۹۸۴) پیشنهاد کرد که حضور مقادیر کافی یون کلسیم می‌تواند بین کلوئیدهای آلی دارای بار منفی و رس‌ها پیوند ایجاد کند که این امر برای تشکیل خاکدانه‌های پایدار و جلوگیری از پراکنش رس‌ها توسط آنیون‌های آلی ضروری می‌باشد.



شکل ۲: همبستگی بین نسبت MWD و میزان رس قابل انتشار

نتایج نشان داد همبستگی ضعیفی بین میزان شن و قابلیت انتشار رس در آب وجود دارد و با افزایش شن در خاک، میزان رس قابل انتشار افزایش یافته است (شکل ۳). محمودآبادی و بیگی (۱۳۹۰) در بررسی ارتباط ویژگی خاک‌ها با درصد خاکدانه‌های درشت و پایدار نشان داد که توزیع اندازه ذرات اولیه شن و سیلت بر توزیع ثانویه ذرات در دو حالت خشک و تر تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین میزان شن ارتباط منفی و معنی داری با درصد خاکدانه های بزرگ تر از ۲۵/۰ میلی متر در هر دو حالت خشک و تر نشان داد. درصد خاکدانه‌ها در یک وزن مشخص خاک، به طور قابل ملاحظه‌ای به‌وسیله بافت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. خاک‌های با بافت درشت به اندازه خاک‌های با ریز بافت، برای خاکدانه‌سازی سیلت و رس ندارند (ینی، ۱۹۹۴). بنابراین با افزایش شن در خاک، خاکدانه‌سازی کاهش یافته و به سبب کاهش خاکدانه‌ها، پایداری خاک کاهش یافته و رس قابل انتشار افزایش یافته است. از طرفی ذرات درشت شن می‌تواند در اثر پدیده سایش انتشار رس‌ها را افزایش دهند.



شکل ۳: ارتباط شن کل و میزان رس قابل انتشار

منابع

خزائی، ع.، م. مصدقی، ع. محبوبی. ۱۳۸۷. ارزیابی پایداری ساختمان در ۲۱ سری خاک های استان همدان به روش الک تر و رابطه آن با برخی ویژگی های ذاتی خاک. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد هشتم. شماره اول (الف).

قربانی، ز.، س. جعفری، ب. خلیلی مقدم. ۱۳۹۲. اثرات خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های با کاربری‌های مختلف بر پایداری خاکدانه‌ها در بعضی از اراضی استان خوزستان. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد سوم. شماره دوم.

محمودآبادی، م.، ب. احمد بیگی. ۱۳۹۰. تأثیر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاك بر پایداری خاکدانه در چند نوع سیستم کشت. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد اول. شماره دوم.

Bronick, C.J. and Lal, R. ۲۰۰۵. Manuring and rotation effects on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils in northeastern Ohio. USA, Soil Till. Res. ۸۱: ۲۳۹-۲۵۲.

Brubaker, S. C., Holzhey, C. S. and Brasher, B. R. (۱۹۹۲). Estimating the water-dispersible clay content of soils. Soil Science Society of America Journal. ۵۶. ۴: ۱۲۲۶-۱۲۳۲.

Fuller, L. G. and Goh, T. B. (۱۹۹۵). Cultivation effects on dispersible clay of soil aggregates. Canadian Journal of Soil Science ۷۵: ۱۰۱-۱۰۷.

Le Bissonnais, Y. (۱۹۹۶). Aggregate stability and assessment of soil crusting and erodibility: ۱. Theory and methodology. European Journal Of Soil Science. ۴۷, ۴۲۵- ۴۳۷.

Marquez, C. O., Garcia, V. J., Cambardella, C. A., Schultz, R. C. and Isenhart, T. M. (۲۰۰۴). Aggregate-size stability distribution and soil stability. Soil Science Society of America Journal. ۶۸:۷۲۵-۷۳۵ ۵.

Rasiah, V., and Kay, B.D. ۱۹۹۴. Characterizing changes in aggregate stability subsequent to introduction of forages. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۸: ۹۳۵-۹۴۲.

Van Olphen, H. (۱۹۷۷). An Introduction to Clay Colloid Chemistry, ۲nd ed. Interscience Publications, New York.

Abstract

This study was conducted to investigate the influence of physicochemical properties on aggregate stability and water-dispersible clay content in Khuzestan province. For this purpose, undisturbed soil samples (depth of ۰-۲۰

cm) was sampled of cultivated land and physicochemical properties such as aggregate stability and Water-Dispersible Clay (WDC) was measured. The results showed that organic matter content have maximum effect on water-dispersible clay. This results show that aggregate stability have acceptable correlation with WDC. It show correlation between mean weight diameter of aggregate and WDC. Also, with increasing in sand content, water-dispersible clay increased.

مقایسه کارایی RMSE و NRMSE برای محاسبه مقدار مؤثر خطای مدل‌هایی با مجموعه داده‌های آموزش متفاوت

هادی حدادیان سنو [۱]، علیرضا کریمی [۲]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۳]، غلامحسین حق‌نیا [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، ۴- استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
هدف از این پژوهش، مقایسه کارایی RMSE و NRMSE برای محاسبه مقدار خطای مؤثر یک مدل زمین‌آماری با دامنه متفاوت مجموعه داده‌های آموزش بود. در این مطالعه، ۱۵۱ نمونه برای آموزش ۱۴۱ مدل با تعداد متفاوت داده‌های آموزش مورد استفاده قرار گرفت. با کاهش تعداد نمونه آموزشی، شاخص RMSE تغییر قابل توجهی نداشت. با توجه به این که با کاهش تعداد نمونه آموزش مدل، دامنه تغییرات مقدار رس موجود در مجموعه داده‌های آموزش کاهش یافت، از شاخص NRMSE به منظور حذف این عامل استفاده شد. شاخص NRMSE نشان داد که با کاهش تعداد نمونه آموزش مدل، پایداری و دقت مدل به صورت لگاریتمی کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: اعتبارسنجی، تغییرات مکانی، مدل‌سازی، خطای مؤثر

مقدمه
در علم آمار، جذر میانگین مربع اعداد، به‌عنوان "مقدار مؤثر"[۱۰۴] شناخته می‌شود. جذر میانگین مربع خطا (RMSE)[۱۰۵]، شاخصی است که مقدار مؤثر خطا را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، این شاخص بیانگر تفاوت میان مقدار پیش‌بینی‌شده توسط مدل و مقدار واقعی یک متغیر است. این تفاوت‌های مجزا را "مانده‌ها"[۱۰۶] می‌نامند و برای جمع‌آوری آن‌ها در قالب یک عدد، کاربرد دارند. از این ابزار برای تعیین مدلی که می‌تواند نزدیک‌ترین برآورد از واقعیت را داشته باشد استفاده می‌شود و هر مدلی که مقدار RMSE کمتری داشته باشد به‌عنوان مدل نزدیک به واقعیت انتخاب می‌شود. با این وجود، RMSE برای مقایسه چند مجموعه داده، مناسب نیست (Hyndman and Koehler, ۲۰۰۶). از معایب دیگر RMSE می‌توان به حساسیت بسیار بالای آن به داده‌های پرت و دخالت داشتن دامنه داده‌ها در آن اشاره کرد. در واقع، مدل‌هایی که برای آموزش آن‌ها از یک مجموعه داده با دامنه کمتر استفاده شود، دامنه مقدار خطای آن‌ها نیز کم خواهد بود و به همین سبب، مقدار RMSE کمتری خواهند داشت (CAO et al., ۲۰۱۲; Melesse et al., ۲۰۰۶; Melesse and Nangia, ۲۰۰۵). در نتیجه، به نظر می‌رسد که برای مقایسه دو مدل با دامنه متفاوت داده‌های آموزش، استفاده از جذر میانگین مربع خطای نرمال‌شده (NRMSE)[۱۰۷]، با توجه به حذف اثر دامنه داده‌ها، تغییرات مقدار مؤثر خطای مدل را بهتر نشان می‌دهد. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه نتایج استفاده از شاخص‌های RMSE و NRMSE برای یک مدل زمین‌آماری دارای مجموعه داده‌های آموزشی با تعداد متفاوت نمونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها
دشت قره‌میدان واقع در ۷۰ کیلومتری شمال غرب بجنورد برای انجام این پژوهش مد نظر قرار گرفت. وسعت این منطقه بیش از ۳۰۰ هکتار و شیب عمومی آن ۱۵ درصد است. تعداد ۱۵۱ نمونه از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متری خاک که در قالب یک شبکه منظم ۱۵۰×۱۵۰ متری، از کل مساحت دشت مزبور برداشت شده بود مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش از داده‌های درصد رس منطقه مورد مطالعه برای دست‌یابی به اهداف استفاده شد.
به‌منظور بررسی تأثیر تعداد نمونه برای آموزش مدل، تمامی عوامل به‌جز این عامل ثابت نگه داشته شد و برای این کار نمونه‌ها طی ۱۵ گام به‌طور مستقل و با اندازه متفاوت برای آموزش یک مدل زمین‌آماری استفاده شدند؛ به‌طوری‌که در گام اول تمامی نمونه‌ها برای آموزش مدل استفاده شد و در گام‌های بعدی، هر بار داده‌ها به دو مجموعه داده آموزش[۱۰۸] و آزمون[۱۰۹] تقسیم می‌شد و در هر گام به‌صورت تصادفی ۱۰ نمونه از نمونه‌های آموزش کم می‌شد و به نمونه‌های آزمون اضافه می‌شد تا زمانی که ۱۰ نمونه برای آموزش و ۱۴۱ نمونه برای آزمون مدل استفاده شد. با توجه به این‌که خارج شدن نمونه‌ها به‌صورت تصادفی از کل نمونه‌ها انجام می‌گرفت و ممکن بود به‌طور تصادفی خطای مدل کم یا زیاد شود، این ۱۴ گام هر کدام با ۱۰ تکرار انجام شد.

[۱۰۴] Effective value
[۱۰۵] Root Mean Square Error
[۱۰۶] Residuals
[۱۰۷] Normalized RMSE
[۱۰۸] Training data
[۱۰۹] Testing data

پس از آموزش مدل، مقدار مؤثر خطای مدل با استفاده از شاخص‌های RMSE و NRMSE، یک‌بار بر اساس روش جک‌نایف (کنارگذاشتن یک نمونه از مجموعه داده‌های اولیه و تخمین آن) و بار دیگر با استفاده از روش ارزیابی متقاطع (استفاده از مدل نهایی برای نمونه‌هایی که از ابتدا برای آزمون مدل کنار گذاشته شده بودند)، مورد محاسبه قرار گرفت. با توجه به تکرارهای ۱۰ گانه برای هر گام و برای این‌که بتوان تنها یک عدد را به‌عنوان نماینده خطای محاسبه‌شده برای آن گام معرفی نمود، میانگین خطای هر گام با توجه به معادله $((Max + Min)/2)$، به‌عنوان خطای آن گام انتخاب شد.

NRMSE نیز مانند RMSE به‌منظور کمی‌سازی مقدار مؤثر خطای یک مدل به کار می‌رود، با این تفاوت که این کار را نسبت به دامنه اعداد به‌کار رفته در مدل استانداردسازی می‌کند. در پژوهش حاضر نیز به‌منظور حذف اثر تغییر دامنه داده‌های به کار رفته در آموزش مدل، شاخص NRMSE و RMSE از طریق کاربرد رابطه‌های زیر محاسبه شد (Hyndman and Koehler ۲۰۰۶; Shcherbakov and Brebels ۲۰۱۳):

$$NRMSE = RMSE/R_{Train}$$

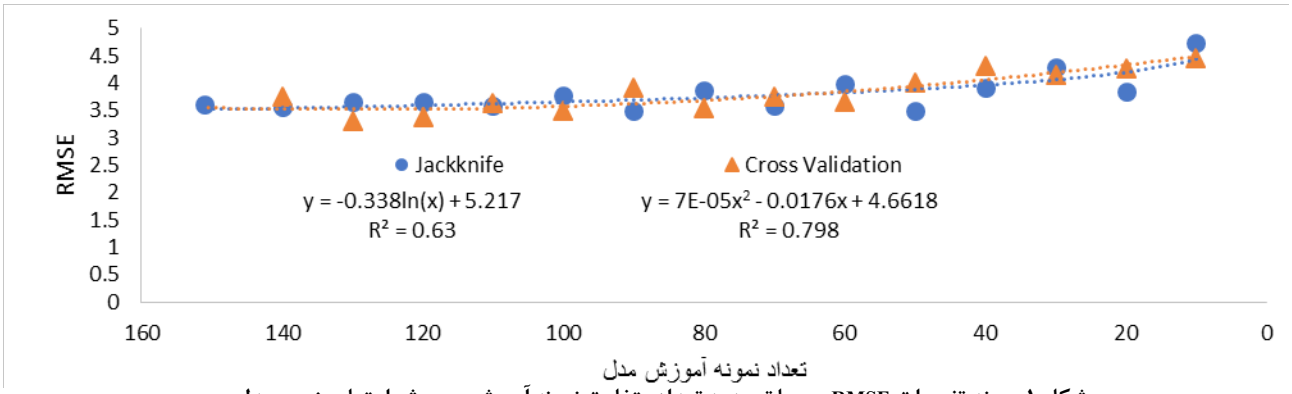
در این معادله، R_{Train}، دامنه اعداد استفاده‌شده در آموزش مدل است و RMSE از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$RMSE = \sqrt{Mean((x_{Obs,i} - x_{Per,i})^2)} \quad (۲)$$

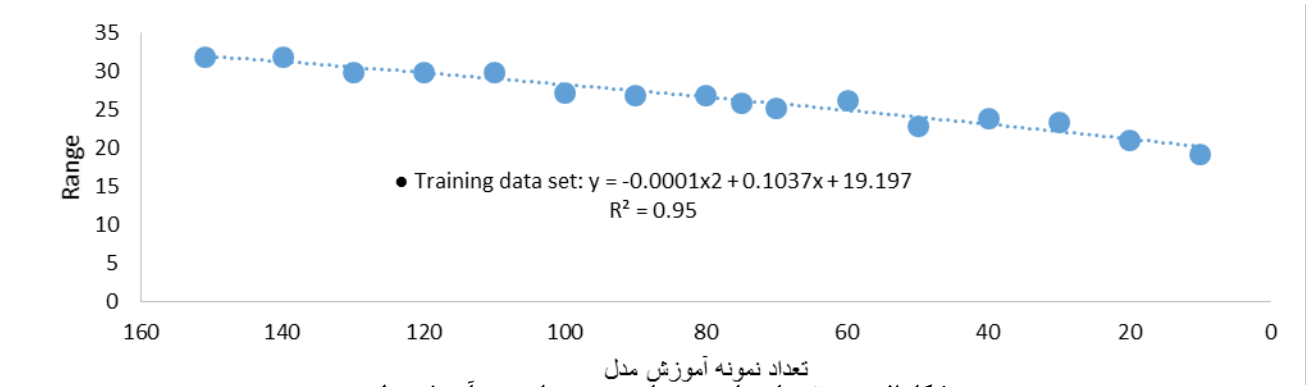
که X_{Obs} مقدار داده واقعی در نقطه i و X_{Per} مقدار داده پیش‌بینی‌شده توسط مدل در نقطه i می‌باشد.

نتایج و بحث

شکل ۱ نشان می‌دهد که با کم شدن تعداد نمونه آموزشی، مقدار RMSE با شیب ملایمی افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که با کاهش تعداد نمونه آموزشی، دامنه تغییرات مقدار رس موجود در مجموعه داده‌های آموزش کاهش می‌یابد (شکل ۲)، به‌منظور حذف تأثیر این عامل، از شاخص NRMSE برای اندازه‌گیری مقدار مؤثر خطای مدل استفاده شد.

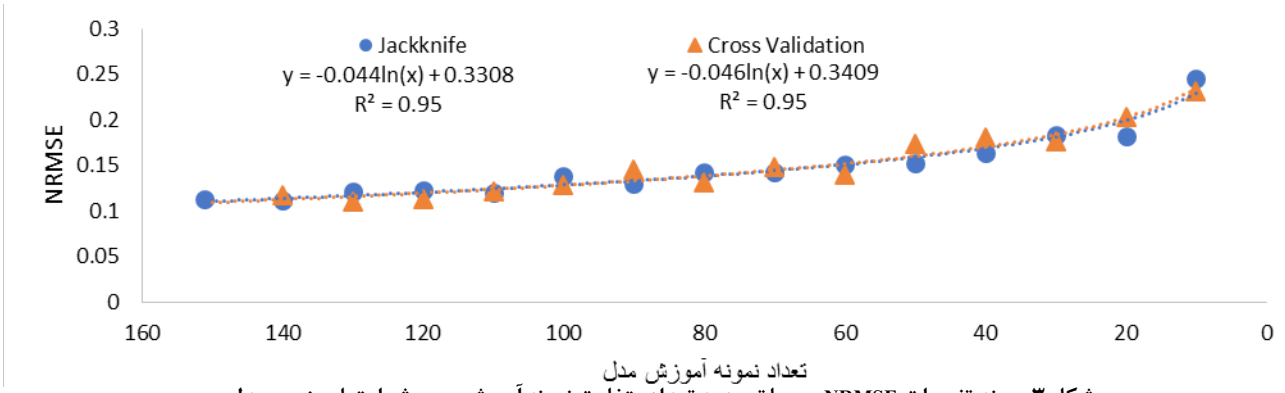


شکل ۱- روند تغییرات RMSE رس با توجه به تعداد متفاوت نمونه آموزشی و روش اعتبارسنجی مدل



شکل ۲- روند تغییرات دامنه رس با توجه به تعداد نمونه آموزش مدل

با توجه به حذف تأثیر دامنه داده‌های به‌کار رفته در آموزش مدل، باکاهش تعداد نمونه‌های آموزش مدل، مقدار مؤثر خطای محاسبه‌شده توسط شاخص NRMSE به صورت لگاریتمی افزایش می‌یابد که نشان از افزایش شدت ناپایداری و عدم اعتبار مدل در تعداد پایین نمونه آموزش مدل است (شکل ۳).



شکل ۳- روند تغییرات NRMSE رس با توجه به تعداد متفاوت نمونه آموزشی و روش اعتبارسنجی مدل

تفاوت نمودارهای RMSE و NRMSE (شکل‌های ۱ و ۳) نشان می‌دهد که استفاده از شاخص NRMSE در کنار شاخص RMSE برای تفسیر روند تغییرات مقدار مؤثر خطای مدل، با تغییر تعداد داده‌های به‌کار رفته در آموزش مدل، می‌تواند کارایی به مراتب بهتری داشته باشد.

همچنین شکل ۳ نشان می‌دهد که مقدار مؤثر خطای محاسبه‌شده توسط شاخص NRMSE در مدل‌هایی با مجموعه داده آموزش متفاوت با دقت بالایی قابل پیش‌بینی است و به دلیل حذف اثر دامنه تغییرات رس در این شاخص، دقت این مدل‌ها با یکدیگر قابل مقایسه می‌شود.

منابع

Shcherbakov M.V., Brebels A., Shcherbakova N.L., Tyukov A.P., Janovsky T.A., Kamaev V.A. ۲۰۱۳. A Survey of Forecast Error Measures. World Applied Sciences Journal, ۲۴: ۱۷۱-۱۷۶.

Hong-xin C., Hanan J.S., Yan L., Yong-xia L., Yan-bin Y., Da-wei Z., Jian-fei L., Jin-ying S., Chun-lin S., Dao-kuo G., Xiu-fang W., An-qing Y., Ping-ping T., Tai-lin B. ۲۰۱۲. Comparison of Crop Model Validation Methods. Journal of Integrative Agriculture, ۱۱: ۱۲۷۴-۱۲۸۵.

Hyndman R.J., and Koehler A.B. ۲۰۰۶. Another Look at Measures of Forecast Accuracy. International Journal of Forecasting ۲۲: ۶۷۹-۶۸۸.

Melesse A.M., Oberg J., Nangia V., Beeri O., Baumgartner D. ۲۰۰۶ Spatiotemporal Dynamics of Evapotranspiration at the Glacial Ridge Prairie Restoration in Northwestern Minnesota. Hydrological Processes ۲۰: ۱۴۵۱-۱۴۶۴.

Melesse A.M., and Nangia V. ۲۰۰۵. Estimation of Spatially Distributed Surface Energy Fluxes Using Remotely-Sensed Data for Agricultural Fields. Hydrological Processes ۱۹: ۲۶۵۳-۲۶۷۰.

Abstract

The objective of this study was to compare efficiency of RMSE and NRMSE for calculating effective error of a geostatistical model with different training data set. In this study, ۱۵۱ soil samples were used to train ۱۴۱ models with different number of training data sets. The results showed there was no significant change in RMSE value by reducing the number of training samples. According to decreasing the range of variation of clay content by reducing the number of training samples, NRMSE index was used to remove the effect of this factor. NRMSE index showed that the stability and accuracy of the model decreases logarithmically by reducing the number of training samples.

ارزیابی تناسب اراضی برای سیب به روش فائو و مدل کراپ وات برای منطقه نایبین ارومیه

ژاله افرا [۱]، حمیدرضا ممتاز [۲]، وحیدرضا وردی نژاد [۳]، نادر قائمیان [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشکده کشاورزی ارومیه، ۲-هیات علمی گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی ارومیه،
۳-هیات علمی گروه آبیاری دانشکده کشاورزی ارومیه، ۴-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات آب وخاک سازمان کشاورزی ارومیه

چکیده
کشاورزی زمانی پایدار میباشد که استفاده از اراضی مبتنی برظرفیت خاک باشد در غیر اینصورت اراضی با فرسایش روزافزون مواجه خواهند شد. این تحقیق با هدف ارزیابی کیفی باغات سیب منطقه نایبین ارومیه صورت گرفته است.ابتدا ارزیابی اقلیمی با توجه به آمار ده ساله منطقه تعیین و سپس ارزیابی شاخص زمین به روش پارامتریک انجام گرفت. مدل کراپ وات برای ارزیابی میزان نیاز آبی باغات سیب منطقه و ارائه مدل آبی مناسب برای استفاده بهینه از آب برای افزایش پتانسیل عملکرد منطقه استفاده گردید. نتایج نشان داد که با توجه به مناسب بودن منطقه از لحاظ درجه حرارت وخاک برای دوره رشد سیب، محدودیت زهکشی کلاس تناسب زمین را به درجه (N_1w)کاهش می‌دهد.نتایج مدل کراپ وات نیز مبین بیش آبیاری در برخی از باغات منطقه بود که این میزان تاثیرمثبتی در افزایش عملکرد پتانسیل تولید نداشته بنابراین توصیه به حذف یک مرحله آبیاری وکاهش عمق آب آبیاری در منطقه گردید.

واژه های کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی ، سیب ، کراپ وات ، منطقه نایبین ارومیه

مقدمه
برنامه ریزی برای استفاده بهینه از اراضی موجب میشود تا ضمن حداکثر بهره وری هر زمینی برای استفاده آیندگان نیز مورد حفاظت قرار گیرد. چنانچه از هر زمین به مقتضای استعداد و توانمندی آن استفاده نشود در معرض نابودی قرار گرفته و به مرور زمان از باروری آن کاسته شود. در چهار چوب این برنامه ریزی اراضی مورد ارزیابی قرار می گیرند و تناسب آنها برای بهره وریهای خاص مشخص میشود(گیوی، ۱۳۷۶) .کشاورزی یک امر مهم است و این مهم با استفاده از ارزیابی های تناسب اراضی حاصل میشود.ارزیابی اراضی در دنیا سابقه طولانی داشته و در سال ۱۹۷۶ توسط سازمان فائو و به صورت چارچوبی بین المللی شکل نوینی به خود گرفت که در ارتباط با ارزیابی دیمزارها از روشهایی که قبل از فائو به آن پرداخته اند میتوان به روشهای طبقه بندی قابلیت اراضی آمریکا USDA و سیستم پارامتریک اشاره کرد(storie.۱۹۳۳). در کشور ما نیز از جمله میتوان به مطالعات دهکردی و محمودی(۱۳۷۵) ، ایوبی(۱۳۷۵) ، گیوی(۱۳۷۶) اشاره کرد. هدف اصلی این تحقیق با توجه به خشک و نیمه خشک بودن منطقه استفاده بهینه از آب و جلوگیری از فرسایش خاک برای رسیدن به کشاورزی پایدار می باشد.

مواد و روش‌ها
محدوده مطالعاتی منطقه نایبین در جنوب دشت ارومیه می باشد که مساحتی بالغ بر ۱۵۰ هکتار اراضی کشاورزی دیم و باغات سیب و انگور بوده ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۲۹۰ متراست ؛ موقعیت جغرافیایی آن ۲۶ ۳۷ عرض شمالی تا ۱۱ ۴۵ طول شرقی است.
بر اساس آمار ده ساله ایستگاه سینوپتیک ارومیه (۱۳۹۱-۱۳۸۱) ، متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۳۶۷ میلی متر و متوسط دمای روزانه ۱/۱۲ درجه سلسیوس می‌باشد.منطقه مورد مطالعه جزء مناطق استپی سرد بوده که دارای زمستانهای سرد و مرطوب و تابستانهای ملایم می باشد.با استناد به نقشه رژیمهای حرارتی و رطوبتی خاکهای ایران (عماری، ۱۳۷۰) منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک میباشد مراحل اجرایی : ۱) جمع آوری و پردازش اطلاعات لازم شامل خصوصیات اقلیمی، دوره رشد ،خصوصیات زمین و خاک منطقه با استفاده از پروفیلهای حفرشده می باشد.خصوصیات اقلیمی شامل ۴ گروه بارندگی ، درجه حرارت ، میزان رطوبت نسبی و ساعات آفتابی است.ارزیابی خصوصیات اقلیمی با استفاده ازآمار ایستگاه هواشناسی ارومیه محاسبه شده و با جدول نیازها مقایسه شده و درجه آن تعیین و سپس با استفاده از معادلات زیر شاخص اقلیمی به درجه اقلیمی تبدیل شد. (CR=درجه تناسب اقلیم، CI= شاخص اقلیم)

(۱) $CR=16.67+0.9\ CI$ $25<CI<92.5$
(۲) $CR=1.6CI$ $CI<25$

خصوصیات زمین وخاک شامل توپوگرافی ، وضعیت زهکشی ، بافت و ساختمان،درصد آهک وگچ و اسیدیته وخصوصیات حاصلخیزی خاک میباشد.

۲)تعیین نیازهای انواع بهره وری های انتخاب شده که با استفاده از جداول پایه تهیه شده برای کشور تعیین گردید(گیوی، ۱۳۷۶).

۳)تعیین کلاسهای کیفی تناسب اراضی: با استفاده از روش پارامتریک تعیین گردید.در این روش پارامتریک (روش ریشه دوم) شاخص خاک محاسبه میگردد.

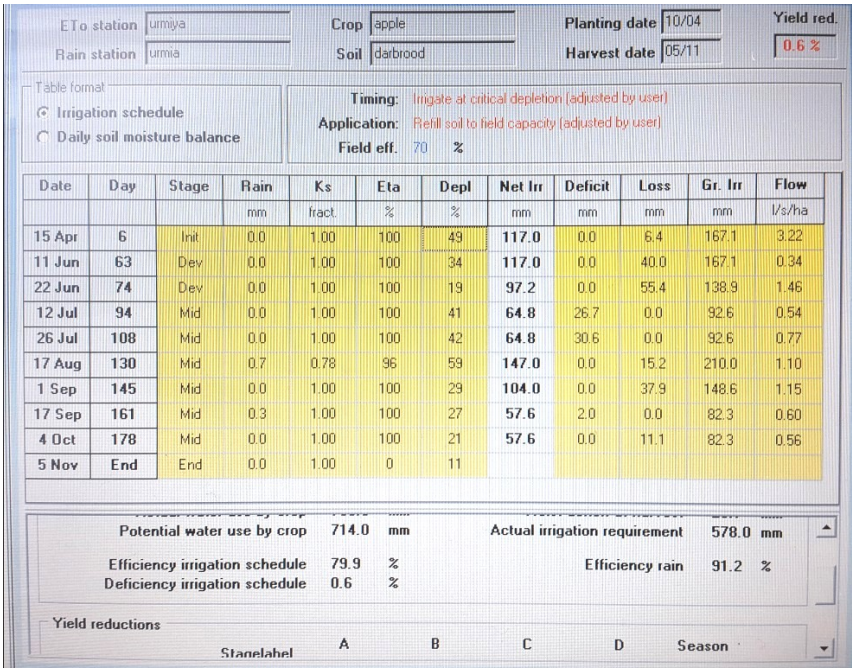
$$SI=R_{min}\times \sqrt[2]{\frac{A}{100}\times\frac{B}{100}\times\frac{C}{100}\times\dots.}$$

SI: شاخص کیفی ،R_{min}:حداقل درجه مربوط به خصوصیات مختلف، A,B,...: درجه سایر خصوصیات

نتایج و بحث

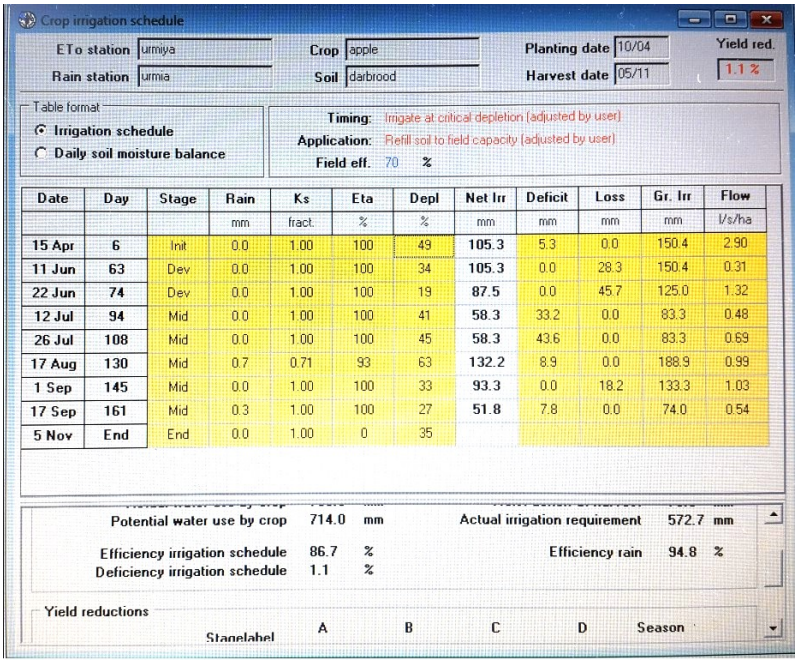
مطالعات خاکشناسی نشان داد که منطقه نایبین جزء سری خاک منطقه درب رود بوده و در طبقه بندی جامع خاک دارای طبقه بندی Fine، mixed، mesic، Vertic Endoaquepts که در سیستم طبقه بندی فائو Calcic Gley sols می باشد . میانگین دمای حداقل شبانه روز در طول یک ماه قبل از برداشت با درجه متوسط کلاس اقلیم را به (S_r) (کاهش داد. کلاس زمین خاک به دلیل محدودیت زهکشی درجه (N_{iw}) تنزل یافت. pH= ۹/۷و میزان آهک (۸۱/۲۱) نیز محدودیتی ایجاد نکرد .نتایج به دست آمده از مدل کراپ وات مبین اصول آبیاری نادرست (بیش آبیاری) در منطقه می باشد.بنابراین برای جلوگیری از هدر رفت آب،کاهش میزان فرسایش خاک و هزینه های جاری با توجه به عدم تاثیر چشمگیر در پتانسیل تولید منطقه(پتانسیل تولید منطقه به طور متوسط ۳ تن در هکتار می باشد) میتوان باکاهش ۱۰ درصدی عمق آب آبیاری و حذف آخرین مرحله آبیاری که طبق عرف منطقه در ماه اکتبر صورت میگیرد تا حدودی مصرف آب را مدیریت نمود (شکل ۱و ۲) .

شکل۱.مدل آبیاری در منطقه برای باغات سیب



Date	Day	Stage	Rain	Ks	Eta	Depl	Net Irr	Deficit	Loss	Gr. Irr	Flow
			mm	fract.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
15 Apr	6	Init	0.0	1.00	100	49	117.0	0.0	6.4	167.1	3.22
11 Jun	63	Dev	0.0	1.00	100	34	117.0	0.0	40.0	167.1	0.34
22 Jun	74	Dev	0.0	1.00	100	19	97.2	0.0	55.4	138.9	1.46
12 Jul	94	Mid	0.0	1.00	100	41	64.8	26.7	0.0	92.6	0.54
26 Jul	108	Mid	0.0	1.00	100	42	64.8	30.6	0.0	92.6	0.77
17 Aug	130	Mid	0.7	0.78	96	59	147.0	0.0	15.2	210.0	1.10
1 Sep	145	Mid	0.0	1.00	100	29	104.0	0.0	37.9	148.6	1.15
17 Sep	161	Mid	0.3	1.00	100	27	57.6	2.0	0.0	82.3	0.60
4 Oct	178	Mid	0.0	1.00	100	21	57.6	0.0	11.1	82.3	0.56
5 Nov	End	End	0.0	1.00	0	11					

شکل۲.مدل آبیاری در منطقه با حذف آبیاری دوره اخر و کاهش ۱۰ درصدی عمق آب آبیاری



جدول ۱ :مراحل زمانبندی رشد درخت سیب در ارومیه

مناطق	تاریخ شروع گلدهی	تاریخ تمام گل	تاریخ برداشت میوه	تاریخ ریزش برگ
ارومیه	اواخر فروردین تا اواسط اردیبهشت	اواسط تا اواخر اردیبهشت	اواخرشهریورتااواسط مهر	اواخر اذر

جدول شماره۲ :تعیین کلاس زمین و خاک سری درب رود برای کشت سیب

مشخصات زمین و خاک	اطلاعات مربوطه	کلاس مربوطه	درجه
متوسط شیب %	شیب اصلی =۲-۰ %	S_1	۱۰۰
	میکرورلیف =۰%	S_1	۱۰۰
زهکشی	محدودیت زهکشی زیاد(F_3)	N_1	۱۰۰
بافت و ساختمان	Si.L با ساختمان مکعبی گوشه دار	S_1	۹۰
عمق (cm)	۱۲۰سانتی متر	S_1	۱۰۰
گچ %	محدودیتی ایجاد نکرد.	S_1	۱۰۰
میزان آهک %	۸۱/۲۱	S_2	۹۵
PH	۹/۷	S_2	۹۰
ESP	محدودیتی ایجاد نکرد.	S_1	۱۰۰
EC	۳/۱	S_1	۵/۹۹
کلاس زمین = N_1			
کلاس کلی زمین =N_{1w}			

جدول شماره ۳ .نیازهای اقلیمی سیب برای منطقه ارومیه

	-۶/۱۱	S۱ (-۲۰ تا -۱۰)	S۲ (-۳۰ تا -۲۰)	S۳ (-۴۰ تا -۳۰)	N <-۴۰
میانگین حداقل دمای مطلق		*			
میانگین حداقل دمای مطلق در زمان گلدهی	۰۱/۳	S۱ <۲	S۲ ۲-۰	S۳ >-۱	N <-۳
		*			
میانگین اختلاف دمای شبانه روز در طول یک ماه قبل از برداشت	۵/۱۵	S۱ ۲۰-۱۵	S۲ ۱۵-۱۰	S۳ ۱۰-۵	N >۵
		*			
میانگین دمای حداقل شبانه روزدر طول یک ماه قبل از برداشت	۰۲/۱۱	S۱ ۱۰-۸	S۲ ۱۳-۱۰	S۳ ۱۶-۱۳	N <۱۶
			*		
ساعت افتابی در طول فصل رشد	۲۱۵۰	S۱ ۲۵۰۰-۲۰۰۰	S۲ ۲۰۰۰-۱۵۰۰	S۳ ۱۵۰۰-۱۰۰۰	N >۱۰۰۰
		*			
میانگین طول دوره رشد	۲۳۰-۲۱۵	S۱ ۲۵۰-۲۰۰روز	S۲ ۲۰۰-۱۵۰	S۳ ۱۵۰-۱۰۰	N >۱۰۰
		*			
GDDمحاسبه شده(درجه روز رشد) ۲۵۰۰-۲۳۰۰		S۱ ۲۴۰۰-۲۰۰۰	S۲ ۲۰۰۰-۱۵۰۰	S۳ ۱۵۰۰-۱۰۰۰	N ۱۰۰۰<
		*			
سرعت باد (در مرحله گرده افشانی) m/s	۹/۱	*			
کلاس اقلیم =$S_۲$					

منابع

۱- مقاله‌ی مندرج در مجله‌های علمی

گیوی ج.۱۳۷۶.ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی،نشریه فنی شماره ۱۰۱۵.موسسه تحقیقات خاک وآب.

۲- پایان‌نامه

ایوبی، ش ۱۳۷۵. بررسي خصوصيات فيزيکي و شيميايي خاک‌های منطقه برآآن شمالي و ارزيابي کمي تناسب اراضي برای محصولات زراعي مهم منطقه .پایان‌نامه کارشناسي ارشد، دانشگاه صنعتي اصفهان . صفحه ۲۲۷

عماری،پ ۱۳۷۰.تجدید نظر بر روی نقشه رژیمهای رطوبتی وحرارتی خاکهای ایران،پایان نامه فوق لیسانس،دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

قاسمی دهکردی،وحیدرضا.۱۳۷۵. مطالعات خاکشناسی وارزیابی تناسب اراضی منطقه برخوان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشکده ی کشاورزی دانشگاه تهران.

FAO. ۱۹۸۳. Guidelines: Land evaluation for rainfedagriculture., Soil Bull, No. ۵۲, FAO ۲۳۷p

Storie, R. E. ۱۹۳۳. An index for rating the agricultural value of soils. Bulletin California Agricultural

Abstract

Agricultureis considered sustainable if land use is based on soil capacity, otherwise agricultural lands will be faced with increasing land erosion. This study aimed to assess qualitativelyUrmia apple orchards, Naiebinregion. Initially, climatology assessment was performed with regard toa ten-year data set and then parametric method applied for evaluation of Land index.Cropwatmodel was used to assess the water requirement of apple orchards in the region and also to provide a suitable water model for efficient use of water in order to increase cropyieldacross the region. The results showed that drainage limitation reduces suitability class (N۱),howeverappropriate condition including temperature and farming soil was established for apples growing season. The results gained bycropwat

model revealed an over-irrigation over some studied orchards which has no positive effect on increasing the efficiency of production potential. Therefore, based on the results gained by cowpat model, elimination of one of the irrigation steps and reduction of irrigation water depth is suggested.

پیش‌بینی تغییرات مکانی شوری با استاده از روش‌های زمین‌آمار و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه سیستان

محمدرضا پهلوان راد [۱]، امیراحمد دهقانی [۲]، علی شهریاری [۳] و اعظم سیاسر جهانتیغ [۴]
۱ - استادیار بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زابل،
۲- دانشیار گروه آبیاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زابل، ۴-کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کارشناس گروه خاکشناسی دانشگاه زابل

چکیده

به منظور مقایسه روش‌های زمین‌آماری و شبکه‌عصبی‌مصنوعی در تخمین مقادیر شوری خاک، این پژوهش در بخشی از اراضی شهرستان زهک منطقه سیستان انجام شد. تعداد ۱۲۱ نمونه خاک با فواصل ۷۵۰ متر از عمق ۳۰- ۰ سانتیمتر برداشت و مقادیر شوری خاک تعیین شد. ۱۰۵ نمونه برای آموزش مدل‌ها و ۱۶ نمونه جهت اعتبار سنجی مدل‌ها استفاده شد. مدل‌های مختلف زمین‌آماری و شبکه عصبی مصنوعی برازش و بهترین مدل‌ها انتخاب شدند. مقایسه دو روش نشان داد که روش شبکه عصبی مصنوعی با ضریب تبیین (R^2) ۵۹/۰ و معیار خطای (RMSE) ۲/۱۰ نسبت به روش زمین‌آمار با ضریب تبیین ۵۳/۰ و معیار خطای ۲/۱۳ دقت بیشتری داشت. تاثیر مدیریت در تغییرات شوری خاک در منطقه مورد مطالعه سبب کاهش دقت برای تخمین این متغیر با هر دو مدل گردید.

واژه‌های کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، زمین‌آمار، هدایت الکتریکی خاک

مقدمه

وجود نقشه‌های خاک با دقت بالا برای طرح‌های کشاورزی، منابع طبیعی و حفاظت محیط‌زیست ضروری هستند. از اواسط قرن بیستم شاخه‌ای از علم آمار به نام زمین‌آمار پا به عرصه علوم نهاد که امکان پردازش داده‌ها و توصیف مکانی آنها را به وجود آورد .در زمین‌آمار وابستگی مکانی پارامترهای اندازه‌گیری شده به وسیله واریوگرام (تغییرنما)رسم می‌شود. یک تغییرنمای ایده‌آل دارای سه پارامتر شامل اثر قطعه‌ای، حد آستانه و دامنه تاثیر می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). انواع مختلفی از تخمین‌گرها در زمین آمار وجود دارند که مهمترین آنها معکوس فاصله، سطوح روند، اسپلین، کریجینگ و کوکریجینگ هستند (محمدی، ۱۳۸۵). سکوتی اسکوئی و همکاران (۲۰۰۷) پراکنش شوری خاک را با استفاده از روش زمین‌آمار مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردند که روش کریجینگ دقت بالائی در برآورد شوری در نقاطی که نمونه‌برداری نشده است دارد. ((Yang et al., ۲۰۰۵ برای تخمین شوری خاک از سه روش کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ - رگرسیون استفاده کردند. کاظمی‌پشت‌مساری و همکاران (۲۰۱۲)در پژوهشی با عنوان ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تخمین و پهنه‌بندی عناصر غذایی در اراضی کشاورزی استان گلستان نشان دادند که روش کریجینگ، بهترین روش میان‌یابی برای تخمین نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

شبکه عصبی مصنوعی[۱۱۰] یکی از روش‌های محاسباتی است که به کمک فرآیند یادگیری[۱۱۱] و با استفاده از پردازشگرهایی بنام نرون تلاش می‌کند با شناخت روابط ذاتی بین داده‌ها، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه دهد(Khana,۱۹۸۹). (۲۰۰۹) Zou et al., با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی‌مصنوعی و سری زمانی، مقدار شوری و رطوبت خاک را پیش‌بینی کرده و دریافتند که مدل پس‌انتشار[۱۱۲] یک روش مناسب در تخمین آب خاک و حرکت نمک است. (۲۰۰۹) Zhao et al., با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی مقادیر شن و رس خاک را بر اساس پارامترهای بدست آمده از نقشه ارتفاعی رقومی[۱۱۳] برآورد کرده و مشاهده کردند که دقت نسبی برای مقدار رس ۸۸ درصد و برای شن ۸۱ درصد بود. (۲۰۰۸) Sitharam et al., در تحقیقی روش‌های زمین‌آمار، شبکه‌عصبی و ماشین‌بردار پشتیبان[۱۱۴] را با هم مقایسه کردند و مشاهده کردند که روش شبکه‌عصبی نسبت به دو روش دیگر برتری دارد. مطالعه حاضر با هدف مقایسه روش‌های زمین آماری و شبکه عصبی مصنوعی در تخمین شوری خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی محدودکننده رشد محصولات مختلف و رس خاک به عنوان تامین کننده عناصر غذایی گیاهان در منطقه سیستان انجام گرفت.

---

[۱۱۰] Artificial Neural Network
[۱۱۱] Learning
[۱۱۲] Back propagation
[۱۱۳] Digital elevation model
[۱۱۴] Support vector machine

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در اراضی شهرستان زهک منطقه سیستان در حد فاصل طول جغرافیایی '۳۳ °۶۱ و '۴۴ °۶۱ شرقی و عرض جغرافیایی '۵۷ °۳۰ و '۱ °۳۱ شمالی قرار دارد (شکل ۱). اراضی مورد مطالعه دشت مسطح بوده و از لحاظ ژئومورفولوژی دشت آبرفتی متاثر از رسوبات انشعابات رودخانه هیرمند هستند. نمونه‌برداری خاک در سال ۸۷ با فواصل ۷۵۰ متر از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتر و به تعداد ۱۲۱ نمونه انجام گرفت و مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک نمونه‌های برداشت شده در آزمایشگاه تعیین گردید. ۱۰۵ نقطه برای آموزش مدل‌ها و ۱۶ نقطه جهت اعتبار سنجی مستقل استفاده گردید. در روش زمین‌آمار داده‌ها وارد برنامه GS+ شده و پس از نرمال سازی، انواع واریوگرام‌های کروی، نمایی، گوسی و مدل های میانیابی معکوس فاصله، پلی نومیال عام، پلی نومیال موضعی و انواع کریجینگ برازش شدند و بهترین واریوگرام انتخاب گردید. برای برازش نکویی روش‌های میانیابی از روش اعتبارسنجی تقاطعی (متقابل) استفاده شد. در این روش یکی از نقاط درونیابی کنار گذاشته می‌شود و با بقیه نقاط درونیابی انجام می‌شود و مقدار خطای برآورد برای نقطه کنار گذاشته شده محاسبه می‌شود. سپس برای سایر نقاط نیز این کار انجام می‌شود. در نهایت دقت هر روش برای هر متغیر بر اساس کمترین میانگین خطا (ME) و میانگین مجذور خطا (MSE) انتخاب شدند. در این تحقیق از نرم افزار GS+ نسخه ۵.۱ جهت برازش نیم تغییر نما و از نرم افزار ARCGIS ۹.۳ جهت مدل سازی و تهیه نقشه استفاده شد. پس از تهیه نقشه شوری خاک (شکل ۳) مقدار تخمینی هر متغیر در محل داده‌های اعتبارسنجی تعیین گردید.

در روش شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین شوری مختصات نقاط (Y و X) به عنوان ورودی مدل استفاده شد(Sitharam et al., ۲۰۰۸) و مقادیر شوری خاك به عنوان خروجی در نظر گرفته شد. بنابراین شبکه دو ورودی و یک خروجی داشت. برای نرمال سازی داده‌ها از رابطه (۱) استفاده شد:

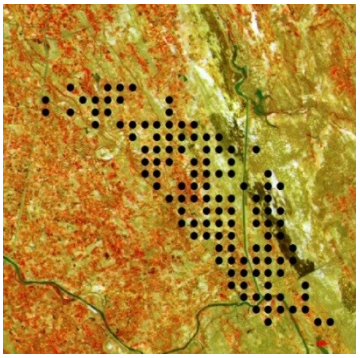
$$Xn = 0.5 + 0.5\frac{Xi - Xmean}{Xmax - Xmin} \quad (۱)$$

که X_n مقدار متغیر نرمال شده، X_iمقدار واقعی متغیر، X_{mean}مقدار میانگین متغیر، X_{max} بیشترین مقدار متغیر و X_{min} کمترین مقدار متغیر می باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MATLAB نسخه R۲۰۰۹aانجام گرفت. انواع روش های مختلف شبکه عصبی شامل روش پرسپترون چند لایه[۱۱۵] و شبکه پایه شعاعی[۱۱۶] همراه با تغییر توابع خروجی، تغییر وزن ها، تغییر تعداد نرون های میانی و تغییر با ضریب آهنگ یادگیری و ضریب مومنتم با سعی و خطا برای هر خصوصیت جهت انتخاب بهترین مدل، مورد بررسی قرار گرفت.

برای ارزیابی نتایج عملکرد مدل‌ها از آماره‌های ضریب تبیین[۱۱۷] (R^2) و میانگین مربعات خطا[۱۱۸] (RMSE) برای ۱۶ نقطه‌ای که در مدل‌سازی به‌کار گرفته نشده بود، استفاده شد. مدلی که دارای ضریب تبیین بالاتر و میانگین مربعات خطای کمتری باشد دارای دقت بیشتری می‌باشد.



[۱۱۵] Multi-Layer Perceptron
[۱۱۶] Radial Basis Function
[۱۱۷] Coefficient of Determination
[۱۱۸] Root Mean of Square Error



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

آمار توصیفی:

نتایج آمار توصیفی خصوصیات مورد بررسی (جدول ۱) نشان داد که میانگین شوری خاک در منطقه مورد مطالعه ۳/۲۲ و بین ۸۳/۰ تا ۷/۹۸ دسی زیمنس بر متر می باشد که نشان دهنده غالب بودن مشکل شوری در خاکهای مورد مطالعه است.

نتایج تجزیه و تحلیل های زمین آماری:

شکل ۲ نیم تغییر نمای هدایت الکتریکی خاک را نشان می‌دهد. خصوصیات پارامترهای نیم‌تغییر نمای این خصوصیت در جدول ۲ ارائه شده است. نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه ۵۰ درصد بدست آمد که نشان دهنده وابستگی مکانی متوسط در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. نیم واریوگرام نمایی شوری خاک در شکل ۲ نشان داده شده است که نشان می‌دهد این خصوصیت دارای اثر قطعه‌ای است. در حالت ایده‌آل اثر قطعه‌ای باید صفر باشد ولی در واقعیت نیم‌تغییرنما مقادیر بالاتر از صفر رانشان دهد. اثر قطعه‌ای به دلیل وجود تغییرات در فواصل نمونه‌برداری و یا به دلیل خطای نمونه‌برداری یا اندازه‌گیری بروز می‌کند (محمدی، ۱۳۸۵). روش میانیابی کریجینگ معمولی مناسب‌تر از روش‌های معکوس فاصله، پلی نومیال عام، پلی نومیال موضعی بود و دارای کمترین خطا و بیشترین صحت بود (نتایج نشان داده نشده‌اند). شکل ۲ توزیع مکانی بدست آمده شوری خاک در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که بیانگر بیشتر بودن شوری خاک در قسمت‌های شمالی منطقه مطالعاتی است.

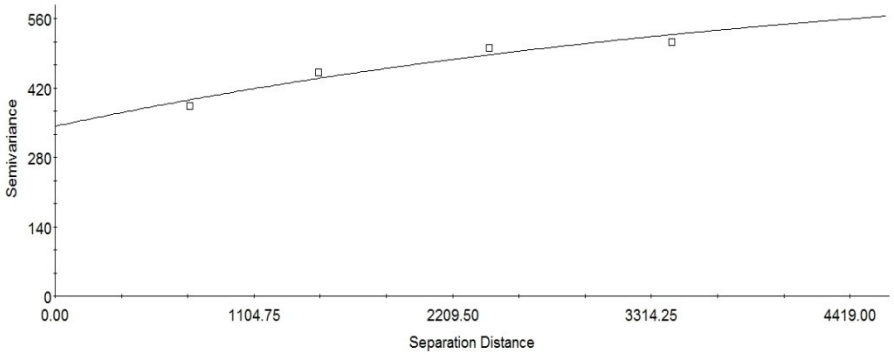
جدول ۱- آماره‌های توصیفی خصوصیات شوری خاک خاک

واحد	میانگین	انحراف معیار	واریانس	حداقل	حداکثر
$ds\ m^{-1}$	۳/۲۲	۲۴	۵۷۷	۸۳/۰	۷/۹۸

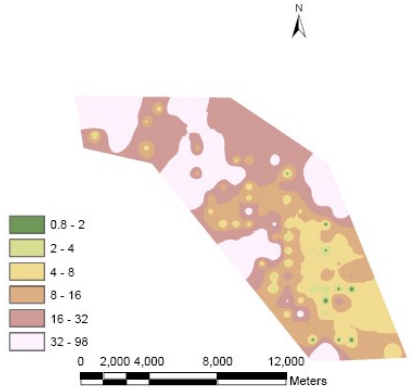
جدول ۲- پارامترهای نیم تغییرنمای خصوصیات اندازه گیری شده درمنطقه مورد مطالعه

مدل	دامنه (متر)	اثر قطعه‌ای	حد آستانه	درصد وابستگی مکانی*	کلاس وابستگی مکانی
نمایی	۴۴۱۹	۳۴۳	۶۸۶	۵۰	متوسط

*نسبت واریانس اثر قطعه‌ای به واریانس حد آستانه(C. / Sill)



شکل۲-تغییرنمای همه جهته هدایت الکتریکی خاک در منطقه مورد مطالعه



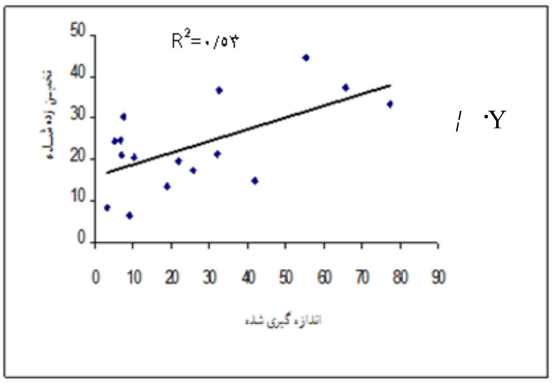
شکل۳: توزیع مقدار شوری خاک (هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک)

نتایج تجزیه و تحلیل شبکه های عصبی مصنوعی:

نتایج سعی و خطا بین انواع مدل های شبکه مصنوعی برای شوری نشان داد که بهترین نوع شبکه، پس انتشار بود (نتایج نشان داده نشده‌اند). بهترین تعداد لایه پنهان یک و مناسبترین تعداد نرون های لایه پنهان ۵۰ عدد بود. Zou et al., (۲۰۰۹) در پیش بینی شوری و رطوبت خاک با شبکه عصبی مشاهده کردند که روش پس انتشار این خصوصیات را با دقت بالاتری تخمین می‌زنند. بهترین تعداد لایه پنهان یک و با تعداد ۴۰ نرون تشخیص داده شد.

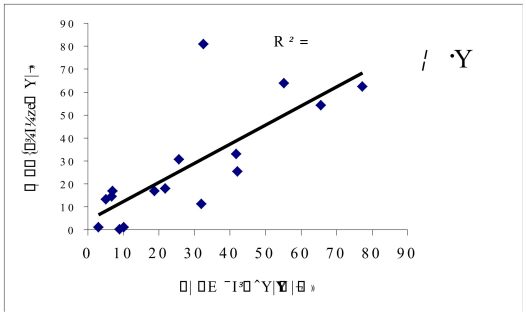
مقایسه زمین‌آمار و شبکه‌عصبی‌مصنوعی:

شکل‌های ۴ و ۵ ضریب تبیین مدل‌های زمین‌آمار و شبکه عصبی مصنوعی برای شوری خاک را نشان می‌دهد. براساس این نتایج، برای شوری ضرایب تبیین با روش زمین آمار ۵۳/۰ و با روش شبکه عصبی مصنوعی ۵۹/۰ بود که نشان می‌دهد شبکه عصبی در شرایط مطالعه با دقت بیشتری این خصوصیت را برآورد کرده است. نتایج نشان داد مقدار خطای برآورد در روش زمین‌آمار بیشتر از شبکه عصبی بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده برتری شبکه عصبی مصنوعی در تخمین این خصوصیت در محل پژوهش می‌باشد که با نتایج Sitharam et al., (۲۰۰۸) همخوانی داشت، آنها نیز برتری روش شبکه عصبی را نسبت به زمین آمار مشاهده کردند. پایین بودن دقت هر دو احتمالا" مربوط به تاثیر مدیریت بر شوری خاک در منطقه مورد پژوهش باشد. با آبشویی و کشت و کار نمک خاک شسته شده و شوری کاهش می‌یابد و با رها کردن زمین و عدم کشت در چند سال سبب افزایش شوری در اثر پدیده مویینه‌ای می‌گردد.



/ ·Y

ZM¼I» Z] f»] A¼ { Zy ° ¯f° ¾d Y | { AM]A | E ¯I³ ^Y Y {Z»¾I] ZeY- ¶°



/ ·Y

^ °^ Z] f»] A¼ { Zy ° f° ¾d Y | { AM]A | E I³ Y Y {Z»¾I] ZeY - ¶°

جدول ۳- نتایج RMSE برای مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و زمین‌آمار

متغیر	زمین‌آمار	شبکه عصبی مصنوعی
هدایت الکتریکی خاک	۳/۱۲	۲/۱۰

منابع

محمدی، ع. ۱۳۸۵. پدومتری (آمار مکانی)، انتشارات پلك. ۴۵۳ صفحه.

Khanna, T. ۱۹۸۹. Foundation of neural networks. Addison-Wesley Publishing Company, U.S.A.

Sitharam,T. G., Samui, and P., Anbazhagan, P. ۲۰۰۸. Spatial variability of rock depth in temperate forests. Ecological Modelling. ۲۰۹: ۲۰۰-۲۱۱.

Yang, L. I., Zho, S. H., Fang, W. U., Hong, Y. L. I., and Feng, L. I. ۲۰۰۵. Improved prediction of sampling density for soil salinity by different geostatistical methods. Agricultural Sciences in China. ۶ (۷): ۶۳۲ - ۸۴۱. ۲۰۰۷.

Zhao, Z., ChowT. L., Rees, H. Yang., W., Zheng, Z., and Meng, F. ۲۰۰۹. Predict soil texture distributions using an artificial neural network model. Computers and Electronics in Agriculture. ۶۹: ۳۶-۴۸.

Zou, P. Yang. J., Fu, J., Liu, G., and Liu. D. ۲۰۰۹.Artificial neural network and time series models for predicting soil salt and water content. Agricultural Water Management. ۶۵:۳۶-۴۸.

Abstract

In order to comparing geostatistics and artificial neural networks (ANN) methods in predicting soil salinity this experiment was conducted in Sistan RegionZahak land. ۱۲۱ soil samples were taken at the depth of ۰-۳۰ cm within

the grid of ۷۵۰ ۷۵۰ m and soil EC were determined. ۱۰۵ samples were used for training and ۱۶ samples were used for test in both models. Different models of geostatistics and ANN were fitted and the best models were selected. Results showed that ANN in predicting soil salinity was better than geostatistics. ANN had a determination coefficient of ۰.۵۹ and RMSE of ۱۵.۸ in compression to geostatistics with ۰.۵۴ for determination coefficient and ۱۹.۲۰ for RMSE had more accuracy. Management effect on soil salinity decreased the prediction accuracy in both models in study area.

بررسی تغییرات غنی‌شدن کربن در اجزاء اندازه‌ای خاکهای مناطق نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب

علیرضا راهب [۱]، احمد حیدری [۲]، شهلا محمودی [۳]
۱-دانشجوی دکتری تخصصی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۲-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران،
۳-استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

چکیده
تعادل میان بخش‌های مختلف منابع کربن از نظر محیط زیست و کیفیت خاک بسیار حائز اهمیت است. در این تحقیق کربن آلی خاك کمپلکس شده با ذرات اولیه و فاکتور غنی شدن آن در ۶ خاکرخ از دو اقلیم متفاوت نیمه‌خشک و نیمه مرطوب مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش عمق مقدار کربن آلی در هر سه جز کاهش یافت و جز رس در تمامی اعماق نسبت به سایر اجزای اندازه‌ای خاک مقدار درصد کربن آلی بیشتری دارد. فاکتور غنی‌شدن کربن آلی خاك دارای روندی مشابه تغییر کربن آلی در سه جز بوده و حداکثر مقادیر آن در بخش رس و حداقل آن نیز در بخش شن مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: خاکرخ، کربن آلی، کیفیت خاک

مقدمه
کربن خاک به عنوان شاخص اصلی کیفیت و سلامت خاک قویا تحت تاثیر مدیریت خاک است. به همین دلیل تعادل میان بخش‌های مختلف منابع کربن از نظر محیط زیست و کیفیت خاک بسیار حائز اهمیت است. از سوی دیگر رشد سریع جمعیت جهان، تخریب خاك‌های کشاورزی و آزادسازی گازهای گلخانه‌ای از چالش‌های اصلی قرن ۲۱ می‌باشند. با در نظر گرفتن این نکته که بخش قابل توجهی از چرخه کربن در خاک قرار دارد، توجه به مطالعات تغییرات کربن خاک مورد توجه بسیاری از شاخه‌های علوم واقع گردیده است (Lal, ۲۰۰۴).

بیشتر مطالعات انجام شده درباره تغییرات کربن آلی در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب جهان بوده است (Aranda and Oyonarte, ۲۰۰۵). مناطق خشک بیش از ۳۰ درصد مساحت خشکی‌های جهان را شامل شده و برآوردها بیانگر آن است که بین ۲۰-۱۰ درصد کربن زیست کره (آلی و غیرآلی) در این مناطق ذخیره شده است (Rasmussen et al., ۲۰۰۶). با وجود این اطلاعات کمی در رابطه با میزان و چگونگی ذخیره کربن در زیست‌بوم‌های خشک و نیمه‌خشک وجود دارد (Bonino, ۲۰۰۶). بنابراین، مشخص است که مطالعه دقیق کربن خاک و عوامل موثر بر اشکال مختلف آن، پیش‌بینی پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیم و پوشش گیاهی را آسان می‌نماید (Jobbagy and Jackson, ۲۰۰۰). با این وجود اکثر مطالعات، بر روی مقادیر کربن آلی در لایه‌های سطحی خاک متمرکز شده است (Wang et al., ۲۰۱۰). اثر کربن آلی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاك همچون رنگ، بافت، ساختمان، نگهداری رطوبت، جلوگیری از انقباض و خشك شدن خاك، بهبود تهویه و تبادل گازها، افزایش خواص بافری خاك، حلالیت عناصر غذایی، افزایش تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت میکروبی بسیار چشمگیر می‌باشد (Magdoff and Weil, ۲۰۰۴).

برگشت مواد آلی به خاك در اثر فرایندهای بیولوژیکی و در فرایندهای تشکیل ساختمان و قابلیت دسترسی تجزیه کنندگان به سوبسترا نه تنها به خصوصیات ذاتی مواد آلی بلکه به نحوه اتصال و همراهی این مواد با اجزا معدنی خاك نیز وابسته است (Christensen, ۲۰۰۱). مواد آلی موجود در جزء شن را اغلب مواد آلی درشت تشکیل می‌دهند که به صورت تازه یا نیمه تجزیه شده می‌باشند. مواد آلی موجود در جزء سیلت بیشتر شامل ترکیبات حلقوی (آروماتیک) بوده و نسبت به تجزیه میکروبی نسبتا مقاوم هستند. کربن موجود در مواد آلی جزء رس بیشتر از نوع آلکیل C-بوده و ترکیبات آروماتیک کمتری دارند و همچنین حاوی هیدراتهای کربن میکروبی می‌باشد. اغلب مواد آلی مرتبط با اجزای سیلت و رس به تغییرات مدیریتی خاك دیرتر واکنش نشان می‌دهند (Lorenz et al., ۲۰۰۸). نتایج اغلب بررسی‌ها نشان می‌دهد که قسمت اعظم کربن خاك در جزء رس ذخیره می‌شود. باقری فام و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعات خود دریافتند که در میان اجزاء بافت خاك، بخش رس همبستگی قوی با میزان ماده آلی خاك دارد. مطالعات نشان داده بیش از ۹۰ درصد کل کربن آلی خاك‌ها به صورت کمپلکس‌های مواد آلی و رس وجود داشته است (Crow et al., ۲۰۰۷).

در زمینه مقدار کربن آلی اجزا فیزیکی خاك در ایران پژوهش‌های کمی انجام گرفته است و این پژوهش‌ها بیشتر محدود به مناطق مرطوب بوده است و اطلاعات بسیار کمی در ارتباط با مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد. بنابراین این مطالعه با منظور بررسی کربن آلی خاك کمپلکس شده با ذرات اولیه و فاکتور غنی شدن آن در دو اقلیم متفاوت نیمه خشک و نیمه مرطوب انجام شد.

مواد و روش‌ها
تحقیق مورد نظر در دو منطقه با اقلیم متفاوت نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب براساس شاخص دومارتن انجام گردید. منطقه نیمه‌خشک واقع در استان قزوین، شهرستان قزوین با بارندگی متوسط سالیانه حدود ۳۵۰ میلی‌متر و منطقه نیمه مرطوب واقع در

استان گیلان، شهرستان رودبار با بارندگی متوسط سالیانه حدود ۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد. پس از تعیین محدوده و بررسی نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و زمین‌شناسی منطقه، تعداد ۶ خاکرخ (۳ خاکرخ در منطقه نیمه خشک و ۳ خاکرخ در منطقه نیمه مرطوب) انتخاب، حفر، تشریح و نمونه‌برداری گردید.

جهت انجام مطالعات فیزیکوشیمیایی، نمونه‌های مورد نظر پس از هواخشک کردن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و آزمایش‌های لازم از جمله بافت به روش هیدرومتر (بایوکاس، ۱۹۳۶) و کربن آلی بر مبنای روش اکسیداسیون تر (واکلی-بلاک، ۱۹۳۴) انجام گردید (Sparks, ۱۹۹۶). جهت تعیین توزیع اندازه ذرات رس و سیلت و جداسازی آنها با توجه به قانون استوکس از روش رسوب و سیفون (Bronick and Lal, ۲۰۰۵) و برای جدا نمودن ذرات بخش شن از روش الک کردن (الک ۲۷۰ مش) استفاده گردید (Gee and Or, ۲۰۰۲). فاکتور غنی شدن کربن آلی خاک برای تمامی نمونه‌های خاک با استفاده از نسبت وزن کربن آلی در جزء موردنظر به وزن کربن آلی در کل توده خاک محاسبه گردید (Christensen, ۱۹۹۲). تشریح خاکرخ‌ها بر اساس روش های استاندارد (USDA-NRCS, ۲۰۰۲) و رده‌بندی خاک‌ها نیز براساس رده‌بندی امریکایی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) صورت گرفت.

نتایج و بحث

بیان توزیع اندازه ذرات در غالب کلاسهای بافتی خاک که گستره وسیعی از ترکیب‌های ممکن گروه‌های سه گانه ذرات (شن، سیلت و رس) را در بر می‌گیرد، اطلاعات ناچیزی درباره چگونگی توزیع آن‌ها ارایه می‌دهد، بنابراین تغییرات اندازه هر جزء بافت جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. مطالعه خاکرخ‌های حفر شده نشان می‌دهد خاک‌های منطقه در دو رده اینسپتی سولز و مالی‌سولز طبقه‌بندی می‌شوند. جدول ۱ برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مقدار کربن آلی در هر دو منطقه مورد مطالعه در افق‌های سطحی بیشتر از افقهای زیرین بوده و با افزایش عمق کاهش می‌یابد و دامنه تغییرات آن در نمونه‌های مورد مطالعه بین حداقل ۲۲/۰ تا ۹۳/۱ درصد متغیر است و حداکثر مقدار آن در افق سطحی (A) خاکرخ ۳ منطقه نیمه خشک و دارای رده مالی سولز است و حداقل آن در افق‌های تحت‌الارضی خاکرخ ۴ منطقه نیمه‌مرطوب دارای رده اینسپتی‌سولز مشاهده می‌گردد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک های مناطق مورد مطالعه

افق	عمق cm	بافت خاک	درصد کربن آلی	درصد کربن آلی			فاکتور غنی شدن کربن آلی		
				شن	سیلت	رس	شن	سیلت	رس
منطقه نیمه خشک- خاکرخ ۱- Calcic Haploxerolls									
A	۲۶-۰	C	۹۳/۰	۳/۰	۱	۱۱/	۳۲/۰	۰۷/۱	۱۹/۱
Bk	۵۷-۲۶	C	۶۱/۰	۱۶/	۶۹/۰	۱۴/	۲۶/۰	۱۳/۱	۸۷/۱
Cr	۱۷۰-۸۷	C.L	۳۳/۰	۲۹/	۴۷/۰	۸۱/	۸۸/۰	۴۲/۱	۴۵/۲
منطقه نیمه خشک- خاکرخ ۲- Typic Calcixerepts									
A	۱۴-۰	S.C.L	۴۹/۱	۳۲/	۹۵/۱	۶۱/	۲۱/۰	۳/۱	۰۹/۳
Bk	۳۵-۱۴	S.C.L	۸۲/۰	۰۷/	۱۵/۰	۱۱/	۰۸/۰	۱۸/۰	۳۵/۱
Cr	۸۰-۳۵	L	۵۱/۰	۰۸/	۸/۰	۱۷/	۱۶/۰	۵۷/۱	۲۹/۲
منطقه نیمه خشک- خاکرخ ۳- Calcic Argixerolls									
A	۱۵-۰	C	۹۳/۱	۱۶/	۳۲/۱	۳۲/	۰۸/۰	۶۸/۰	۶۸/۰
Bt	۴۵-۱۵	C	۸۴/۰	۲۹/	۶۴/۰	۷/۰	۳۴/۰	۷۶/۰	۸۴/۰
Btk	۸۰-۴۵	C	۳۹/۰	۱۱/	۴۸/۰	۶۸/	۲۸/۰	۲۳/۱	۷۴/۱
Bk	۱۱۰-۸۰	C	۳۷/۰	۱۲/	۴۳/۰	۵۲/	۳۲/۰	۱۶/۱	۴/۱
منطقه نیمه مرطوب- خاکرخ ۴- Typic Calcixerepts									
A	۴۵-۰	C	۱۱/۱	۹۸/	۰۷/۱	۱۸/	۸۸/۰	۹۶/۰	۰۶/۱
Bk۱	۱۲۰-۴۵	C	۷۹/۰	۳۵/	۹/۰	۹۸/	۴۴/۰	۱۴/۱	۲۴/۱
Bk۲	۲۰۰-۱۲۰	C	۲۲/۰	۱۲/	۳۸/۰	۵۴/	۵۴/۰	۷۳/۱	۴۵/۲
منطقه نیمه مرطوب- خاکرخ ۵- Calcic Haploxerepts									
A	۲۱-۰	C.L	۱۵/۱	۲۵/	۰۵/۱	۳۳/	۲۲/۰	۹۱/۰	۱۶/۱
Bk۱	۹۰-۲۱	C	۱	۳۴/	۰۲/۱	۰۴/	۳۴/۰	۰۲/۱	۰۴/۲
Bk۲	۱۶۰-۹۰	C	۴۶/۰	۳۳/	۴۶/۰	۱۸/	۷۲/۰	۱	۵۶/۲
منطقه نیمه مرطوب- خاکرخ ۶- Petrocalcic Calcixerepts									

A	۲۱-۰	C.L	۸۹/۰	۳۵/	۰۱/۲	۷۹/	۵۲/۱	۲۶/۲	۱۳/۳
Bk۱	۳۲-۲۱	C.L	۴۲/۰	۳۲/	۸۸/۰	۲۹/	۷۶/۰	۰۹/۲	۰۷/۳
Bk۲	۹۵-۳۲	S.C.L	۳۶/۰	۲۵/	۵۲/۰	۵۸/	۶۹/۰	۴۴/۱	۳۸/۴
Bkm	۱۶۰-۹۵	C	۳۴/۰	۱۴/	۲۴/۰	۷۱/	۴۱/۰	۷/۰	۰۸/۲

نتایج حاصله گویای این مطلب است که با افزایش عمق مقدار کربن آلی در هر سه جز کاهش می‌یابد و همچنین جز رس در تمامی اعماق نسبت به سایر اجزای اندازه‌ای خاک مقدار درصد کربن آلی بیشتری دارد. به عبارت دیگر تجمع مواد آلی بیشتر در اجزای ریز خاک می‌باشد. مشابه نتایج بدست آمده از مطالعه درصد کربن آلی در اجزای اندازه‌ای ذرات خاک در مناطق مورد مطالعه، نتایج قربانی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی کربن آلی در اجزای ذرات اولیه خاک در مراتع نیز نشان داد میزان کربن جزء رس بیشترین مقدار و کربن جزء شن کمترین مقدار می‌باشد. کربن جزء سیلت حدواسط قرار دارد و به طور کلی به ترتیب از اجزای درشت به ریز میزان کربن افزایش یافت. تشکیل کمپلکسهای مواد آلی- رس یکی از مکانیسم‌های اصلی در حفظ مواد آلی خاک است، بنابراین مقدار کربن آلی در اجزاء ریز بیشتر است. افزایش مقدار کربن در اجزای ریز خاک نشان می‌دهد که ماده آلی این جزء خاک از درجه هوموسی بالاتری برخوردار است (باقری فام و همکاران، ۱۳۹۲).

فاکتور غنی‌شدن کربن آلی خاک که عبارتست از نسبت وزن کربن آلی در جزء موردنظر به وزن کربن آلی در کل توده خاک که دارای روندی مشابه تغییر کربن آلی در سه جز بوده و حداکثر مقادیر آن در بخش رس و حداقل آن نیز در بخش شن مشاهده گردید. مقادیر بیشتر فاکتور غنی‌شدن کربن برای بخش رس با نتایج مطالعات کریستنسن،۱۹۹۲ و سیکس و همکاران، ۲۰۰۲ هم‌خوانی دارد. نکته قابل توجه این است که رس در حفظ و نگهداری کربن و جلوگیری از تجزیه میکروبی آن نقش مهمی ایفا می‌کند و این مسأله می‌تواند ناشی از چندین عامل باشد ۱) بخش رس با هوای کمتر تجزیه میکروبی را محدود می‌کند ۲) سطح ویژه بیشتر کانی‌های رسی و بخش رس باعث جذب بیشتر کربن می‌شود ۳) ذرات رس همچنین قادرند تا آنزیم‌های میکروبی را جذب و آنها را غیرفعال نمایند (Balabane and Plante, ۲۰۰۴).

منابع

باقری فام، س.، کریمی، ع.، لکزیان، ا. و ایزانلو، ا. ۱۳۹۲. تأثیر مدیریت اراضی بر تغییرات کربن آلی خاک، توزیع اندازه ذرات و پایداری خاک دانه ها در طول چند توپوسکوئنس، در مناطق نیمه خشک خراسان شمالی. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد ۲۰، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۵۱ تا ۷۳.

قربانی قهفرخی، ن.، رئیسی، ف. و قربانی، ش. ۱۳۹۲. اثر چرای دام بر توزیع کربن آلی، نیتروژن کل و معدنی شدن کربن در اجزای مختلف ذرات اولیه خاک در مراتع شیدا با سابقه کشت. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۳ شماره ۱ ، صفحه های ۲۰۹ تا ۲۲۲.

مختاری کرچگانی، پ.، ایوبی، ش.، مصدقی، م. و ملکیان، م. ۱۳۹۰. اثر شیب و تغییر کاربری اراضی بر ذخایر مواد آلی خاک در اجزاء اندازه ای ذرات و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی تپه ماهوری لردگان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۲۳ تا ۴۱.

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.

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 Tillage Research, ۸۱: ۲۳۹-۲۵۲.

Christensen B.T. ۱۹۹۲. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. Advance Soil Science, ۲۰: ۱-۹۰.

Christensen B.T. ۲۰۰۱. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. European Journal of Soil Science, ۵۲: ۳۴۵-۳۵۳.

Crow S.E., Swantson C., and Lajtha K. ۲۰۰۷. Density fraction of forest soils: Methodological question and interpretation of incubation result and turnover time in an ecosystem context. Biogechemistry, ۸۵: ۶۹-۹۰.

Gee G.W. and Or D. ۲۰۰۲. Particle-size analysis Pp.۲۵۵-۲۹۵. In: Warren AD (ed). Methods of Soil Analysis. Part ۴. Physical Methods. Soil Science Society America Inc., USA.

Jobbagy EG, Jackson RB. ۲۰۰۰. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecol Appl, ۱۰:۴۲۳-۳۶.

Lal R. ۲۰۰۴. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, ۱۲۳: ۱-۲۲.

Lorenz K, Lal R and Shipitalo MJ, ۲۰۰۸. Chemical stabilization of organic carbon pools in particle size fractions in no-till and meadow soils. Biology and Fertility of Soils, ۴۴: ۱۰۴۳-۱۰۵۱.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. ۱۲nd Ed. NRCS. ۳۷۲p.

Sparks D.L. ۱۹۹۶. Method of soil Analysis. Part ۳. Chemical Methods. American Society of Agronomy, ۱۳۹۰ p.

Six J., Conant R.T., and Paul E.A. ۲۰۰۲. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. Plant Soil, ۲۴۱: ۱۵۵-۱۷۶.

USDA-NRCS. ۲۰۰۲. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version ۲.۰, National Soil Survey Center, pp. ۲۲۸.

Wang Y., Li Y., Ye X., Chu Y., and Wang X. ۲۰۱۰. Profile storage of organic/inorganic carbon in soil: From forest to desert. Science of the Total Environment, ۴۰۸: ۱۹۲۵-۱۹۳.

Abstract

It is too important the balance between different parts of carbon sources in the environment and soil quality. In current study, soil organic carbon complex with primary particles and its enrichment factor were studied in ۶ profiles of two different climates of Iran included semi-arid and semi-humid. Results showed that the amount of organic carbon in all three components fell with increasing depth and also clay component has more organic carbon percent in all depths than other components of soil. Enrichment factor of soil organic carbon has a similar trend with the change of organic carbon in the three components and the maximum and minimum amounts of this were observed in clay and sand particles, respectively.

از خاک تا افلاک: گرامیداشت سال جهانی خاک

هوشنگ خسروی
عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده
در آیات مختلف قرآن کریم مراحل مختلف آفرینش انسان بیان شده است. در این آیات سیاره زمین محل و منشاء آفرینش بشر عنوان شده و تأکید شده است که نسل بشر از قشر سطحی پوسته زمین یعنی خاک، خلق شده است. در قرآن کریم، واژگان مختلفی از جمله ارض، تراب، طین، صلصال، فخار و امثال آن برای ماده اولیه آفرینش انسان ذکر شده است. پروردگار متعال در آیه ۵۵ سوره طه آفرینش انسان را به این شکل بیان می‌فرمایند که "شما را از خاک آفریدیم و به خاک بر میگردانیم و بار دیگر از خاک خارج میکنیم". نوع و ترکیب عناصر تشکیل دهنده بدن انسان و پوسته زمین شباهت‌های زیادی دارند. علیرغم تفاوت نظریات ثبات گونه‌ها و تکامل در باره خلقت موجودات زنده با اینحال این نظریات منافاتی با آفرینش انسان از خاک ندارند. در این مقاله آیات مرتبط با موضوع آفرینش انسان از خاک مرور می‌شود. از اهداف گردآوری این مقاله تبیین جایگاه خاک به عنوان موجودی مقدس و اهمیت آن از منظر خالق هستی و تاکید بر رعایت امانت‌داری و ممانعت از هر گونه عمل غیر اخلاقی اعم از آلودگی، فرسایش، شورسازی و ... می‌باشد.

کلمات کلیدی: آدم، آفرینش، قرآن

مقدمه
زمین، مکان آفرینش انسان :
واژه آدم از کلمه عبری a-dam به معنی ساخته شده از خاک و زمین مشتق شده است. خداوند متعال در آیاتی از قرآن، زمین را مکان آفرینش انسان عنوان فرموده‌اند. از جمله آیاتی که به محل آفرینش انسان اشاره دارند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود
آیه ۷۹ سوره مؤمنون: و اوست آن کس که شما را در زمین پدید آورد و عاقبت به سوی او محشور می‌شوید.
بخشی از آیه ۳۲ سوره نجم: و او هنگامی که شما را از زمین پدید آورد و هنگامی که در رحم‌های مادرانتان پنهان بودید به شما داناتر است.
بخشی از آیه ۶۱ سوره هود: او شما را از زمین پدید آورد و شما را در آن استقرار داد.
آیه ۵۵ سوره طه: شما را از این [زمین] آفریدیم، و به آن باز میگردانیم و بار دیگر از آن بیرون میآوریم.
آیه ۲۴ سوره ملك: بگو اوست که شما را در زمین آفرید و در قیامت به نزد او گرد آورده می‌شوید.
در همه آیات فوق خداوند متعال، مکان آفرینش انسان را زمین و کره خاکی معرفی می‌نماید. خالق هستی به منظور تأکید بر زمینی بودن مکان آفرینش انسان و به منظور رفع هر گونه شبهه در آن مورد، این زمین را در آیه ۵۳ از سوره طه (پیش از بیان آیه ۵۵) به زیبائی به زمین اشاره می‌فرماید و آنرا مکان امن آسایش و محل بدست آوردن رزق و روزی بندگان معرفی می‌نماید.
با نگرش عمیق به آیه ۵۵ سوره طه درمی‌یابیم که خداوند این زمین را همان زمینی معرفی می‌نماید که در هنگام مرگ میزبان ما و پس از مرگ نیز رستاخیز ما نیز خواهد بود.
در دیگر آیات قرآن کریم، خروج انسان از زمین را در روز قیامت وعده داده و تاکید نموده که آفرینش انسان بر روی همین زمین و با خاک همین زمین انجام شده است. آیات ۱۷ و ۱۸ سوره نوح در این زمینه می فرماید: و خداست که شما را مانند گیاهی از زمین برویانید باز شما را بدان بازمیگرداند و باز از آن بیرون میآورد. در آیات ذکر شده، خداوند زمینی بودن آفرینش آدم را تاکید می‌فرماید و قطعاً اگر منشاء آفرینش انسان خارج از کره خاکی می‌بود (مثلا بهشت) دلیلی بر ذکر آغاز آفرینش از همین کره خاکی وجود نمی‌داشت. با دقت در این آیات به راحتی نمی‌توان مکان آفرینش انسان را غیر از زمین دانست.
واژه های مختلف مرتبط با خاک و معانی آن در قرآن :
تراب[۱۱۹] (خاک): واژه تراب به معنای خاک و خاک خشک می باشد. در قرآن، واژه تراب ۱۷ با بکار رفته و شش مورد آن در مورد آفرینش انسان از تراب (خاک) است. مثلاً آیه ۵۹ سوره آل عمران إِنَّ مَثَلَ عِيسَى عِنْدَ اللَّهِ كَمَثَلِ آدَمَ خَلَقَهُ مِنْ تُرَابٍ ثُمَّ قَالَ لَهُ كُنْ فَيَكُونُ. آفرینش عیسی نزد خدا مانند آفرینش آدم است که او را از خاك آفرید وسپس به او گفت: موجو شو، پس او نیز هستی یافت.
طین[۱۲۰] (گل): طین به معنی خاک مخلوط با آب یا خاک خیس و در واقع به معنی گل است. در فرهنگ عرب، طین مشتق از فعل طان به معنی گِل‌اندود کردن سقف و دیوار و مهرکردن سند مکتوب با گِل است. البته بعضی محققان واژه طین را یک واژه سریانی می‌دانند ولی تکرار این واژه در اشعار کهن عربی نشانگر رواج آن در زبان عربی پیش از اسلام بوده است. الَّذِي أَحْسَنَ كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَهُ

[۱۱۹] - Turab : Dry earth or soil, common word for all kind of earth.
[۱۲۰] - Teen : Water soaked soil without husk.

وَ بَدَأَ خَلْقَ الإِنْسانِ مِنْ طین. خدایی که هر چیزی را به نیکوترین وجه آفرید و آفرینش انسان را از گل آغاز کرد (سجده،۷). واژه طین شش بار در قرآن استفاده شده است.

طین لازب[۱۲۱] (گل چسبنده): طین لازب به معنای گل چسبنده و یک نوع گل مخصوص است که حالت چسبندگی دارد و شاید با احتیاط بتوان گفت که منظور خاک رس است. در قرآن کریم درباره آفرینش انسان از طین به هشت مرتبه اشاره شده است. إِنّا خَلَقْناهُمْ مِنْ طین لازِب. ما آنها را از گل چسبنده آفریدیم (الصّافّات، ۱۱).

صلصال[۱۲۲] (گل خشک): صلصال به معنی گل خشک است. واژه صلصال از فعل عربی صلصل به معنی طنین افکندن مشتق شده است و منظور از صلصال گِل خشکی است که وقتی به جایی برخورد می‌کند صدا ایجاد می‌کند. در کتاب آسمانی قرآن چهار مورد از صلصال استفاده شده است.

فخّار[۱۲۳] (سفال): فخّار به معنی گل سفال است. واژه فخّار نمی‌تواند از فعل عربی فخر به معنی به خود بالیدن و افتخارکردن باشد و بین مفسران اتفاق‌نظر وجود دارد که این واژه به معنای گل خشکیده مانند سفال است. خَلَقَ الإِنْسانَ مِنْ صَلْصال کَالفَخّارِ. انسان را از گل خشك شده‌ای مانند سفال آفریدیم (الرحمن،۱۴).

حَمَإ[۱۲۴] مَسْنُون: حَمَإ مَسْنُون به معنای گل و لجن تیره بدبوی سیاه رنگ است. وَلَقَدْ خَلَقْنَا الإِنْسانَ مِنْ صَلْصال مِنْ حَمَإ مَسْنُون. ما انسان را از گل خشکیده لجن تیره رنگ بویناک، آفریدیم (حجر،۲۶). این واژه در آیات ۲۸ و ۳۳ همین سوره نیز تکرار شده است.

سُلالَة[۱۲۵] مِنْ طین (چکیده و عصاره گل): وَلَقَدْ خَلَقْنَا الإِنْسانَ مِنْ سُلالَة مِنْ طین. ما انسان را از عصاره گل آفریدیم مؤمنون،۱۲).

سجّیل: واژه سجّیل، معرب اصطلاح فارسی، "سنگ گِل" به معنای سنگ گِلی یا گِل‌سنگ شده است (فیل،۴).

ثری[۱۲۶]: واژه ثری در زبان عربی به معنای زیر خاک و زیر زمین می باشد. در سوره طه آیه ۶ : لَهُ ما فِی السَّماواتِ وَ ما فِی الْأَرْضِ وَ ما بَیْنَهُما وَ ما تَحْتَ الثَّری. آنچه در آسمان هاست و آنچه در زمین و آنچه میان آن دو و آنچه زیر خاک (درون زمین) است از آن اوست.

صعید[۱۲۷]: صعید به معنی لایه سطحی زمین است. صعید در بخشی از آیه ۶ سوره مائده و آیه ۴۳ سوره نساء (فَلَمْ تَجِدُواْ مَاء فَتَیَمَّمُواْ صَعِیدًا طَیِّبًا) که در باب تیمم است به معنای خاک پاک و در برخی منابع به خاک دست نخورده و جا به جا نشده نیز اشاره شده است.

خاک و مراحل آفرینش انسان از دیدگاه قرآن کریم:

مراحل آفرینش انسان در سوره‌های متعدد قرآن از جمله انعام، حج، مؤمنون، مؤمن، روم، سجده، رحمان، مرسلات و طارق آمده است. در هر یک از این سوره‌ها به بخشی از این مراحل پرداخته شده و واژه‌های به کار رفته برای هر مرحله هم در بعضی موارد متفاوت است. مثلا مراحل تراب (خاک)، نطفه (اسپرم)، علقه (لخته چسبنده) و مضغه (تکه گوشت) در آیه ۵ سوره حج آمده است. حال آن که در آیه ۱۲ سوره مؤمنون، طین (گل) به جای تراب (خاک) به کار رفته است. در سوره رحمان آیه ۱۴ فقط به صلصال (گل خشک) اشاره شده و مراحل دیگر ذکر نشده‌اند و نیز در آیه ۲ سوره انعام به طین و در سوره روم آیه ۲۰ به تراب اشاره شده است. در آیه های ۷ تا ۹ سوره سجده آفرینش حضرت آدم از گل آغاز سپس نسل او را از آبی بی مقدار قرار داد و در روح خود در آن دمید. در سوره حجر آیه‌های ۲۶، ۲۸ و ۳۳ انسان از لجنی متعفن و تیره رنگ آفرینش شده است و اشاره شده است که ما به شیطان که او را از آتش آفریده بودیم گفتیم بر انسان سجده کند. قرآن گاهی روی خاك، گاهی روی آب و گاهی روی هر دو یعنی مجموع آب و خاک (گل) تاکید داشته است. به هر حال همه موارد ذکر شده در واقع یک ماهیت داشته که تغییرات کیفی داشته اما تغییرات جوهری و دگرگونی از نوعی به نوع دیگر، نداشته است. در سوره هود آیه ۸۲ و سوره حجر آیه ۷۴ و سوره ذاریات آیه ۳۳ واژه‌های طین و سجیل به جای هم به کار رفته‌اند بنابراین می‌توان گفت که در این موارد معنای یکسانی دارند: فلما جاء امرنا جعلنا عالیها سافلها وامطرنا علیها حجاره من سجیل منضود: «چون فرمان ما فرا رسید آنجا را زیر و رو کردیم و سنگ و گِل متراکمی که نزد پروردگارت نشان‌دار بود بر آنها فروریختیم». لنرسل علیهم حجارة من طین: «تا سنگ‌های گلین بر آنها ببارانیم». مفسران بر این اعتقادند که واژه های تراب، طین و صلصال مکمل یکدیگرند و تناقضی با هم ندارند به این معنی که هر یک، مرحله‌ای از مراحل آفرینش انسان را توصیف می‌کنند طبق این تفسیرها خداوند انسان را از گل آفرید که مخلوطی از آب و خاک بود، سپس گلی متعفن و سیاه شکل یافت و خدا از روح خود در آن دمید و مطابق دستور او که فرمود «ایجاد شو و آنگاه به شکل آدم تجسم یافت. نکته قابل توجه در این آیه اینست که خاک زمانی مقام یافت که روح خدا در آن دمیده شد اینکه ابلیس افتخار می‌کرد من از آتش هستم و آدم از خاک، بعد از آن که جایگاه بنی‌آدم را می‌بینند، آرزو می‌کند ای کاش من هم از خاک بودم و قابلیت داشتم که اشیای دیگر از من خلق می‌شد. در این ارتباط در سوره مؤمنون آیات ۱۲، ۱۳ و ۱۴ مراحل شش گانه تکامل جنین شامل ۱- نطفه ۲- علقه ۳- مضغه ۴- گوشت ۵- استخوان به عنوان خلقت و ۶- در روح دمیدن به واژه انشاء (ایجاد کردن و آفریدن) اشاره شده است.

مواد تشکیل دهنده بدن انسان و زمین (خاک) :

---

[۱۲۱] - Lazib: Viscous, sticky clay.

[۱۲۲] - Salsal: Dried black, stinking mud which clanks

[۱۲۳] - Fakh-khaar: Cooked soil or earth

[۱۲۴] - Hama: Black, stinking mud.

[۱۲۵] - Sula-lah: Extract

[۱۲۶] - Thara: The moist soil from the deeper layer of earth

[۱۲۷] - Saeed: The grime and dirt on the top layer of earth.

همان طور که خاک از مواد آلی و غیر آلی تشکیل یافته است بدن انسان نیز از مواد آلی و معدنی ساخته شده است. بدن انسان از تجمع عناصری ساخته شده که منشاء آنها زمین و خاک است. زمین نیز مجموعه‌ای از عناصر به شکل خالص و یا ترکیب است. اگر چه نسبت عناصر تشکیل دهنده بدن انسان و طبیعت متفاوت است اما شباهت‌های اساسی بین آنها وجود دارد این مسئله موضوع علم زمین شناسی پزشکی است که در آن ارتباط میان عوامل زمین شناختی و بیماری‌های حاصل از آن بررسی می‌شود و هدف از آن شناخت عوامل زمین شناسی و تاثیر آن بر سلامت موجودات است. از مثال‌های قدیمی در مورد رابطه خاک و وابستگی بدن انسان، بروز بیمار گواتر در اثر کمبود ید در مناطق کوهستانی است. اگر جسم انسان به اصل خود برگردانده شود، شباهت زیادی به خاک خواهد داشت.

در جدول یک و پی نوشت آن به درصد عناصر موجود در بدن انسان اشاره شده است.

جدول ۱- درصد عناصر غالب موجود در بدن انسان

نوع عنصر	اکسیژن	کربن	هیدروژن	نیتروژن	کلسیم	فسفر	پتاسیم	گوگرد	منیزیوم
درصد	۶۵	۱۸	۱۰	۳	۵/۱	۱	۳۵/۰	۲۵/۰	۰۵/۰

همچنین عناصر مس، روی، آهن منگنز، مولیبدن،کلر، فلوئور، ید و کبالت حدود ۰۷/۰ درصد و عناصر آلومینیوم، سیلیس، وانادیم، برم، آرسنیک، سرب و استرانسیوم به مقدار ناچیز در بدن انسان وجود دارد.

در جدول دو عناصر غالب موجود در پوسته زمین که حدود ۵/۹۸ درصد وزنی پوسته زمین است نشان داده شده است.

جدول ۲- عناصر غالب موجود در پوسته زمین

نوع عنصر	اکسیژن	سیلیسم	الومینیوم	آهن	کلسیم	سدیم	پتاسیم	منیزیوم
درصد	۶/۴۶	۷/۲۷	۱/۸	۵	۶/۳	۸/۲	۶/۲	۱/۲

بقیه عناصر نیز مجموعا ۵/۱ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهند.

از نظر علم خاکشناسی، خاک ماده پیچیده‌ای است که از مواد مادری و سنگ‌های زمین در طول زمان و در اثر عوامل مختلف بوجود آمده است. میزان عناصر تشکیل دهنده در خاکهای مختلف، متفاوت است و در بعضی منابع وجود انواع خاک‌ها به عنوان تفاوت در سرشت آدم‌های مختلف نیز ذکر شده است. در رابطه با اصطلاح "طین" که منظور مخلوط آب و خاک است بایستی آب را که شامل عناصر هیدروژن و اکسیژن است نیز در این معادله وارد نمود که البته شایسته است به علت عظمت آب و نقش آن در کل حیات در مبحث دیگری به آن پرداخته شود. صرف نظر از نوع و مقدار عناصر در خاک و بدن انسان و با توجه به مطالب یاد شده می‌توان گفت که عناصر تشکیل دهنده بدن انسان از عناصر و مواد خاکی منشاء گرفته که خالق هستی توسط آن حضرت آدم ابولبشر را از آن آفرینش نمود و در ادامه، بشر برای تداوم نسل خود عناصر ضروری برای حیاتش را از طریق تغذیه از گیاهان اعم از میوه‌جات، سبزیجات، حبوبات و غلات و دام‌ها و آبزیان به صورت مستقیم و غیر مستقیم از خاک تأمین می‌نماید. نکته جالب اینکه در روایتی منسوب به امام جعفر صادق (ع) اینستکه ایشان فرموده‌اند: هر چه در زمین هست در بدن انسان نیز وجود دارد و تمام چیزهائی که در خاك هست در بدن آدمي نيز وجود دارد امّا به يك اندازه نيست. و بعضي از آنها در بدن انسان خيلي زياد است و بعضي خيلي كم است.

آفرینش انسان در قرآن و نظریات ثبات و تکامل :

تاکنون درباره چگونگی آفرینش موجودات زنده و از جمله انسان نظریات لامارکیسم، نئولامارکیسم، داروینیسم، نئوداروینیسم و مکتب طرفداران جهش و موتاسیون ارائه شده است. این مکاتب از دو نظریه عمده نشأت گرفته‌اند یکی نظریه ثبوت صفات گونه‌ها و آفرینش مستقل، معروف به نظریه فیکسیسم[۱۲۸] یا لامارک و دیگری نظریه تحوّل انواع و تغییر تدریجی صفات گونه‌ها و پیوستگی نسلی جان‌داران و تکاملی بودن حیات آن‌ها معروف به نظریه ترانسفورمیسم[۱۲۹] یا داروین است. قرآن کریم در آیات بسیاری انسان را موجودی با آفرینش مستقل معرفی نموده و دلالت بر این می‌کند که بشر امروزی از نسل دو نفر زن و مرد بوجود آمداند و آن مرد و زن از پدر و مادری به وجود نیامده‌اند بلکه از خاك پدید آمده‌اند. لازم به ذکر است که اعتقاد به نظریه تکامل، به هیچ وجه به معنای انکار خالق و عدم توجّه به وجود خدا نیست و منافاتی ندارد زیرا تکامل و تحوّل چیزی به چیز دیگر به قدرت خداوند حکیم طرّاحی شده است. داروین خود نیز تصریح می‌کند که در عین قبول تکامل انواع، خداپرست است و اصولا بدون قبول خالق نمی‌توان تکامل را توجیه کرد از طرفی اگرچه داروین و گروهی از طرفداران نظریه او، نژاد انسانی را به نوعی از میمون‌ها که بیش‌ترین شباهت ظاهری را به انسان داشته، منتهی می‌کنند، اما همه طرفداران نظریه تکامل، این امر را نپذیرفته‌اند و اختلاف‌های بسیاری وجود دارد. در ابتدا این تذکر لازم است که منظور دانشمندان از اعتقاد به این که حضرت آدم (ع) مستقیماً و به صورت آنی و دفعی از خاک آفریده شده (فیکسیسم) و یا نقطه مقابل آن که نظریه ترانسفورمیسم است و معتقد می باشد که بر اساس تکامل تدریجی ریزجانداران تک‌یاخته‌ای طی میلیون‌ها سال به سایر موجودات و در نهایت به میمون و انسان نئاندرتال و انسان کنونی ختم می‌شود. بر فرض هم که تکامل داروینی را بپذیریم و برای انسان اجداد حیوانی قائل شویم، هیچ گونه مخالفتی با اینکه انسانهای موجود همه دارای پدر و مادر واحدی به نام آدم و حوا باشند ندارد. آیات قرآن در مورد آفرینش انسان از خاک می‌تواند چنین تفسیر شود که خاک پس از طی

[۱۲۸] - Fixism
[۱۲۹] - Transformism

مراحل تکاملی بعد از میلیون‌ها سال به صورت آفرینش کامل انسان در آمده است. اشاره شد هم شد که از نظر علوم خاک، خود خاک هم ماده پیچیده‌ای است که از مواد مادری و سنگ‌های زمین و در اثر عوامل مختلف بوجود آمده در طول زمان و به تدریج تکامل یافته است. برخی نویسندگان نیز آیات قرآن را با نظریه تکامل تطبیق داده‌اند. همچنین ممکن است بین انسانهای امروزی و از نسل آدم با انسان نماهای گذشته از نظر فیزیولوژی (جسمانی) شباهتهای وجود داشته باشد، اما به هیچ وجه نمیتواند بین عناصر اساسی انسانیت مانند روح انسانی، خلاقیت، وجود ارزشهای اخلاقی، خوب و بد و... را اثبات کند و بین انسانهای امروزی و موجودات حیوانی ارتباط برقرار کند. در هر حال تئوری‌های علمی صرفا می‌تواند شباهت‌هایی را از نظر فیزیولوژی و مادی اثبات کند، اما در موضوع عناصر و ویژگی‌های دیگر انسان از جمله ساختار روحی و معنوی چیزی بیان نمی‌کند. علامه محمد تقی جعفری نیز نظریه تکامل را فاقد ارزش و اعتبار علمی می‌داند و دیدگاه قرآنی خلقت را که آفرینش دفعی و استقلالی می‌داند را ملاک می‌داند، از نظر ایشان، ظاهر اغلب آیات نشان می‌دهد که بشر بدون فاصله زمانی و تحوّلات از گل خشکیده و تیره آفریده شده است، جملات نهج البلاغه هم به استقلال خلقت آدم دلالت واضح دارد. زیرا میان حالت گل خشکیده و دمیدن روح، هیچ جریان و تنوع دیگری را مطرح ننموده، مگر گذشتن مقدار معینی از زمان، نه میلیون‌ها سال با تحوّلات متنوع و فراوان. آیه دیگری که آفرینش مستقل انسان را ثابت میکند آیات ۷ و ۸ سوره سجده است. «وَ بَدَأَ خَلْقَ الْانْسانِ مِنْ طینٍ ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُ مِنْ سُلالَهٍ مِنْ ماءٍ مَهینٍ .» تفصیلی که این آیه بین آفرینش انسان نخستین و نسل‌های بعد قائل شده است به روشنی دلالت بر این دارد که نحوه آفرینش آنان با هم متفاوت است. اگر همه انسان‌ها از «ماءٍ مَهینٍ » خلق شده بودند که حضرت آدم هم جزء آنها محسوب بود این تفصیل، توجیهی نداشت.

بر پایه اساطیر زرتشتی نیز "هرمزد")خدای نیکی(گلی را به شکل نطفه در زمین قرار مي‌دهد و زمین "کیومرث")نخستین انسان(را مي‌زاید و پس از کشته شدن او به دست اهریمن، نطفه‌اش در زمین کاشته مي‌شود و سپس به صورت دو گیاه به هم پیوسته مي‌روید که در نهایت به مرد و زنی بدل مي‌شوند با نام "مشی" و "مشیانه" که پدر و مادر بشر بوده‌اند.

در پایان با چند بیت شعر از سعدی در مورد خاک مطلب ختم می‌شود و تفسیر و توضیح بیشتر مطالب به عهده متخصصان مربوطه واگذار می‌شود.

ز خاک آفریدت خداوند پاک — پس ای بنده افتادگی کن چو خاک

حریص و جهان‌سوز و سرکش مباش — زخاک آفریدندت آتش مباش

چو گردن کشید آتش هولناک — به بیچارگی تن بینداخت خاک

چو آن سرفرازی نمود، این کمی — از آن دیو کردند، از این آدمی

نتیجه گیری

مستندات برگرفته از کتب آسمانی و بویژه قرآن، همچنین ترکیب شیمیایی بدن انسان و زمین دلالت بر آفرینش انسان از خاک کره زمین دارد.

نظریات ثبوت و تکامل علیرغم تفاوت در نحوه آفرینش که دفعی یا تدریجی بودن آفرینش موجودات را بیان می‌کنند، در هر صورت منافاتی با آفرینش انسان از خاک ندارند.

خاک، به عنوان خمیر مایه آفرینش انسان و ضروری بودن آن برای ادامه حیات انسان، موجودیتی مقدس و الهی دارد. لذا حفظ حرمت آن توسط انسان لازم است.

بر این اساس از بین بردن خاک، آلوده کردن، شور کردن، سوزاندن، فرسودن، فرسائیدن و استفاده نابجا از خاک به دور از اخلاق انسانی بوده و خطای بزرگی محسوب می‌شود.

منابع

طالب تاش، ع. سنیسل بچاری، ف. ۱۳۹۰. آفرینش انسان از دیدگاه قرآن و علوم جدید. فصلنامه قرآنی کوثر، شماره ۴۰: ۲۵-۱۰.
رابینسون ن.(مرادی،گ؛ مترجم). گل و خاک در قرآن. ۱۳۸۱. نشریه شماره ۱۲۱ قرآن و حدیث،صفحات ۳۳-۳۲.
محمودی ش و حکیمیان م. ۱۳۷۴. مبانی خاکشناسی. انتشارت دانشگاه تهران، ۷۰۱ صفحه.
صالحی، م. ۱۳۸۸. دیدگاه قرآن و اندیشمندان مسلمان در قبال نظریه تحول انواع. فصل نامه خط اول (رهیافت انقلاب اسلامی)، ۹: ۱۳۰-۱۱۳.

Harper, H. A., V. W. Rodwell, P. A. Mayes. ۱۹۷۷. Review of Physiological Chemistry, ۱۶th ed., Lange Medical Publications, Los Altos, California.
http://tohid.ir/fa/persian
http://www.zitova.com
http://www.erfan.ir/
http://www.quransynonyms.com/
http://kaheel۷.com/
http://www.hadith.net/
http://www.maktabevahy.org/
http://www.ekshefkarbi۱۳۳.ir/
http://www.hawzah.net/
http://www.pasokhgoo.ir/
http://www.wikifeqh.ir/

Abstract

Different stages of human creation are mentioned in various verses of Holy Quran. In these verses, the planet earth is introduced as the place and origin of human creation and has been emphasized that man is created from the upper layer of the earth's crust. In Holy Quran, different terms such as Arz, Torab, Teen, Salsal, Fakh-khaar and etc., are mentioned as raw material for creation of human. The Lord almighty in verse ۵۵ of Taha Sura, expresses human creation as *"we created you from it (the earth), and to it we shall restore you; and from it we will bring you forth yet a second time"*. Type and composition of the constituent elements of the human body and earth crust are very similar. Despite of differences between theories of fixism and transformism about creation of living organisms, however, they do not have any paradox with creation of human from the soil. In this paper, the verses of Holy Quran related to human creation from the soil are reviewed. The aims of this reviewed paper is explanation of soil position and importance of it from the perspective of the great Lord and emphasizing that the soil is sacred and everyone is necessary to uphold integrity and protection of it from contamination, erosion, salinization, burning and etc.

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی خاکهای قدیمی دارای خصوصیات ورتیک در شهرستان زنجان

بهزاد امیری [۱]، محمد امیر دلاور [۲]، آرمان نادری [۳]، پریسا علمداری [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان، ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان، ۳-دانشجوی دکتری پیدایش طبقه‌بندی و ارزیابی اراضی گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان

چکیده
در تحقیق حاضر، مطالعه فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی خاکهای قدیمی شهرستان زنجان انجام شد. خاکهای زیرین با بافت سنگین‌تری داشتند و دارای مشخصه کلسیک و آرجیلیک بود. افق‌های جیپسیک و کلسیک با ساختمان ضعیف و بافت سبک در خاک رویی را داشتند. وجود خصوصیات ورتیک در نتیجه فرآیندهای انقباض و انبساط و نیروهای برشی جانبی مشاهده شد. کانی‌های ایلیت، کلریت، بویژه کلریت تری‌اکتاهدرال و غنی از آهن، کائولینیت و مقادیر کم اسمکتیت در افق رویی خاک قدیمی مشاهده شد. در افق‌های پایین‌تر کلریت آلومینیوم‌دار، ورمیکولیت و هیدروکسی بین لایه‌ای ورمیکولیت نیز مشاهده شد. نتایج بیانگر تکامل بالای افق‌های خاک زیرین و همچنین تبدیل کانی‌های کلریت و ایلیت به ورمیکولیت و اسمکتیت بود.

واژه‌های کلیدی: اسلیکنساید، آرجیلیک، پالئوسول

مقدمه
تحقیقات متعددی در زمینه مطالعه خاکهای قدیمی در سطوح مختلف ژئومورفیک شامل رسوبات دریاچه‌ای (Djamali et al., ۲۰۰۸; Ramezani et al. ۲۰۰۸)، واریزه‌های یخچالی (Kuhle ۲۰۰۸)، رسوبات آبرفتی (Vita and Finzi, ۱۹۶۹)، واحدهای مخروط افکنه آبرفتی و دامنه‌ای (Regard et al., ۲۰۰۶) و اخیراً توالی‌های لس (Kehl et al., ۲۰۰۵a, ۲۰۰۵b) انجام‌شده و نتایج آن‌ها همگی بیان‌گر تشکیل خاکهای قدیمی در دوره‌های گرم و مرطوبی چون هولوسن و پلیستوسن و دوران بین یخبندان است که ویژگی‌های خاک آن‌ها با اقلیم کنونی کاملاً متفاوت است. وجود خاکهای با خصوصیات مورفولوژی و کانی‌شناسی متکامل به همراه افق‌های آرجیلیک با رنگ زمینه قرمز، که نشانه شستشوی رس است و نمی‌تواند مربوط به دوران اقلیمی کنونی باشد در مناطق مختلف ایران شناسایی و گزارش شده است.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش مقطع عرضی زنجان با مختصات طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۳ ثانیه و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۳ دقیقه و ۵۲ ثانیه واقع در فلات‌های مرتفع متشکل از نهشته‌های کنگلومرا است. ویژگی‌های مورفولوژیکی از قبیل رنگ خاک، ساختمان، تجمع آهک، رس و مواد آلی، ماتل‌ها ترانشه‌های مورد نظر مطابق با روش استاندارد (Schoeneberger, ۲۰۱۲) ثبت و نمونه‌های خاک دست‌خورده و دست‌نخورده جمع‌آوری گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر، pH، کربنات‌کلسیم معادل (Nelson, ۱۹۸۲)، کربن آلی (Jackson, ۲۰۰۵) در خاک اندازه‌گیری شد. کانی‌های رس خاك با استفاده روش کیتریك و هوپ (۱۹۶۳) توسط دستگاه اشعه ایکس پراش پرتوایکس مدل بروکر D_8 در دانشگاه زنجان مطالعه شد. تیمارهای منیزیم، منیزیم و بخار اتیلن گلیکول، پتاسیم در دماهای ۲۵، ۳۵۰ و ۵۵۰ درجه سانتي‌گراد و تیمار تکمیلی اسیدکلریدریك به نمونه‌های رس اعمال شد.

نتایج و بحث
مقطع زنجان واقع در تراس‌ها و در زیر نهشته‌های گراول جوان مربوط به دوران کواترنری (Qt) است که در زیر این خاک‌ها تشکیلات کرج مربوط به دوران زمین شناسی ائوسن (Ek) قرار گرفته است. ضخامت رسوبات رویین متغیر بوده و در این مقطع به ۸ متر می‌رسد. نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای قدیمی مقاطع زنجان و ساری در جدول ۱ گزارش شده است. خاکهای زیرین دارای بافت سنگین‌تری نسبت به خاک رویی است. وجود افق‌های مشخصه کلسیک و آرجیلیک نشان از تاثیر شرایط هوازدگی بالا در تشکیل این خاک نسبت به خاک بالایی است. افق‌های جیپسیک و کلسیک با ساختمان ضعیف و بافت سبک در خاک رویی نشان از هوازدگی کند و آبشویی ضعیف است. یکی دیگر از خصوصیات خاکهای زیرین وجود مقاطع صاف و سیقلی در متن خاک است که خصوصیات ورتیک را نشان می‌دهد. این خصوصیت در نتیجه فرآیندهای انقباض و انبساط، بهم خوردگی عمودی و نیروهای برشی جانبی است و به سبب تر و خشک شدن متناوب کانی‌های رسی است که در افق‌های سطحی خاکهای قدیمی رخ می‌دهد (Joeckel et al., ۱۹۹۴). Bandopadhyay et al. (۲۰۱۰) در بررسی خاکهای ورتیک-پالئوسول وجود مواد مادری مافیک به صورت درجا یا آبرفتی را جهت تشکیل این خاک‌ها ضروری دانستند.

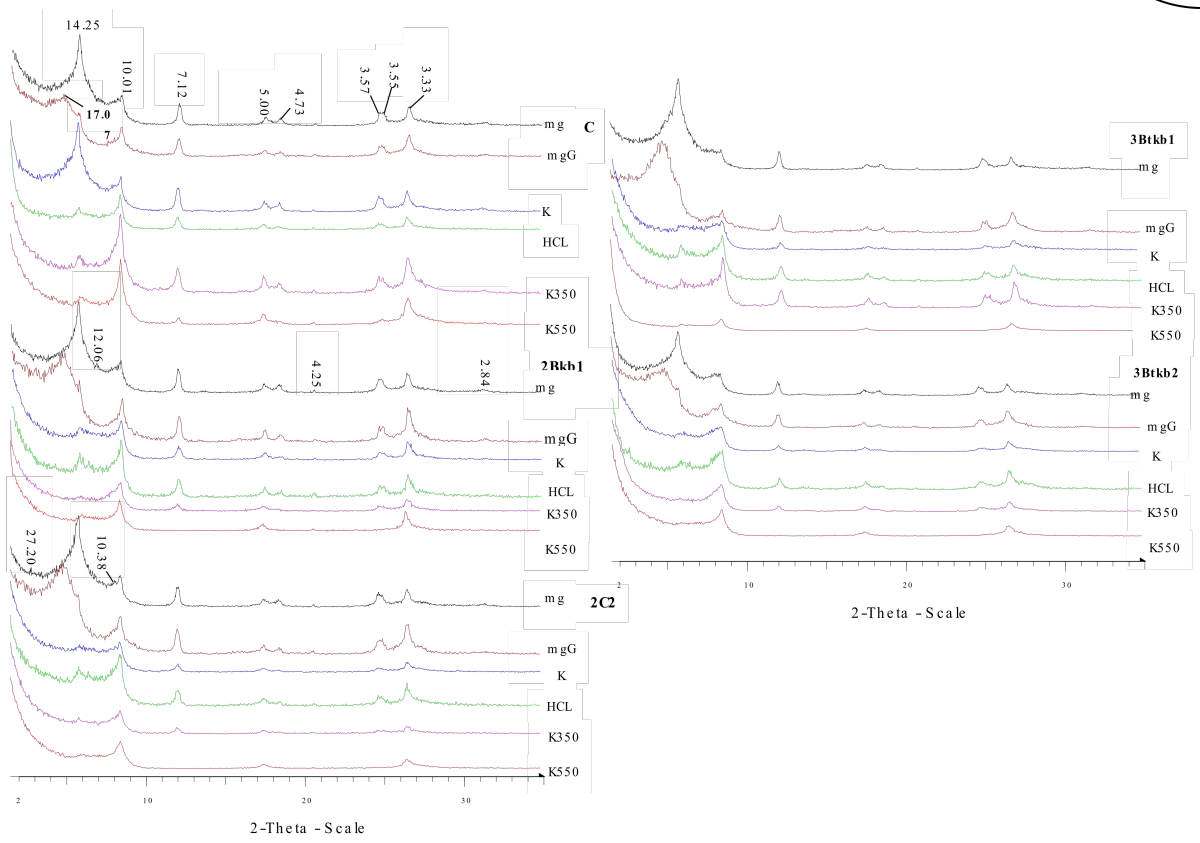
در افق C آستانه ۱ آنگستروم تفرق اول (۰۰۱) کانی ایلیت و آستانه‌های ۰/۵ و ۳۳/۳ آنگستروم تفرق‌های دوم (۰۰۲) و سوم (۰۰۳) این کانی هستند. حضور آستانه ۴/۱ آنگستروم در تیمار اشباع با پتاسیم و دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس حضور کانی کلریت، بویژه کلریت تری‌اکتاهدرال را نشان می‌دهد. انتقال نسبی آستانه ۱۴ آنگستروم به سمت ۱ آنگستروم در تیمار ۳۵۰ درجه سلسیوس در اثر رمبش ساختار کلریت است. شدت بالای آستانه تفرق سوم (۰۰۳) کلریت (۷/۴) در مقایسه با آستانه‌های ۰۰۱ و ۰۰۵ (۸۳/۲ آنگستروم) وجود مقادیر بیشتر آهن را در لایه هیدروکسیل داخلی نسبت به لایه‌های دو به یک کلریت اثبات می‌کند. شدت بالاتر آستانه تفرق دوم (۰۰۲) نسبت به تفرق اول (۰۰۱) نیز غنی بودن کلریت از آهن را نشان می‌دهد (Brindley and Brown, ۱۹۸۰). حضور آستانه ۱/۷ آنگستروم در تیمار اسید کلریدریک بیانگر حضور کائولینیت است. حضور آستانه‌های ۵۵/۳ و ۵۷/۳ به‌ترتیب نشان‌دهنده آستانه‌های رده چهارم و دوم کلریت و کائولینیت هستند. تیمار اسید کلریدریک بر کائولینیت بی تاثیر ولی آستانه‌های مربوط به کلریت در تیمار اسید کلریدریک کاهش یافته است. وجود آستانه‌های نامنظم در ناحیه ۱۰ تا ۱۴ آنگستروم نشان‌گر حضور کانی‌های اسمکتیت یا ورمی‌کولیت و رده دوم کانی‌های مخلوط است. وجود آستانه ۱۷ آنگستروم در تیمار بخار اتیلن‌گلیکول حضور کانی اسمکتیت را تاکید می‌کند. خاک‌ها با مواد مادری مافیک همراه با افق کلسیک از کانی اسمکتیت غنی هستند (Vander Merwe and Weber, ۱۹۶۳). آستانه ۲/۴ آنگستروم بدلیل وجود کانی کوارتز در بخش رس است. در افق ۲Bkb۱ تیمار اشباع با پتاسیم فضای بین لایه‌ای آن منقبض شده و تا ۲/۱۰-۴/۱۰ آنگستروم کاهش می‌یابد و حضور ورمی‌کولیت اشباع با منیزیم را نشان می‌دهد. خصوصیات پراش اشعه ایکس کانی‌های هیدروکسیل آلومینیوم بین لایه‌ای کانی‌های رسی در میان الگوهای ورمی‌کولیت، اسمکتیت و کلریت آلومینیوم‌دار بسته به درجه پرشدگی فضاهای بین لایه‌ای دارد. حذف آستانه ۱/۷ آنگستروم و وجود آستانه ۲/۱۴ آنگستروم در تیمار K۵۵۰ نشان دهنده حضور کلریت آلومینیوم‌دار است. وجود شانه در زوایای پایین‌تر در شانه آستانه ۱۰ آنگستروم بیان‌گر تشکیل هیدروکسی بین لایه‌ای ورمی‌کولیت است. از نمونه ۱ به ۲ از سوی دیگر وجود آستانه پهن از ۱۱ تا ۱۳ آنگستروم در دمای و در تیمار K وجود وجود افزایش ۱۰ دلیل بر ورمی‌کولیت است سطح زیر منحنی در آستانه ۱/۱۷ در افق ۳Btkb۱در تیمار منیزیم و گلیکول به بیشترین مقدار خود رسیده و بیانگر وجود مقادیر بالای کانی‌های انبساط‌پذیر در این افق است (شکل ۱).

جدول (۱) برخی خصوصیات مورفولوژیکی و نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

Horizon	Depth(m)	Color (Dry)	Texture	Structure	Clay coating	pH	%CaCO۳	%OC
C	۰-۷.۹۰	۱۰YR ۶/۴	LS	SG	-	۷.۸	۲۱	۰.۷۰
۲Bkb۱	۷.۹۰-۸.۱۳	۱۰YR ۵/۴	SL	۳MABK	-	۷.۹	۱۹.۲۵	۰.۱۹
۲Bkssb۱	۸.۱۳-۸.۶۵	۱۰YR ۵/۴	SiL	۲CABK	-	۸	۱۹.۷۵	۰.۰۶
۲Bkssb۲	۸.۶۵-۹.۰۵	۱۰YR ۵/۴	L	۲MABK	-	۸.۱	۱۸.۸۷	۰.۱۴
۲Bkb۲	۹.۰۵-۹.۵۰	۱۰YR ۵/۴	SiL	۲CABK	-	۷.۹	۱۶.۲۵	۰.۰۸
۲C۱	۹.۵۰-۹.۸۵	۱۰YR ۶/۴	S	SG	-	۸	۱۴.۶۲	۰.۰۶
۲C۲	۹.۸۵-۱۰.۳۵	۷.۵YR ۴/۴	S	SG	-	۸	۸	۰.۵۶
۳Btkb۱	۱۰.۳۵-۱۰.۸۰	۷.۵YR ۵/۳	C	۳MABK	MDCPCP	۸.۱	۴۳	۰.۹۲
۳Btkb۲	۱۰.۸۰-۱۱.۵۵	۷.۵YR ۷/۴	CL	۱CABK	CDCPCP	۸.۲	۱۶.۶۲	۰.۲۹
۳Bkb	+۱۱.۵۵	۱۰YR ۵/۴	SiL	۲MABK	-	۸	۱۳.۲۵	۰.۱۲

Structure: (۱=Weak, ۲=Moderate, ۳= Strong), (F=fine, M=medium, C= coarse, GR=granular, ABK=angular blocky, SG=single grain); Concentration: CAN= carbonate nodule, FDC= finely disseminated carbonate, CAM= carbonate massy; clay coating : V=very few, C=common, M=many), (F=faint, D=distinct), (C=continuous), (P=Pedface), (B=broken, C=continues), (P=platy); texture: C=clay, L=loam, S= sand, Si=silt

شکل (۱) پراش‌نگاشت‌های اشعه ایکس مربوط به بخش رس نیمرخ زنجان



منابع

Bandopadhyay P.C., Eriksson P.G., and Roberts R.J. ۲۰۱۰. A vertic paleosol at the Archean-Proterozoic contact from the Singhbhum-Orissa craton, eastern India. Precambrian Research, ۱۷۷(۳) : ۲۷۷-۲۹۰.

Brown G. and Brindley G.W. ۱۹۸۰. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification, ۵ : ۳۰۵-۳۵۹.

Djamali M.J.L., Beaulieu M., Shah-hosseini V., Andrieu-Ponel P., Ponel A., Amini H., Akhani S., Leroy L., Stevens H., Lahijani and Brewer S. ۲۰۰۸. A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia, Iran. In: Quat. Res, ۶۹ : ۴۱۳-۴۲۰.

Jackson M.L. and Barak P. ۲۰۰۵. Soil chemical analysis : advanced course. UW-Madison Libraries Parallel Press.

Joeckel R.M. ۱۹۹۴. Virgilian (Upper Pennsylvanian) paleosols in the upper Lawrence Formation (Douglas Group) and in the Snyderville Shale Member (Oread Formation, Shawnee Group) of the northern midcontinent, USA : pedologic contrasts in a cyclothem sequence. Journal of Sedimentary Research, ۶۴(۴).

Kehl M.; Frechen M., and Skowronek A. ۲۰۰۵a. Paleosols derived from loess and loess-like sediments in the Basin of Persepolis, Southern Iran. In : Quat. Int. ۱۴۰/۱۴۱ : ۱۳۵-۱۴۹.

Kehl M.; Sarvati R.; Ahmadi H.; Frechen M. and Skowronek A. ۲۰۰۵b. Loess paleosol-sequences along a climatic gradient in Northern Iran. In : Eiszeitalter u. Gegenwart, ۵۵ : ۱۴۹-۱۷۳.

Kittrick J.A. and Hope E.W. ۱۹۶۳. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction Analysis. Soil Science, ۹۶ : ۳۱۲-۳۲۵.

Kuhle M. ۲۰۰۸. The Pleistocene Glaciation (LGP and pre-LGP, pre-LGM) of SE Iranian mountains exemplified by the Kuh-i-Jupar, Kuh-i-Lalezar and Kuh-i-Hezar Massifs in the Zagros. In : Polarforschung, ۷۷(۲/۳) : ۷۱-۸۸.

Nelson D.W. and Sommers L.E. ۱۹۸۲. Total Carbon, Organic Carbon and Organic. MatterIn: Page, A.L, et al (Eds), Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and microbiological properties, ۲nd ed., Agronomy Monograph. No: ۹. ASA and SSSA. Madison, Wisconsin, USA, Pp. ۵۳۹-۵۷۷.

Ramezani E., Marvie Mohadjer R.M., Knapp H.D., Ahmadi H., and Joosten H. ۲۰۰۸. The late-Holocene vegetation history of the Central Caspian (Hyrcanian) forests of northern Iran. In: The Holocene, ۱۸: ۳۰۷-۳۲۱.

Regard V., Bellier O., Braucher R., Gasse F., Bourles D., Mercier J., Thomas J.C. Abbassi M.R., Shabanian E., and Soleymani S. ۲۰۰۶. Be-۱۰ dating of alluvial deposits from Southeastern Iran (the Hormoz Strait area). In: Palaeogeogr, Palaeoclimat, Palaeoecol, ۲۴۲: ۳۶-۵۳.

Schoeneberger P.J.D.A. Wysocki E.C. Benham and W.D. Broderson. ۲۰۱۲. Field book for describing and sampling soils, Version ۳.۰ Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, Pp. ۲۲۸.

Van der Merwe C.R., and Weber H.W. ۱۹۶۳. The clay minerals of South African soils developed from granite under different climatic conditions. South African Journal of agriculture soil science, ۶: ۴۱۱-۴۵۴.

Vita and Finzi C. ۱۹۶۹: Late quaternary alluvial chronology of Iran. In: Geologische Rundsch, ۵۸: ۹۵۱-۹۷۳.

Abstract

In this research, physicochemical and mineralogical characterizes of paleosols were studied in Zanjan city. The underlying horizons had heavier texture and were characterized by calcic and argillic horizons. Gypsic and calcic horizons were contained poor structure and sandy texture in upper parts of the profile. There vertic properties as a result of expansion and contraction and vertical and lateral shear forces were observed. Illite, chlorite, especially trioctahedral iron-rich chlorite, kaolinite and small amounts smectite were distinguished. Chlorite, vermiculite and hydroxy-interlayer vermiculite were observed in the deeper horizons. The results indicated that paleosols were more developed and probably chlorite and chlorite and illite were transformed to smectite and vermiculite.

شکل‌های مختلف اکسیدآهن و برخی شاخص های تکاملی در ترانسکتی واقع در دشت تبریز

پریسا علمداری [۱]، علی اصغر جعفرزاده [۲]، شاهین اوستان [۳] و نورایر تومانیان [۴]
۱- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه تبریز،
۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

چکیده
دشت تبریز یکی از مناطق مهم استان آذربایجان‌شرقی است که نیاز به تحقیقات و مطالعات گسترده و دقیق دارد، این منطقه با وسعت تقریبی ۲۰۰۰۰۰ هکتار دارای واحدهای فیزیوگرافی متنوعی می باشد، لذا مطالعه نحوه تشکیل و تکامل خاک‌ها بایستی بر اساس شناخت دقیق عوامل تاثیرگذار باشد. این تحقیق به منظور ارزیابی اشکال مختلف اکسیدهای آهن و برخی شاخص‌های تکاملی خاک انجام گرفت. تعداد پنج پروفیل انتخاب گردید طوریکه پروفیل‌های ۱ و ۲ در رده اینسپتی سول، ۳ و ۴ در مالی سول و پروفیل ۵ در رده اریدی سول قرار داشت. نتایج نشان داد که مقادیر Fe_o در افق‌هایی که ماده آلی بیشتری داشتند بیشتر بود. اشکال بلوری وآزاد آهن در مالی سول‌ها مقادیر بیشتری دارا بود. شاخص های تجمع آهن و رس نیز در مالی سول‌ها مقادیر بیشتری نشان داد.

کلمات کلیدی: اکسیدهای آهن ، دشت تبریز، شاخص های تکامل خاک و مالی‌سول

مقدمه
شرایط اقلیمی و جغرافیایی خاص کشور ما ایجاب می کند که استفاده درست از خاک و مدیریت آن بیشتر مورد توجه قرار گیرد و این امر در صورتی محقق می شود که یک شناخت جامع و همه جانبه از آن به عمل آید. خواص خاک در زمینه های کشاورزی، منابع طبیعی، مهندسی و غیره به نحوه توسعه و میزان تکامل آن ارتباط دارد. مطالعه چگونگی توسعه و تکامل خاک تحت تاثیر فاکتورها و فرایندهای خاکسازی به عنوان پایه ای اساسی در زمینه های مطرح شده حائز اهمیت است. پستی و بلندی یکی از متغیرهای مستقل در تشکیل خاک است. پستی و بلندی نه تنها مقدار آب وارد شده در خاک را تعیین می کند بلکه با تسریعی که در عمل فرسایش فراهم می کند تکامل خاک را به تعویق می اندازد. یکی از فاکتورهای مهم درجه بلوری شدن آهن آزاد می باشد که پس از آزاد شدن آهن از کانی های اولیه در اثر هوادیدگی شروع گردیده و مشخص کننده مقدار تفاوت خاکها می باشد (الکساندر ۱۹۷۴ و دیکسون و وید ۱۹۹۲). با اندازه گیری فرمهای مختلف آهن می توان تا حدود زیادی به سن نسبی خاکها پی برد. رضا پور و همکاران (۲۰۰۹) طی مطالعه ای در خاکهای آهکی آذربایجان‌غربی نشان دادند که اکسیدهای آهن بی شکل یا غیر بلوری، پدوژنیک و بلوری ارتباط نزدیکی با شاخص های اقلیمی، هوادیدگی، نوع خاک، زهکشی، فرایندهای خاکسازی و کاربری اراضی دارند. شاخص دیگری که مورد استفاده قرار می گیرد نسبت آهن استخراج شده از اگسالات به آهن استخراج شده از دی تیونات (Fe_d/Fe_o) می باشد که معیاری از درجه بلوری اکسیدهای آهن می باشد و به آن نسبت آهن فعال نیز گفته می شود (بیرکلند ۱۹۹۱). درجه و نسبت تبلور اکسیدهای آهن تحت تاثیر فرایندهای پدوژنیکی و میزان توسعه و سن نسبی خاکها تغییر می کند (کامف و همکاران ۱۹۹۹). نتایج تحقیقات مختلف نشان میدهد که در مراحل اولیه هوادیدگی و توسعه خاک، ممکن است آزاد سازی آهن بی شکل یا غیر کریستالی از کانی های خاک از میزان تشکیل آهن بلوری بیشتر گردد و سبب افزایش نسبت آهن فعال شود اما با افزایش سن و درجه تکامل خاک، میزان Fe_d بیشتر شده و این نسبت کاهش می یابد (سوردون و همکاران ۲۰۰۰). تسای (۲۰۰۷) میزان نسبت آهن فعال را در افقهای آرجیلیک کمتر از سایر افقهای سطحی و زیر سطحی گزارش کردند. برخی محققان از نسبت آهن فعال برای جدا کردن خاکها با زهکشی خوب و زهکشی نامناسب استفاده کرده اند، آنها مقادیر کمتر از ۳۵/۰ آهن فعال را برای خاکها با زهکشی مناسب و مقادیر بالاتر از ۳۵/۰آهن فعال را برای خاکها با زهکشی نامناسب گزارش کردند (شاتزل و اندرسون ۲۰۰۵).

مواد و روش‌ها
مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه : دشت تبریز به وسعت تقریبی ۲۰۰۰۰۰ هکتار در شمال شرق دریاچه ارومیه در بخش سفلای حوزه آبریز آجی چای و از شمال و شمال شرق به ارتفاعات شمالی تبریز و صوفیان و از ناحیه جنوب به دامنه شمالی ارتفاعات سهند محدود می گردد. قسمت اعظم مساحت واقع بین این قسمتها به علت شوری زیاد و باتلاقی بودن غیرقابل استفاده می باشد. این منطقه از نظر مختصات جغرافیایی بین ۵۶ ۳۷ تا ۱۷ ۳۸ عرض شمالی و ۲۸ ۴۵ تا ۱۴ ۴۶ طول شرقی قرار گرفته است. براساس تقسیمات اقلیمی بروش گوسن، دشت تبریز جزء نواحی استپی سرد با زمستانهای سرد و تابستانهای نسبتاً گرم می باشد. میانگین حداقل درجه حرارت ایستگاه تبریز در زمستان ۹/۱- درجه سانتی گراد و حداکثر آن در تابستان در ماه های تیر و مرداد ۱/۲۵ درجه سانتیگراد و میزان بارندگی سالیانه به طور متوسط ۲۹۰ میلیمتر است. تعداد ۵ پروفیل در ترانسکت انتخاب گردید که پروفیل های یک تا چهار دارای رژیم رطوبتی زریک و پروفیل ۵ دارای رژیم رطوبتی اریدیک می باشد و رژیم حرارتی منطقه مزیک می باشد.

مطالعات صحرایی: در این تحقیق پروفیلها به ابعاد ۵/۱ × ۱متر و تا عمق ۱ الی ۲ متر و به تعداد ۵ پروفیل در ترانسکت در واحدهای مختلف فیزیوگرافی حفر گردید.
مطالعات آزمایشگاهی: اندازه گیری بافت خاک توسط روش هیدرومتر(بویوکس ۱۹۶۲) انجام گرفت. آهن آزاد (Fed) که آهن بی شکل + آهن کریستالی + آهن موجود در ترکیبات آلی را دربر می گیرد توسط عصاره گیر سیترات- بی کربنات - دی تیونات (جکسون و همکاران ۲۰۰۲) و آهن آمورف (Feo) که شامل آهن بی شکل + آهن موجود در ترکیبات آلی است توسط اگسالات آمونیوم اسیدی عصاره گیری می شود (مک کیج و دی ۱۹۶۶) و از پیروفسفات سدیم برای تعیین آهن کمپلکس شده با مواد آلی استفاده گردید. پس از عصاره گیری آهن غلظت آنها توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد.
تعیین شاخصهای ژنتیکی خاک

تعیین نسبت $\frac{Fe_o}{Fe_d}$: در این نسبت Feo اکسید آهن بی شکل + آهن موجود در ترکیبات آلی و Fed یا اکسید آهن آزاد که شامل اکسید آهن کریستالی + اکسید آهن بی شکل + آهن در ترکیبات آلی است. نتایج تحقیقات نشان می دهد که در مراحل اولیه هوادیدگی و تکامل خاک ممکن است آزاد سازی آهن بی شکل یا غیر کریستالی از کانی های خاک از میزان تشکیل آهن بلوری $\frac{Fe_o}{Fe_d}$ بیشتر گردد و سبب افزایش شود اما با افزایش سن و درجه تکامل خاک, میزان Fed بیشتر شده و این نسبت کاهش می یابد (بیرکلند ۱۹۹۱).
تعیین شاخص تجمع رس:

$$CAI = (B_c - C_c) \times T$$

در این معادله Bc درصد رس در افق B و Cc درصد رس در افق C و T ضخامت افق B به سانتی متر است (لوین و کیولکز ۱۹۸۳).
تعیین شاخص تجمع اکسیدهای آهن:

$$IOAI = (B_c - C_c) \times T$$

در این معادله Bc درصدآهن کل در افق B و Cc درصد آهن کل در افق C و T ضخامت افق B به سانتی متر است (لوین و کیولکز ۱۹۸۳).

نتایج و بحث

جدول ۱ مقدار بعضی از شکل های اکسید آهن خاک و شاخص های تجمع اکسیدهای آهن و تجمع رس را در ترانسکت نشان می دهد. پروفیل های ۱ و ۲ اینسپتی سول، ۳ و ۴ مالی سول و پروفیل ۵ اریدی سول رده بندی گردید. حداکثر میزان Fe_d در پروفیل خاکهای مالی سول وجود داشته و این مقدار از ۶ گرم بر کیلوگرم درافق C پروفیل ۳ و ۴ تا ۹/۱۰ گرم بر کیلوگرم در افق آرجیلیک پروفیل ۳ واقع متغیر است. این کمیت در اکثر پروفیل‌ها از افق A به افق B افزایش یافته و در افق های آرجیلیک و کمبیک به حداکثر خود می‌رسد. به عبارت دیگر این کمیت به طور مستقیم با تغییرات رس و درجه تکامل خاک ارتباط دارد.Fe_o از حداقل ۱/۲ گرم بر کیلوگرم در افق C پروفیل ۱ حداکثر ۸/۴ گرم بر کیلوگرم در افق Ap پروفیل ۲ و ۳ متغیر بوده و به طور کلی حداکثر میزان Fe_o در افقهای سطحی (با حداکثر مواد آلی و هوادیدگی خاک) مشاهده شد. مقادیر Fe_p نیز از سطح به عمق خاک کاهش یافته که با روند میزان مواد آلی کاملاً مشابه می باشد, حداقل میزان آن صفرگرم بر کیلوگرم در افقهای تحتانی اکثر پروفیل‌ها و حداکثر میزان آن در پروفیل ۳ حدود P_2O_5 ۴/۲ گرم بر کیلوگرم بدست آمد. نسبت آهن فعال از ۳۱/۰ در افق C پروفیل ۱ تا ۵۹/۰ در افق Ap پروفیل ۵ متغیر است. میزان Fe_d-Fe_o که بیانگر میزان آهن متبلور خاک است از ۹/۲ گرم بر کیلوگرم در افق C پروفیل ۴ تا ۱/۷ گرم بر کیلوگرم در افق B_w در ۳ متغیر است. به طور کلی میانگین میزان آهن متبلور خاکها از کم به زیاد به صورت توالی زیر است: ۳<۴< ۲<۱<۵ که می توان گفت مقادیر آن در مالی‌سول‌ها بیشتر از اینسپتی‌سول و در اینسپتی‌سول بیشتر ازاریدی‌سول می‌باشد. شاخص تجمع اکسید آهن و تجمع رس بر حسب میزان آبشویی و میزان هوادیدگی خاک نوسانات زیادی را نشان داد. شاخص تجمع اکسید آهن از ۸۵/۸ در پروفیل ۱ تا ۲۸/۲۹ در پروفیل ۳ متغیر بوده و شاخص تجمع رس از میزان حداقل ۴۷۰ در پروفیل ۲ تا میزان حداکثر ۹۱۸ در پروفیل ۴ متغیر است، هر دوی این شاخص ها در خاک‌های مالی سول نسبت به بقیه رده ها مقادیر بیشتری داشتند.

جدول ۱- مقادیر شکل های مختلف اکسید آهن و برخی شاخص های تکاملی خاکها در ترانسکت شده

پروفیل	افق	عمق	Fe_o g/kg	Fe_p g/kg	Fe_d g/kg	Fe_d-Fe_o g/kg	Fe_o/Fe_d	Fe_d/clay	شاخص تجمع اکسیدهای آهن (IOAI)	شاخص تجمع رس (CAI)
	Ap	۱۵-۰	۵/۴	۱	۸/۷	۳/۳	۵۷/۰	۳۱/۰	۸۵/۸	۴۶۵
	Bw_1	۳۲-۱۵	۳/۴	۴/۰	۷/۸	۴/۴	۴۹/۰	۳/۰		
P_1	Bw_2	۵۰-۳۲	۲/۴	۲/۰	۹	۸/۴	۴۶/۰	۴۷/۰		
	Bw_3	۶۰-۵۰	۸/۳	۰	۳/۸	۵/۴	۴۵/۰	۳۳/۰		
	C	۱۳۰-۶۰	۱/۲	۰	۷/۶	۶/۴	۳۱/۰	۲۸/۰		
	Ap	۲۰-۰	۸/۴	۲/۱	۲/۸	۴/۳	۵۸/۰	۲۹/۰	۲۷/۱۹	۴۷۰
P_2	Bw_1	۶۲-۲۰	۷/۳	۱	۹/۹	۲/۶	۳۷/۰	۳/۰		
	Bw_2	۱۱۴-۶۲	۲/۳	۰	۲/۱۰	۷	۳۱/۰	۴/۰		
	C	۱۲۵-۱۱۴	۷/۲	۰	۸	۳/۵	۳۳/۰	۳۳/۰		
	Ap	۲۵-۰	۸/۴	۴/۲	۸/۹	۵	۴۹/۰	۳۲/۰	۲۸/۲۹	۸۸۵
P_3	Bt	۴۴-۲۵	۴/۴	۳/۲	۹/۱۰	۵/۶	۴/۰	۲۶/۰		
	Bw	۸۶-۴۴	۶/۳	۲/۲	۷/۱۰	۱/۷	۳۳/۰	۲۵/۰		
	C	۱۳۰-۸۶	۱/۳	۰	۶	۹/۲	۵/۰	۲۲/۰		
	Ap	۲۵-۰	۵/۴	۳/۲	۸/۹	۳/۵	۴۵/۰	۲۵/۰	۴۸/۲۴	۹۱۸
P_4	Bw۱	۳۳-۲۵	۳/۴	۲/۲	۸۸/۱۰	۵/۶	۳۷/۰	۲۵/۰		
	Bw۲	۷۹-۳۳	۵/۳	۲	۱۹/۱۰	۶/۶	۳۲/۰	۲۴/۰		
	C	۱۳۵-۷۹	۵/۲	۵/۱	۶	۵/۳	۴/۰	۲۴/۰		
	Ap	۱۶-۰	۷/۴	۲	۹/۷	۲/۳	۵۹/۰	۲۳/۰	۱۱/۱۴	۵۵۹
	Bw_1	۴۸-۱۶	۲/۴	۸/۱	۲/۹	۵	۴۵/۰	۲۱/۰		
P_5	Bw_2	۷۴-۴۸	۱/۴	۱	۱/۹	۵	۴۵/۰	۱۸/۰		
	Bw_3	۸۹-۷۴	۲/۳	۰	۴/۶	۲/۳	۵/۰	۲۲/۰		
	C	۱۴۰-۸۹	۳	۰	۳/۶	۳	۴۷/۰	۱۹/۰		

Feo : اکسید اهن استخراج شده توسط اگسالات امونیوم
Fed : اکسید اهن استخراج شده توسط دی تیونات
CAI : Clay Accumulation Index
Fe_p : اکسید آهن استخراج شده توسط پیروفسفات سدیم
IOAI : Iron Oxide Accumulation Index

منابع

Alexander E. B. ۱۹۷۴. Extractable iron in relation to soil age on terraces along the Truckee River, Nevada. Soil Sci. Soc. Am. Proc, ۳۸: ۱۲۱-۱۲۴.

Birkland P.W. ۱۹۹۱. Soils and geomorphology. Oxford Universit Press, New York.

Bouyoucos G.J. ۱۹۶۲. Hyderometer method improved for making particle size analysis of soil. Agro. J, ۵۴:۴۶۴-۴۶۵.

Dixon J.B. and Weed S.B. ۱۹۹۲. Minerals in Soil Environments. Second Edition, By Soil Sci Soc, Am, Madison, Wisconsin, USA.

Jackson M.L., Lim C. H. and Zelanzny L.W. ۲۰۰۲. Oxides, hydroxides and aluminosilicates. In: Klute, A. (ed.). Methods of Soil Analysis part, ۱. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.

Kampf N., Scheinost A.C. and Schulze D.G. ۱۹۹۹. Oxide minerals. In: S. Malcom (ed). Handbook of Soil Science, CRC Press, Washingtone, DC.

Levine E.R. and Ciolkosz E.J. ۱۹۸۳. Soil development in till of various ages in northeastern Pennsylvania. Qurt. Res, ۱۹: ۸۵-۹۹.

McKeague J. A. and Day J. H. ۱۹۶۶. Dithionite- and oxalate- extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Can. J. Soil Sci, ۴۶: ۱۳-۲۲.

Rezapour S., Jafarzadeh A.A., Samadi A., and Oustan Sh. ۲۰۰۹. Impacts of clay mineralogy and physiographic units on the distribution of potassium forms in calcareous soils in Iran. Clay mineral, ۴۴: ۳۲۷-۳۳۷.

Schaetzl R.J. and Anderson Sh. ۲۰۰۵. Soil genesis and geomorphology. Cambridge University Press.

Sordon, J., Ebrel, D.D. and Drifts, V.A. ۲۰۰۰. Evolution of fundamental particle size during reaction of smectite and implications for the illitization meachanism. Clays and Clay Miner, ۴۸: ۴۴۶-۴۵۸.

Tsi H., Huang W.Sh. and Hseu Z.Y. ۲۰۰۷. Pedogenic correlation of lateritic terraces in central Taiwan. Geomorphology, ۸۸:۲۰۱-۲۱۳.

Abstract

Dasht-e- Tabriz in East Azarbaijan province is one of the important regions which need for vast and precise studies. This region with extent of about ۲۰۰۰۰۰ hectares contains various physiographic units. Therefore study of soil genesis and their developments should be based on accurate knowledge about affecting factors. This research work was carried out for assessing iron oxide forms and some development indices in a transect on Dasht_e_ Tabriz. Five profiles selected that ۱, ۲ were Inceptisol, ۳ and ۴ were mollisol and profile ۵ was Aridisol. The results revealed that great amount of Fe_o were detected in area with high organic matter, pedogenic and crystalline forms of iron in Mollisols is more than Inceptisols. Increasing of Fe_d amounts with depth probably is referred to migration of Fe with clay and insitu weathering. Clay and iron oxide accumulation indices had the highest content in Mollisols.

ارزیابی کارایی مدل FCC درخاکهای شالیزاری

حمیدرضا ممتاز [۱]، حسین ترابی گلسفیدی [۲]، مسلم ثروتی [۳] و نیلوفر تیمورپور [۴]
۱- استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه ارومیه ۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شاهد تهران، ۳- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه ۴- دانشجوی گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

چکیده
برنج عمده‌ترین محصول استان مازندران است. با توجه به متفاوت بودن ویژگی‌های خاک و توانایی متفاوت آن‌ها در حمایت از گیاه برنج، شناسایی این توانایی‌ها در انتخاب اراضی مستعد و با استعدادهای مختلف از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. در این مطالعه روش FCC (روش آگرونومیکی) برای مطالعات اراضی شالیزاری منطقه آمل بکار گرفته شد. این سیستم برای مناطقی با رژیم رطوبتی آکوئیک و زیر کشت برنج مناسب است. بر اساس این روش در منطقه آمل مهم‌ترین محدودیت‌ها زه‌کشی بسیار ضعیف در واحدهای اراضی نزدیک دریا، شوری در یکی از واحدها با مواد مادری شور می‌باشد. با توجه به اطلاعات زارعین، روش FCC درصورت واسنجی در منطقه و مطابقت با روش‌های پیچیده‌تر از جمله روش پارامتریک، نظریه مجموعه‌های فازی، میکرولیز و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند به‌طور وسیع مورد استفاده کاربران و متخصصین قرار گیرد.

واژه های کلیدی: برنج، آکوئیک، محدودیت‌های اراضی، آگرونومیک، آمل

مقدمه
برنج یکی از محصولات استراتژیک در کشور محسوب می‌گردد. با توجه به اینکه خاکهای شالیزاری در منطقه آمل بر روی لندفرم‌های مختلفی قرار گرفته، بنابراین خاک‌ها دارای ویژگی‌های متفاوتی خواهند بود. از طرفی با توجه به ارتباط خاک و عملکرد محصول ارزیابی تناسب کیفی اراضی برای شناسایی مناطق مستعد در این مناطق ضروری به نظر می‌رسد. روش FCC[۱۳۰] یکی از این روش‌ها برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی در خاکهای خیس و شالیزاری محسوب می‌گردد. Boul و همکاران معتقند که روش FCC یک سیستم تکنیکی برای گروه‌بندی خاک‌ها بوده و بر اساس انواع مشکلات موجود در آن‌ها برای مدیریت آگرونومیستی مفید بوده و بر اساس پارامترهای کمی خاک سطح‌الارض و تحت‌الارض می‌باشد که به‌طور مستقیم با رشد گیاه ارتباط داشته و غالبا ازکلاس محدودیت طبقه‌بندی تاکسونومیکی خاک یا راهنمای نقشه خاکهای جهان گرفته شده‌است. هدف از این تحقیق طبقه‌بندی استعداد حاصلخیزی خاکهای شالیزاری منطقه آمل با استفاده از روش FCC به‌عنوان یک روش عینی جهت استفاده در پیش تصمیم‌گیری‌های مطالعات ارزیابی و تناسب اراضی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه
منطقه مورد مطالعه (آمل) با وسعت حدود ۳۲۱۱ کیلومتر مربع با طول جغرافیایی ۵۲°۱۵ تا ۵۲°۳۰ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶°۲۲ تا ۳۶°۳۰ شمالی بوده و از شمال به شهرستان محمود آباد و دریای خزر، از شرق به بابل، از غرب به نور و از جنوب با جلگه مرتفع مرکزی سلسله جبال البرز همسایه است. از تهران به خط مستقیم حدود ۱۰۰ کیلومتر و از طریق جاده ۲۰۰ کیلومتر فاصله دارد (شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۹). از میان محصولات زراعی، برنج با سطح زیر کشت ۴۲ هزار هکتار و سطحی معادل با ۲/۱۸ درصد و با تولید ۲۳۹۴۰۰ تن شلتوک در سال به عنوان محور اصلی کشت و کار شهرستان آمل به‌شمار می‌رود.
منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیم‌بندی زمین‌شناسی اکثرا در بخش شمالی رشته کوه‌های البرز مرکزی واقع شده که مربوط به دوران چهارم زمین‌شناسی(کواترنری) است و شامل مخروطه‌افکنه‌ها، پادگانه‌های آبرفتی، بطور محلی همراه با پادگانه‌های دریائی، پهنه‌های آبرفتی و نهشته‌های دریاچه‌ای تفکیک نشده می‌باشد و مواد مادری منطقه از دو نوع پادگانه‌های آبرفتی قدیمی در ارتفاعات و مناطق جنگلی و پادگانه‌ها و نهشته‌های آبرفتی جدید در مناطق جلگه‌ای و پایین‌دست می‌باشد (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲).
طبق آماره ۳۰ ساله (سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۱) ایستگاه هواشناسی آمل، متوسط درجه حرارت سالیانه ۳/۱۷ درجه سلسیوس متوسط حداقل درجه حرارت ۶/۱۳ درجه سلسیوس و متوسط حداکثر درجه حرارت در ماه‌ای مختلف ۱/۲۱ درجه سلسیوس است. متوسط بارندگی ماهیانه در این شهرستان ۹/۶۶ میلی‌متر و مجموع بارندگی سالیانه ۵/۹۳۶ میلی‌متر است. خاکهای منطقه بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی (بنایی، ۱۳۷۷) دارای رژیم حرارتی مزیک و رژیم رطوبتی یودیک می‌باشند.

[۱۳۰] -Fertility Capability Classification

توصیف مدل FCC

این مدل جهت بررسی وضعیت حاصلخیزی طبیعی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد و قادر به تغییر شکل اطلاعات خاک به فرم شاخص‌های حاصلخیزی طبیعی می‌باشد. این سیستم علاوه بر برآورد قدرت حاصلخیزی خاک‌ها و تناسب اراضی شالیزاری قادر به ذخیره مجموعه اطلاعات و ارائه نتایج به طرق متنوع مانند گراف و نمودار و یا جدول در سطح وسیع کشوری، ناحیه‌ای و قاره‌ای می‌باشد (Dent, ۱۹۷۸).

سیستم FCC دارای تیپ[۱۳۱]، زیر تیپ[۱۳۲] و توصیف‌کننده[۱۳۳] می‌باشد. تیپ مربوط به مقدار ماده‌آلی و بافت تا عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری و از عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متری مربوط به زیرتیپ می‌باشد. اگر تیپ و زیر تیپ یکی باشد، فقط یکی نوشته می‌شود. توصیف‌کننده‌ها به صورت علائمی بعد از تیپ و زیرتیپ با حروف کوچک نوشته می‌شوند. جدول ۱ تیپ‌ها، زیر تیپ‌ها و توصیف‌کننده‌ها را بطور خلاصه نشان می‌دهد (Sanchez and Boul, ۱۹۸۵).

جدول ۱-معرفی تیپ، زیرتیپ و توصیف‌کننده‌های مدل FCC

تیپ	
علائم	تعریف
O	خاکهای الی با بیشتر از ۲۰ درصد مواد الی
C	دارای بیشتر از ۳۵ درصد رس در سطح‌الارض
S	شنی بودن خاک سطح‌الارض (شن و شن‌لومی بر اساس تعریف USDA)
L	لومی بودن خاک که دارای رس کمتر از ۳۵ درصد ولی شنی و شن لومی نباشد.
زیرتیپ	
R	سنگ یا دیگر لایه‌های محدود کننده
C	دارای بیشتر از ۳۵ درصد رس در سطح‌الارض
S	شنی بودن خاک سطح‌الارض (شن و شن‌لومی بر اساس تعریف USDA)
L	لومی بودن خاک که دارای رس کمتر از ۳۵ درصد ولی شنی و شن لومی نباشد.

توصیف‌کننده‌ها			
علائم	تعریف	علائم	تعریف
g	زهکشی ضعیف	v	خاکهایی با ویژگی‌های ورتیک
*g	زهکشی بسیار ضعیف	s	خاکهایی با هدایت‌الکتریکی بالای ۴
d	فصل خشک	n	برای خاکهای سدیمی
k	ذخیره کم عناصر غذایی	c	برای خاکهای اسیدسولفاته
e	گنجایش تبادل کاتیونی کم	i	خاکهایی با توانایی بالای فسفر
a	سمیت آلومینیوم	x	برای خاکهای اندی‌سول با آلوفان زیاد
h	برای خاکهایی با واکنش ۵ تا ۶		برای ذخاکهایی با سنگریزه ۱۵ تا ۳۵ درصد حجمی
b	برای خاکهای آهکی با واکنش بالای ۵/۷		برای خاکهایی با سنگریزه با بش از ۳۵ درصد حجمی

روش انجام کار

جهت نیل به اهداف ۵۴ خاکرخ به صورت ژئوپدولوژیک انتخاب و سپس براساس راهنمای تشریح خاک (Schoeneberger and etal., ۲۰۰۶) تشریح گردید و با انتخاب خاکرخ‌های شاهد ۱۷ واحد اراضی برای منطقه مشخص شد. سپس با استفاده از روش FCC مورد مطالعه قرار گرفت. نهایتا نقشه تناسب حاصلخیزی در محیط GIS رسم گردید.

نتایج و بحث

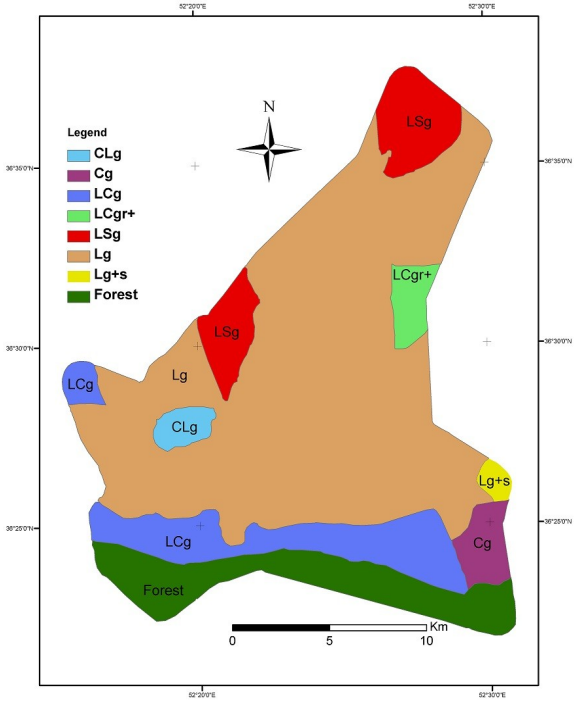
جدول ۲ نتایج ارزیابی اراضی به روش FCC را نشان می‌دهد. به‌دلیل اینکه در برخی از واحدهای اراضی خاک سطحی و زیرسطحی دارای بافت یکسانی هستند، زیر تیپ برای آن‌ها تعریف نشد. نتایج بیان‌کننده این مطلب است که همه واحدهای اراضی به‌جز واحد T۵P۶ دارای توصیف‌کننده g به دلیل شرایط آکوئیک یا آنتراکوئیک هستند. در واحد اراضی T۱P۶ به دلیل زه‌کشی بسیار ضعیف از *g استفاده گردید. همچنین واحد مذکور دارای هدایت‌الکتریکی بالای ۴ دسی‌زیمنس بر متر بوده که با علامت S نشان داده شده است. همچنین واحد مذکور نسبت به واحدهای دیگر با توجه به عملکرد برنج، از تناسب کمتری برخوردار بوده‌است. براساس جداول سایس و همکاران (۱۹۹۳) نیز هدایت‌الکتریکی بالای ۲ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد برنج خواهد شد.

جدول ۲-ارزیابی کیفی تنااسب اراضی به روش FCC

[۱۳۱] -Type
[۱۳۲] -Subtype
[۱۳۳] -Modifiers

واحدهای اراضی	سیستم طبقه‌بندی FCC	تولید واقعی (کیلوگرم بر هکتار)
T۲P۲	LCg	۳۸۸۳
T۴P۲	LCg	۴۰۰۰
T۱P۵	Cg	۳۴۷۶
T۱P۶	Lg*s	۳۱۲۵
T۴P۳	LCg	۳۹۱۶
T۵P۳	Lg	۳۹۰۰
T۶P۴	Lg	۳۹۴۲
T۶P۷	Lg	۴۰۵۰
T۶P۹	LCg	۴۰۰۰
T۲P۵	Lg	۴۰۳۳
T۲P۸	Lg	۳۹۱۷
T۳P۹	LSg	۴۰۸۴
T۲P۱۰	Lg	۳۹۳۴
T۱P۹	LCg	۴۰۸۳
T۱P۱۱	LSg	۳۸۵۰
T۴P۶	CLg	۳۹۵۰
T۵P۶	L	۶/۴۰۴۱

شکل ۱ نقشه تناسب کیفی منطقه آمل را برای گیاه برنج با استفاده از روش FCC نشان می‌دهد.



شکل ۱-نقشه تناسب اراضی منطقه آمل برای گیاه برنج با روش FCC

شناسایی مکان‌هایی با استعدادهای مختلف برای کشت محصول برنج با استفاده از روش FCC به صورت یک سیستم پیش تصمیم‌گیری می‌تواند برای توصیه این محصول در مناطق مرطوب محققین و کارشناسان کشاورزی را کمک نماید. از طرفی نتایج مستقیم حاصل از تجزیه‌های عینی خاک و وضعیت حال اراضی در روش FCC باعث می‌شود متخصصین ارزیابی اراضی یک دید کلی و اولیه از نحوه تغییر کاربری شالیزار را در مناطقی مستعد نیستند را داشته باشند. سیستم FCC همچنین می‌تواند به‌عنوان یک مدل در ارزیابی برخی از بیماری‌های فیزیولوژیک تغذیه‌ای متخصصین تغذیه گیاهی را یاری رساند.

نتایج حاصل از سیستم FCC ساده‌تر از سیستم‌های دیگر ارزیابی (روش‌های فائو (FAO, ۱۹۷۶) بوده و می‌تواند در ارزیابی تناسب کیفی اراضی در شالیزارها بکار رود.

گاهی در برخی از واحدهای اراضی زه‌کشی خاک مناسب یا سریع بوده و نیازمند آب زیادی برای غرقاب کردن می‌باشد که اختصاص این مناطق به چایکاری و کشت سایر محصولات که نیاز به آب زیادی ندارند صرف‌جویی در مقدار آب و صرفه اقتصادی را برای کشاورزان خواهد داشت.

منابع

بنایی، م ح، ۱۳۷۷. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی کشور. سازمان تحقیقات خاك و آب کشور.

سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲. نقشه زمین شناسی آمل با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰.

شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۷۹. مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق اراضی حوزه رودخانه‌های تالار- بابل- هراز، جلد اول

FAO, ۱۹۷۶. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin Series No. ۳۲. FAO, Rome.

Buol S.W., Sanchez P.A., Cate J.R. and Granger. ۱۹۷۵. Soil fertility capability classification system for fertility management. Pp. ۱۲۶-۱۴۵. In soilmanagment in tropical America, Bomemisza E. and Alvardo A. eds. North Car۴olina state University. Ralieg, North Carolina.

Dent F. G. ۱۹۷۸. Land suitability classification. Pp. ۲۷۳-۲۹۵. In soils and rice. International rice research institute, (IRRI), Los Banos, Philippines.

Sanchez P.A. and Boul S.W. ۱۹۸۵. Agronomic taxonomy wetland soils. P. ۲۰p۷-۲۲۷. In wetland soils: Characterization classification and utilization. Proceeding of a workshap held ۲۶ March to April. ۱۹۸۴ Manil, Philippines, IRRI.

Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C. and Broderson W.D. ۲۰۰۶. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Sys C, Van Ranset E, Debaveye J and Beernaert F, ۱۹۹۳. Land Evaluation, Part III, Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.

Abstract

Rice is a major cultivated crop in Amol region. There are many variations of soils on different landforms that have different potential for irrigated rice cultivation. Land evaluation by Fertility Capability Classification (FCC) was carried out in Amol region. FCC Methods was mad for soils with aquic soil moisture regims to relate soil classification with soil productivity for flooded rice. The soil limitation in coastal is poorly dried condition and salinity limitation in ۱ land unit with saline parent material. So FCC is a technical method for grouping soils according to the kinds of their problems for agronomic management, can be simply used agriculture, experts and farmers.

ارزیابی تناسب اراضی به منظور کشت محصول ذرت دانه‌ای با استفاده از روش فائو (مطالعه موردی: بخشی از اراضی دشت قزوین)

سید روح اله موسوی [۱]، فریدون سرمدیان [۱]، عباس طاعتی [۱] و اصغر رحمانی [۲]
۱- کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، ۲- استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
این تحقیق، در بخشی از اراضی دشت قزوین با مساحت ۱۶۶۳۰ هکتار، با هدف ارزیابی تناسب اراضی برای ذرت دانه‌ای با استفاده از روش فائو صورت گرفت. در این مطالعه با استفاده از روش ژئوپدولوژیک اقدام به نقشه‌برداری خاک گردید. بدین منظور پس از انجام بازدیدهای اولیه موقعیت هر یک از نیمرخ‌ها به‌وسیله سیستم موقعیت‌یاب جهانی تعیین و تعداد ۶۱ عدد نیمرخ در منطقه حفر، تشریح و نمونه‌برداری گردید و نقشه رقومی خاک به روش ژئوپدولوژیک با ۲۴ واحد تهیه گردید. سپس مشخصات اقلیم، خاک و توپوگرافی ذرت دانه‌ای از جداول (Sys et al., ۱۹۹۱) اقتباس و با استفاده از آن کلاس تناسب برای محصول ذکر شده به روش پارامتریک (ریشه دوم و استوری) مشخص گردید. نتایج نشان داد که واحدهای اراضی ۱۷ و ۱۸ بدلیل هدایت الکتریکی زیاد و مقادیر بالای گچ برای ذرت دانه‌ای بر اساس هر دو روش در کلاس نامناسب قرار دارد و واحدهای ۲۰ و ۲۳ و ۱۰ برای این محصول در کلاس تناسب بالا قرار دارد.

کلمات کلیدی: تناسب اراضی، روش ژئوپدولوژیک، نقشه‌برداری خاک، ، روش پارامتریک

مقدمه
افزایش رشد جمعیت و بالا رفتن تقاضا برای زمین، تغییر کاربری اراضی و بهره‌برداری نامناسب از اراضی باعث وارد شدن تلفات غیر قابل برگشتی از قبیل تغییر در چرخه بیوژئوشیمیایی زیست بوم‌ها، آلودگی آب و هوا و تخریب خاک‌ها گردیده است. در همین راستا شناسایی استعداد اراضی و تخصیص آنها به بهترین و سودآورترین بهره‌برداری اهمیت بسیار زیادی در جلوگیری از تخریب خاک و اراضی دارد. بطور کلی ارزیابی اراضی فرآیند بررسی استفاده از زمین برای اهداف مشخص می‌باشد.(Rossiter, ۱۹۹۶) ارزیابی اراضی می‌تواند برای تعیین خصوصیات استفاده از اراضی در تلفیق با ماهیت پویا و رقابتی سامانه‌های تولید کشاورزی استفاده گردد. خاک به عنوان یکی از عوامل اصلی در تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌رود که استفاده از آن بایستی بر اساس اصول صحیح و علمی صورت پذیرد، تا بتوان از آن در تولید محصولات کشاورزی و به عنوان یک منبع پایدار در کشاورزی استفاده کرد. ولی هرگونه اشتباه در بهره‌برداری از آن موجب از بین رفتن این منبع با ارزش می‌گردد در نتیجه بهره‌برداری از خاک باید به گونه‌ای باشد که ضمن رسیدن به حداکثر تولید، این منبع با ارزش برای استفاده‌های بعدی آسیب نبیند. سرمدیان و همکاران (۱۳۸۳) در منطقه اشتهارد، گزارش نمودند که در روش محدودیت ساده با توجه به شدیدترین محدودیت، کلاس تناسب اراضی تعیین می‌شود و ممکن است محدودیت‌های دیگری با شدت کمتر هم باشد که در تعیین کلاس در نظر گرفته نشود اما در روش پارامتریک از ویژگی‌های اراضی و درجه‌بندی آنها بر اساس شدت محدودیت‌ها استفاده می‌شود و عددی بین ۰ تا ۱۰۰ می گیرند. (Menjiver et al., ۲۰۰۳) تناسب اراضی را در بخشی از کشور اسپانیا برای کشت گیاه زیتون انجام دادند. آنها ۳۵ نیمرخ خاک را در منطقه مورد مطالعه انتخاب نمودند. نتایج آنها بر اساس روش فائو نشان داد که بالا بودن رطوبت در سطح خاک و شیب تند اراضی از مهمترین عوامل محدود کننده در منطقه می‌باشند و تمامی مناطق مورد بررسی در کلاس تناسب N۱ (نامناسب فعلی) قرار دارند. (Jafarzadeh and Abbasi, ۲۰۰۶) اقدام به ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای رشد محصولات مختلف (پیاز، سیب زمینی، ذرت و یونجه) در خاکهای ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان نمودند. در این مطالعه از روش‌های محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت‌ها و پارامتریک که شامل ریشه‌ی دوم و استوری می‌شود استفاده شده است. کاربرد روش‌های مختلف نشان داده است که مهمترین عوامل محدود کننده اقلیم، آهک، pH، ماده‌ی آلی، بافت و سنگریزه می‌باشند. نتایج ارزیابی بیانگر آن است که دو روش محدودیت ساده و تعداد و شدت محدودیت‌ها کلاس‌های تناسب یکسانی را نشان می‌دهند. هر چند در موارد زیادی استفاده از روش پارامتریک به خصوص روش ریشه‌ی دوم از ارجحیت بالایی برخوردار می‌باشد و کلاس‌های تناسب بدست آمده در این روش با واقعیت نزدیک‌تر می‌باشند. بنابراین با توجه به نتایج نهایی در بیشتر قسمت‌های منطقه‌ی مورد بررسی کشت یونجه، سیب زمینی، پیاز پیشنهاد می‌شود. پیاز و سیب زمینی در کلاس S۱، ذرت در کلاس N۲ و یونجه در کلاس S۳ قرار می‌گیرند. این تحقیق با هدف ارزیابی تناسب اراضی برای ذرت دانه‌ای با استفاده از روش فائو در بخشی از اراضی دشت قزوین صورت گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در بخشی از اراضی دشت قزوین انجام پذیرفت. دامنه تغییرات شیب نیز از ۱ تا ۱۵ درصد می‌باشد. منطقه با مساحت تقریبی ۱۶۶۳۰ هکتار در حد فاصل عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی قرار گرفته است. بر اساس داده‌های اقلیمی ۲۰ ساله ایستگاه هواشناسی نیروگاه شهید رجائی منطقه دارای میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۷ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد بوده که سردترین ماه سال دی و گرم‌ترین ماه سال تیر می‌باشد. پس از پردازش داده‌های هواشناسی منطقه در محیط نرم افزار نیوهال[۱۳۴] رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب زریک خشک[۱۳۵]، اریدیک ضعیف[۱۳۶] و ترمیک[۱۳۷] تعیین گردید.

تهیه نقشه ژئوفرم[۱۳۸] منطقه

از عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ استفاده گردید (سازمان نقشه برداری کشور). تفسیر عکس‌های هوایی بر اساس نظر کارشناسی، ساختار سلسله مراتبی روش ژئوپدولوژی(Zinck, ۲۰۱۳) و با کمک نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی موجود از منطقه به وسیله استریوسکوپ[۱۳۹] انجام گرفت. درنهایت واحدهای ژئومورفولوژی موجود در منطقه در چهار سطح سیمای اراضی[۱۴۰]، پستی و بلندی[۱۴۱]، لیتولوژی[۱۴۲] و شکل‌زمین[۱۴۳] مورد طبقه‌بندی قرار گرفتند. سپس زمین مرجع نمودن واحدهای ترسیم شده در محیط نرم افزار ArcGIS۹.۳ انجام گردید. در گام بعد با استفاده از نقاط کنترل برداشته شده از منطقه صحت مرزبندی‌ها مورد بازرسی قرار گرفت. در نهایت نقشه اولیه مطالعات خاکشناسی منطقه تهیه گردید.

مطالعات میدانی و آزمایشگاهی

پس از تهیه نقشه ژئوفرم منطقه و انجام بازدیدهای صحرائی به وسیله سیستم موقعیت یاب جهانی، موقعیت ۶۱ عدد نیمرخ در محل‌های تعیین شده مشخص و حفر گردید. سپس از کلیه افق‌های ژنتیکی نیمرخ‌ها نمونه‌برداری صورت گرفته و خاک‌ها جهت انجام تجزیه‌های شیمیایی و فیزیکی لازم به آزمایشگاه منتقل گردید.. پس از انجام آنالیزهای آزمایشگاهی رده‌بندی نیمرخ‌های مورد مطالعه تا سطح فامیل خاک بر اساس(Soil taxonomy, ۲۰۱۰) نهایی گردید.

.

تهیه نقشه خاک منطقه

نقشه خاک منطقه از تلفیق، نقشه واحدهای ژئوفرم منطقه به عنوان لایه ژئومورفولوژی، و اطلاعات حاصل از رده‌بندی نیمرخ‌ها بر اساس تاکسونومی خاک استفاده گردید. سپس با تلفیق اطلاعات خاک با نقشه ژئوفرم در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه خاک منطقه با ۲۴ واحد تهیه گردید.

مطالعات ارزیابی تناسب اراضی به روش فائو

خصوصیات مورد نیاز در ارزیابی که شامل اطلاعات اقلیمی (بارندگی، درجه حرارت، تابش خورشید، رطوبت نسبی) و مشخصات سیمای اراضی و خاک شامل (شیب، سیل گیری، بافت و ساختمان خاک، ذرات درشت‌تر از شن، مقدار کربنات کلسیم، درصد گچ، ظرفیت تبادل کاتیونی، اسیدیته خاک، کربن آلی، قابلیت هدایت الکتریکی و درصد سدیم تبادلی) با اعمال ضریب اصلاح عمق به صورت میانگین وزنی برای تیپ بهره‌وری مورد نظر بر اساس راهنمای(Sys et al., ۱۹۹۱) محاسبه گردید. نیازمندی‌های اقلیم و اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه نیز بر اساس جداول استاندارد گردآوری شده توسط (Sys et al., ۱۹۹۱) صورت پذیرفت. تطبیق و طبقه‌بندی تناسب اراضی برای کشت محصول نیز طبق روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) انجام گردید.

شاخص‌های پارامتریک در ارزیابی اراضی

هسته اصلی این روش‌ها محاسبه شاخص‌هایی است که از ترکیب درجات عددی چندین فاکتور حاصل می‌شود. خصوصیات اراضی بر حسب درجه تاثیری که روی هدف مورد نظر دارند، بین ۰ تا ۱۰۰ درجه‌بندی می‌شوند. با این فرض که درجه‌بندی مزبور

---

۱۳۴ - Newhall
۱۳۵ - Dry Xeric
۱۳۶ - Weak Aridic
۱۳۷ -Thermic
۱۳۸- Geoform
۱۳۹ - Stereoscope
۱۴۰ -Landscape
۱۴۱ -Relief
۱۴۲ -Lithology
۱۴۳ - Landform

دارای مقیاس نسبی است. لذا به‌منظور محاسبه درجات مختلف اراضی از دو معادله استوری و ریشه دوم استفاده گردید که به‌ترتیب در معادلات (۱) و (۲) ارائه شده اند.

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100}$$

در این معادله I شاخص اراضی، A، B، C و D درجات خصوصیات مختلف می‌باشند.

(۲)

$$I = R\min \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100}}$$

در معادله فوق: I شاخص مورد نظر، Rmin حداقل درجه بین خصوصیات مختلف، A ، B و غیره دیگر درجات خصوصیات غیر از خصوصیت با حداقل درجه می‌باشد. سپس براساس مقدار شاخص اراضی برای هر یک از واحدهای اراضی کلاس تناسب برای هر یک از واحدها بر مبنای جدول (۱) تعیین گردید.

جدول ۱- کلاس تناسب اراضی (Sys et al., ۱۹۹۱)

شاخص اراضی	کلاس تناسب
۷۵-۱۰۰	۱S خیلی مناسب
۵۰-۷۵	۲S تناسب متوسط
۲۵-۵۰	۳S تناسب کم
۰-۲۵	N نامناسب

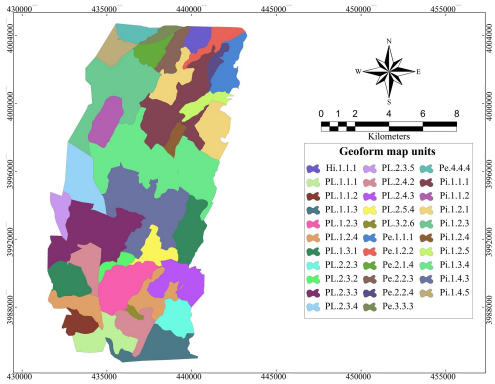
نتایج و بحث

نقشه ژئوفرم منطقه

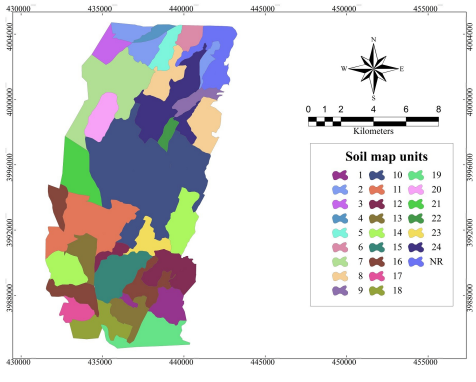
این نقشه شامل واحدهای سیمای اراضی تپه[۱۴۴]، پنپلین[۱۴۵]، پیدمونت[۱۴۶] و دشت[۱۴۷] می‌باشد. سیمای اراضی تپه با ۱۸۹ هکتار ۱۴/۱ درصد، سیمای اراضی پنپلین با ۱۵۳۳ هکتار ۲۲/۹ درصد، سیمای اراضی پیدمونت با ۷۲۵۵ هکتار ۶۳/۴۳ درصد و سیمای اراضی دشت با ۷۵۷۱ هکتار ۵۳/۴۵ درصد منطقه را شامل می‌شوند. شکل (۱) نقشه واحدهای ژئوفرم منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نقشه خاک منطقه

این نقشه نیز بر اساس تلفیق لایه اطلاعاتی ژئوفرم و خاک منطقه در محیط نرم افزار ArcGIS۹.۳ با ۲۴ واحد تهیه گردید. در شکل (۲) نقشه واحدهای خاک منطقه و در جدول (۲) درجات شاخص اراضی و کلاس تناسب اراضی برای هر یک از واحدها ارائه گردیده است.



شکل ۱- نقشه واحدهای ژئوفرم منطقه



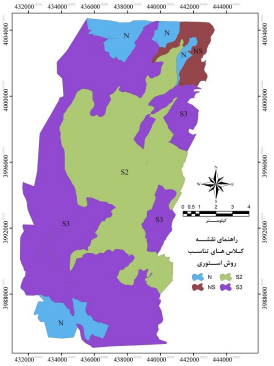
شکل ۲- نقشه واحدهای خاک منطقه

۱۴۴ - Hillland
۱۴۵ -Peneplain
۱۴۶ -Piedmont
۱۴۷-Plain

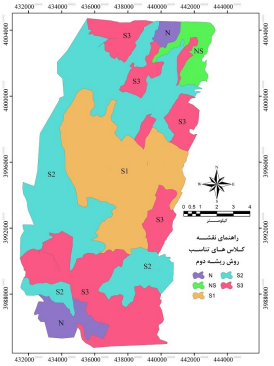
جدول ۲ - درجات شاخص اراضی و کلاس تناسب اراضی برای هر یک از واحدهای اراضی

واحدهای اراضی	شاخص استوری	کلاس تناسب	شاخص ریشه دوم	کلاس تناسب	واحدهای اراضی	شاخص استوری	کلاس تناسب	شاخص ریشه دوم	کلاس تناسب
۱	۹/۲۷	S۳	۹۵/۴۱	S۳	۱۳	۵۲/۳۹	S۳	۴۷/۴۵	S۳
۲	۸۳/۲۶	S۳	۵/۴۶	S۳	۱۴	۶۶/۳۱	S۳	۸/۴۸	S۳
۳	۵/۴۱	S۳	۵/۵۵	S۲	۱۵	۲۸/۳۱	S۲	۱۵/۴۷	S۳
۴	۷۴/۲۲	N	۳/۳۸	S۳	۱۶	۵/۵۷	S۲	۵۱/۶۷	S۲
۵	۳۴/۴۱	S۳	۴۴/۶۳	S۲	۱۷	۵/۷	N	۴۲/۱۲	N
۶	۳۱/۱۲	N	۱۴/۲۳	N	۱۸	۹۳/۷	N	۸۲/۱۲	N
۷	۸۳/۴۸	S۳	۴۳/۵۸	S۲	۱۹	۳۹/۳۹	S۳	۸/۴۴	S۳
۸	۷۵/۲۸	S۳	۵/۳۷	S۳	۲۰	۱۱/۶۵	S۲	۵/۷۷	S۱
۹	۸۸/۳۹	S۳	۵/۶۱	S۲	۲۱	۵۹/۴۴	S۳	۸/۶۷	S۲
۱۰	۶۶/۳۸	S۲	۶۳/۷۵	S۱	۲۲	۵/۳۵	S۳	۱/۴۲	S۳
۱۱	۹۵/۵۴	S۲	۵/۵۰	S۲	۲۳	۷/۶۷	S۲	۷/۸۵	S۱
۱۲	۴۸/۲۹	S۳	۵/۷۳	S۲	۲۴	۵/۵۳	S۲	۵/۶۵	S۲

نتایج حاصل از کلاس‌های تناسب اراضی در منطقه نشان داد که بر اساس، روش استوری ۵۴/۳۹ درصد مساحت منطقه دارای کلاس تناسب متوسط و در کلاس (S۲) قرار دارد، ۸/۵۰ درصد از منطقه دارای تناسب کم و در کلاس (S۳) قرار دارد و ۸۸/۵ درصد از منطقه در کلاس نامناسب (N) قرار دارد (شکل ۳). بر اساس شکل (۴) نتایج حاصل از وضعیت کلاس‌های اراضی در روش ریشه دوم نشان دهنده این است که ۱۹/۲۴ درصد منطقه دارای تناسب بالا و در کلاس (S۱) ، ۹۳/۳۸ درصد منطقه دارای تناسب متوسط و در کلاس (S۲) قرار دارد، ۱۴/۲۸ درصد منطقه دارای تناسب کم و در کلاس (S۳) قرار دارد و ۰۲/۵ درصد منطقه در کلاس نامناسب (N) قرار دارد. با توجه به جدول (۲) دو واحد اراضی شماره ۱۷ و ۱۸ بدلیل اینکه از نظر موقعیت در قسمت جنوبی منطقه و در سیمای اراضی دشت و اراضی شور قرار دارند خصوصیت‌های شوری بالا و مقادیر زیاد گچ در این واحدها عامل اصلی ایجاد محدودیت می‌باشند بطوریکه این واحدها را در کلاس نامناسب برای کشت این محصول قرار داده است. واحد اراضی شماره شش بر روی سیمای اراضی تپه قرار دارد و خصوصیت‌های عمق خاک، مقدار بالای سنگریزه و شیب شرایط را برای کشت ذرت آبی در این واحد محدودیت نموده است بطوریکه این واحد نیز در کلاس نامناسب قرار گرفته است. در مقابل واحدهای اراضی شماره ۲۰،۲۳ و ۱۰ از تناسب بالایی برای کشت آبی ذرت دانه‌ای برخوردار می‌باشند و فاقد هرگونه محدودیت می‌باشند. (Jafarzadeh and Abbasi, ۲۰۰۶) اقدام به ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات ذرت و یونجه در اراضی مربوط به ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان نموده و مهمترین عوامل محدودکننده‌ی شناسایی شده در منطقه را به ترتیب اقلیم، آهک، pH، ماده آلی، بافت و سنگریزه می‌باشد و نتایج بدست آمده از روش پارامتریک به ویژه روش ریشه دوم نتایج قابل قبول‌تری در مورد کلاس‌های تناسب اراضی نشان داد که می‌توانند به‌عنوان مبنایی برای تصمیم گیری‌های آتی قرار گیرد.



شکل۳-نقشه تناسب اراضی برای ذرت دانه‌ای با استفاده از روش پارامتریک (استوری)



شکل۴-نقشه تناسب اراضی برای ذرت دانه‌ای با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم)

منابع

سرمدیان، ف. فاتحی، ش. ۱۳۸۳. بررسی و تعیین تناسب کیفی اراضی برای محصول فاریاب (گندم، جو و پنبه) در منطقه اشتهارد. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵،شماره ۳،.صفحه‌های ۶۵۷ تا ۶۶۸

Jafarzadeh, A., and Abbasi G. ۲۰۰۶ Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize, and alfalfa on soils of the Khalat pushan research station. Biologia. ۶۱, Suppl.۱۹, S۳۴۹-S۳۵۲, DOI: ۱۰.۲۴۷۸/s۱۱۷۵۶-۰۰۶-۰۱۸۷-۵.

Menjiver, JC., Aquilar, J., Garcia, I., and Bouza, P. ۲۰۰۳. Evaluation of olive orchard soils of map (Torres, se Spain). Sustainable Use and Management of Soil in Arid and Semiarid.
Rossiter D. G. ۱۹۹۶. A theoretical framework forland evaluation. Geoderma. ۷۲, ۱۶۵-۱۹۰.
Soil Survey Division Staff. ۲۰۱۰. Soil Survey Manual United States Department of Agriculture Washington.۹۷-۱۲۳p.
Sys, C. Van Ranst, E., and Debaveye, J. ۱۹۹۱. Land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development cooperation. Agricultural Publisher. No. ۷, Brussels, Belgium, ۲۷۴pp.
Sys, C. Van Ranst, E., Debaveye, J., and Beernarent, F. ۱۹۹۳. Land evaluation. Part III: Crop requirements, International training center for post graduate soil scientist. Ghent University, Ghent, ۱۹۹ p.
Zinck, J. A. ۲۰۱۳. Physiography and soils. Lecture notes for soil students. Soil Science Division, Soil survey courses subject matter: K۶ ITC, Enschede, the Netherlands.۴۵-۷۵p.

Abstract

This research with the aim of land suitability evaluation using FAO method was carried out for irrigated maize at Qazvin area with ۱۶۶۳۰ ha. In this study to provide soil mapping through geopedological approach. For this propose, ۶۱ profiles were drilled, sampled and were described after the primary investigation by use of GPS and soil digital map were generated by Geopedological approach, therefor ۲۴ unites were generated. Maize of climate, soil and topographic characteristics were determined using Sys et al tables and suitability classification of this crop was done by parametric (squre root and story methods). Results have showed that units ۱۸ and ۱۷ because of their high electric conductivity and gypsum for maize in both two methods are in unsuitable class. Units ۲۰, ۲۳ and ۱۰ for this crop is in suitable class.

اثرات جنگل تراشی و شیب بر حدود آتربرگ در برخی از جنگل‌های غرب گیلان

سحر اسماعیل نیا [۱]، حسن رمضانپور [۲]، مهدی نوروزی [۳] و سمیه مهدی نیا [۱]
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 خاك مي‌باشند كه قوام خاك را در حالت‌های مختلف رطوبتی نشانمي‌دهند.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 کربن‌آلی 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 کربن‌آلی دو فاکتور مهم کنترل کننده حدود آتربرگ خاک در جنگل‌های غرب گیلان است.
واژه های کلیدی: حد روانی، حد خمیرایی، رس،شاخص خمیرایی

مقدمه
از خصوصیات رطوبتی خاك كه با استحكام و مقاومت خاك در مقابل فرسایش ارتباط دارد، حدود آتربرگ خاك مي‌باشد (برزگر ۱۳۸۳). حد خمیرایی، حد روانی و شاخص خمیرایی میتواند پایداری خاکدانه‌ها را در برابر پراکنش و نیز مقاومت خاك در برابر جریان یافتن را نشان دهد (Ramezanpour et al., ۲۰۱۰).حدود آتربرگ کاربرد زیادی در برآورد شاخص‌های مهندسی، نظیر مقاومت برشی،تراکم پذیری، آماس پذیری و سطح ویژه دارد.مهمترینشاخص‌های این حدود شامل حد روانی، حد خمیرایی وشاخص خمیرایی میباشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). حد روانی به نوع و میزان رس خاك نیز بستگی دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). خمیرایی خصوصیتی از خاك است كه به توده خاك اجازه میدهد سریعاً تغییر شكل یابد، بدون آنكه از هم گسیخته شده یا حجم آن تغییر نماید. بعلاوه این تغییر شكل حالت الاستیك یا ارتجاعی هم نخواهد داشت. این ویژگی بیشتر مختص رس‌ها به ویژه رس‌های مونتموریلونایت میباشد (رحیمی، ۱۳۸۴). Hajjaji و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردهاست که بیشترین حد خمیرایی را خاك‌هایی دارند کهکانی 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 پسازهواخشککشدنازالک ۲ میلیمتریعبوردادهشدند. مقدار کربن آلی خاک به روش والکلی و بلک (Nelson and Sommers, ۱۹۹۶) و بافت خاک به روش هیدرومتر (Gee, and Or, ۲۰۰۲).
برای تعیین حد روانی خاك قسمتی از خاك از الك ۴۲۵/ ۰ میلیمتری گذرانده شد سپس خاك رد شده بامقداری آب مخلوط شده تا آنكه خمیر نرم و یكنواختیحاصل شود. بعد از ۲۴ ساعت مقداری از این خمیر درداخل كاسه برنجی دستگاه كاساگراند قرار داده شده وبعد از انجام آزمایش وبه روش سه نقطه‌ای رطوبتحالت حد روانی برای هر خاك تعیین گردید.(Mc Bride, ۲۰۰۲)
برای تعیین حد خمیرایی خاك ۲۰ گرم خاك را ازالك ۴۲۵/۰ میلیمتری عبور داده و به آن مقداری آبمقطر اضافه گردید تا به حالت خمیر در آید. سپس یكنمونه ۸ گرمی از خاك را برداشته و به كمك دستفیتیله‌ای به قطر ۳میلیمتر درست گردید.رطوبت فیتیلهها ورز دادن آن به حدی كاهش داده شد كه فیتیله شروعبه خود خرد شدن كرد در این حالت قسمتی از فیتیله رابرداشته و بعد از آون خشك كردن درصد جرمیرطوبت حالت حد خمیرایی محاسبه گردیدو در نهایت شاخص خمیرایی خاك نیز از تفاضل حدروانی از حد خمیرایی خاك 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 کاملا 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 SASنسخه ۲.۹ [SAS, ۲۰۰۷]استفاده شد. جهت مقایسه میانگین بین تیمارها از آزمون توکی در سطح احتمال ۰۵/۰ استفاده شد. جهت رسم نمودارها هم از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

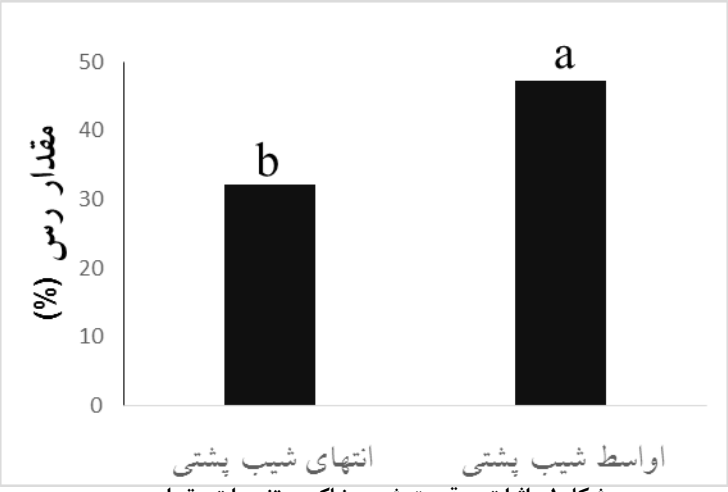
جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد مطالعه بر حدود آتربرگ، مقدار رس و کربن آلی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می کنید اثر جنگل تراشی بر مقدار کربن‌آلی در سطح پنج درصد معنی دار است و اثرات آن روی حدود آتربرگ از نظر آماری معنی دار نبوده است. تخریب جنگل باعث کاهش معنی دار مقدار کربن آلی شده که 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 معنی‌دار 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 کربن‌آلی 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

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		حد روانی	حد خمیرایی	شاخص خمیرایی	کربن آلی	رس
جنگل‌تراشی	۱	۹۷/۸	۸۲/۲۳	۵۵/۳	۱۸/۰*	۱۶۸
شیب	۱	۱/۱۵	۵۹۷**	۴۲۲**	۶/۷**	۱۳۷۳**
عمق	۱	۹/۱۰	۷/۸۹	۳۸	۰۳/۰	۱۰۰۷**
کاربری اراضی × شیب	۱	۷/۶۲	۱۰۶	۳۳۲**	۰۱/۰	۲۷۷*
کاربری اراضی × عمق	۱	۳/۲۹	۳۳	۱۲۵	۰۰۱/۰	۵۹/۴
شیب × عمق	۱	۹/۴۳	۳/۱۷	۱/۶	۱۳/۰*	۴۰۴*
کاربری اراضی × شیب × عمق	۱	۸۴/۱	۱۲۷	۹۸	۰۱/۰	۶/۴۹
اشتباه آزمایشی	۱۶	۱۶/۲۰	۱۴/۵۵	۱/۲۱	۰۳/۰	۱۹/۱۷
ضریب تغییرات (%)		۴/۸	۱۴/۲۰	۱۸/۱۱	۵/۱۲	۱۸

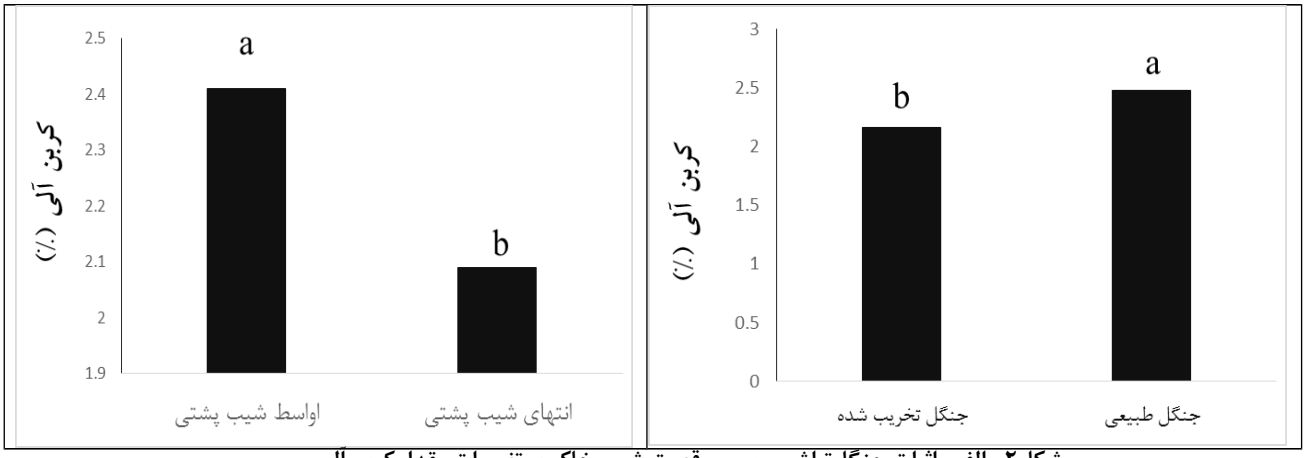
اعداد داخل ستون ها میانگین مربعات است. *و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰۵/۰ و ۰۱/۰

نتایج مقایسه میانگین اثر موقعیت شیب بر مقدار رس نشان داد که بیشترین مقدار رس در اواسط شیب پشتی مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با انتهای شیب پشتی دارد (شکل ۱).



شکل ۱- اثرات موقعیت شیب خاک بر تغییرات مقدار رس

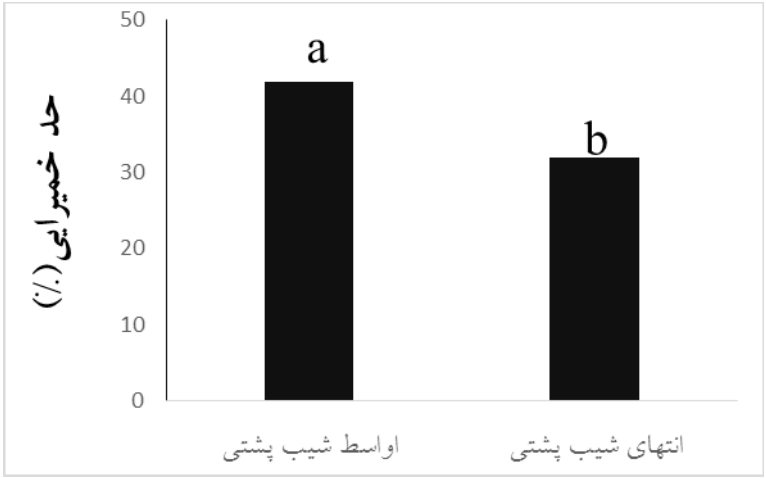
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که جنگلتراشی مقدار کربن‌آلی خاک را کاهش داده است. همچنین مقدار کربن آلی در اواسط شیب پشتی بیشتر از قسمت ابتدایی آن است(شکل ۲).



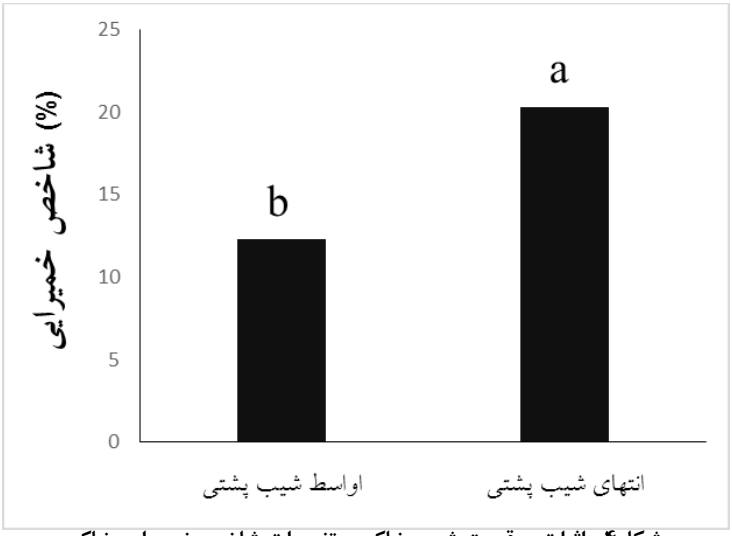
شکل۲- الف- اثرات جنگل‌تراشی و ب- موقعیت شیب خاک بر تغییرات مقدار کربن آلی

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 معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). از آنجاییکه که اثرات جنگل‌تراشی با وجود معنی‌داری تغیرات زیادی روی مقدار کربن‌آلی خاک نداشت و جنگل‌تراشی اثرات معنی‌داری روی مقدار رس نداشت بنابراین نقش این عامل در شاخص‌های خمیرایی مشهود نبوده است.

تغییرات حد خمیرایی نشان داد که اواسط شیب پشتی به طور معنی‌داری از قسمت انتهایی آن بیشتر است (شکل ۳). این وضعیت در مورد شاخص خمیرایی بر عکس است و مقدار آن در انتهای شیب پشتی بیشتر از ابتدای آن است (شکل ۴). بیشتر بودن مقدار حد خمیرایی در قسمت ابتدایی شیب پشتی به علت مقدار رس است که نقش مهمی در این پارامتر دارد. Rienks و همکاران (۲۰۰۰) اظهار کرده‌اند که خاک‌هایی که شاخص خمیرایی بالاییدارند، بافت آنها بیشتر از نوع رسی و رس غالب آنهااز نوع رس اسمکتایت میباشد. Ramezanpourو همکاران (۲۰۱۰) نیز همبستگی معنی‌داری بین حدود آتربرگ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مشاهده کردند و رابطه مثبت و معنی‌داری 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 معنی‌دار در حد روانی و بالاتربون حد خمیرایی در قسمت ابتدایی شیب پشتی مقدار شاخص خمیرایی در قسمت انتهای شیب پشتی نسبت به قسمت ابتدایی بیشتر است.البته خطای آزمایش بخصوص در اندازه‌گیری حد روانی نیز نقش مهمی در این نتایج می‌تواند داشته باشد. احمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز خطای اندازه‌گیری را مهمترین علت عدم همبستگی بین حدود آتربرگ و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می داند.



شکل۳- اثرات موقعیت شیب خاک بر تغییرات حد خمیرایی خاک



شکل۴- اثرات موقعیت شیب خاک بر تغییرات شاخص خمیرایی خاک

منابع

احمدی، ع.، طلایی، او سکوتی اسکویی، ر. ۱۳۹۳. رابطه بین حدود آتربرگ وضریب فرسایش بینشیاری 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 شاخص‌هایکیفیت خاک در اراضیلسی 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.andTopp, 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.,Esmaeilnejad, L. and Akbarzade, A. ۲۰۱۰. Influence of soil physical and mineralogical properties onerosion variations in Marlylands of Southern Guilan Province, Iran. International Journal of Physical Science۵:۳۶۵-۳۷۶.

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 landuse (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.

بهره‌مندی از قابلیت‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت برآورد هدررفت خاک در ابعاد حوزه آبخیز در شمال‌غربی ایران

علی‌رضا واعظی [۱] و خالد حاجی‌ملکی [۲]
۱- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

چکیده
برآورد هدررفت خاک برای برنامه‌ریزی به منظور مدیریت پایدار زمین ضروری است. بسیاری مدل‌های تجربی و ریاضی برای برآورد هدررفت خاک در سراسر جهان ارائه شده‌اند. معادله جهانی هدررفت خاک اصلاح شده (RUSLE) به منظور برآورد هدررفت خاک در زمین‌های کشاورزی و مرتعی ارائه شد. در این مطالعه، سعی برآن بود که هدررفت خاک بر ساس این مدل با بهره‌مندی از قابلیت‌های سنجش از دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در حوزه آبخیز تهم‌چای در شمال‌غربی ایران برآورد گردد. برای این منظور نقشه‌های عوامل مؤثر بر فرسایش خاک شامل فرسایندگی باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه شیب، پوشش گیاهی و عملیات حفاظت خاک تهیه و برای استخراج نقشه هدررفت خاک استفاده شدند. هدررفت خاک برآورد شده در جای‌جای حوزه آبخیز از ۳/۱۳ تا ۹/۱۲۷ تن در هکتار در سال تغییر کرد. بیشترین مقادیر برآوردی مربوط به جاهای دارای شیب تند، پوشش گیاهی ضعیف با خاک فرسایش‌پذیر بود.

واژه های کلیدی: معادله جهانی هدررفت خاک اصلاح شده، عوامل فرسایش خاک، نقشه، هدررفت خاک

مقدمه
فرسایش خاک به دلیل کاهش پتانسیل اراضی کشاورزی برای تولید، تهدیدی جدی برای تأمین امنیت غذایی جامعه جهانی می‌باشد. فرسایش خاك توسط آب مهم‌ترین تهدید تخریب زمین در سراسر جهان شناخته شده است (Wang et al., ۲۰۰۳). ارزیابی میزان فرسایش خاك امری مهم و به منظور مدیریت پایدار اراضی است. معادله جهانی هدر رفت خاک[۱۴۸] (USLE) برای نخستین بار بر اساس مفهومی از فرآیند جداسازی و انتقال ذرات خاک در اثر بارندگی توسط ویشمایر و اسمیت[۱۴۹] (Whishmeier and Smith, ۱۹۷۸) ارائه شد. این معادله برای پیش‌بینی متوسط سالانه هدررفت خاک حاصل از فرسایش ورقه‌ای، شیاری و بین شیاری در یک قطعه زمین یا دامنه ارائه شد. بعدها مدل اصلاح شده معادله جهانی هدر رفت خاک[۱۵۰] یا RUSLE دچار بازنگری شد و با اصلاحاتی در عامل فرسایندگی و عامل فرسایش‌پذیری خاک بر قابلیت‌های آن در اراضی مرتعی نیز افزوده شد (Renard et al. ۱۹۹۱). در هر دو مدل هدررفت خاک بر مبنای عامل فرسایندگی باران (R)، عامل فرسایش‌پذیری خاك (K)، عامل طول و درجه شیب (LS)، عامل مدیریت زراعی یا پوشش گیاهی (C) و عامل اقدامات حفاظت خاک (P) برآورد می‌گردد. در برخی موارد ارزیابی خطر فرسایش با استفاده از مدل RUSLE با مشکلاتی مواجه است چرا که مدل نمي‌تواند توزیع مکانی و زمانی فرسایش خاك را نشان دهد. این امر به علت پیچیدگی عوامل موجود در مدل و تغییرپذیری مکانی و زمانی زیاد آن‌ها است. به منظور رفع کاستی مدل RUSLEدر بیان توزیع مکانی فرسایش خاک، از ترکیب مدل RUSLE با فن سنجش از دور (RS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)استفاده مي‌گردد. استفاده از فن سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، تخمین خطر فرسایش خاك را با دقت زیاد و هزینه‌های قابل قبول، در مناطق بزرگ امکان‌پذیر مي‌سازد (Wang et al., ۲۰۰۳). سامانه اطلاعات جغرافیایی، تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی را با سرعت بیش‌تر و به سادگی امکان‌پذیر ساخته و ترکیب اطلاعات گسترده در زمینه‌های مختلف و از منابع گوناگون را ممکن و مدیریت اطلاعات را ساده مي‌سازد(Shi et al, ۲۰۰۴) . سنجش از دور به عنوان منبع تأمین بسیاری از داده‌های مورد نیاز و GIS به عنوان سامانه‌ای که مدیریت و تحلیل را بر عهده دارد، ارتباط تنگاتنگی باهم دارند. ماهیت رقومی داده‌های سنجش از دور و اطلاعات حاصل از آن‌ها قابلیت ورود مستقیم به سامانه اطلاعات جغرافیایی را فراهم نموده است (Makhdoom and darvishsefat, ۲۰۰۲). هدف از پژوهش حاضر بهره‌مندی از قابلیت‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت برآورد هدررفت خاک با استفاده از مدل RUSLE در حوزه آبخیز تهم چای در شمال‌غربی ایران می‌باشد.

---
۱۴۸. Universal Soil Loss Equation
۱۴۹. Whishmeier and Smith
۱۵۰. Revised Universal Soil Loss Equation

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه واقع در حوزه آبخیز تهم‌چای با مساحت ۲۲۸۱۶ هکتار در عرض جغرافیایی ۳۶درجه و ۴۶ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی در شمال غرب زنجان واقع شده است. بارندگی سالیانه حوزه آبخیز حدود ۳۷۸ میلیمتر و متوسط دمای آن ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس دوره آماری ۵۰ ساله، بیشترین مقدار بارندگی در فصل بهار (حدود ۲/۳۷ درصد) و کمترین آن در فصل تابستان به مقدار ۸/۲ درصد می‌باشد. منطقه دارای پوشش مرتعی ضعیف است و در اغلب موارد مراتع ضعیف به کشتزارهای دیم گندم تبدیل شده‌اند. در سطح حوزه، ۲۰ عرصه زهکش در بخش زیرحوزه‌ها انتخاب گردید. برای برآورد هدررفت خاک در عرصه‌های زهکش با استفاده از مدل RUSLE، از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه (۱) $$R = P A \times S \times L \times K$$

عامل فرسایندگی بارن (R) از حاصل ضرب انرژی کل رگبارها (E)در حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای ($I_{۳۰}$) آن‌ها به دست آمد. در هر رگبار پس از محاسبه انرژی جنبشی در فواصل ۱۵ دقیقه‌ای، انرژی جنبشی در مقدار بارندگی هر دوره ضرب گردید و نهایتاً حاصل جمع انرژی جنبشی کل مدت بارندگی در حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای رگبار ضرب شد .(Renard et al., ۱۹۹۷)

رابطه (۲) $$KE = 11.87 + 8.73 \log I$$

که در آن: KE انرژی جنبشی یک رگبار در واحد سطح و ارتفاع($Jm^{-۲}.mm^{-۱}$) باران I شدت باران ($mm.h^{-۱}$) است.

مقادیر عامل فرسایش‌پذیری از صفر تا یک $Mg.h.(MJ.mm)^{-۱}$ متغیر است. مقدار K با استفاده از معادله زیر ارائه شده است (Renard and Freimund, ۱۹۹۴)

رابطه (۳) $$K = 0.0035 + 0.00388 exp\left|-0.5\ \frac{(\log Dg + 1.519)^2}{0.57517}\right|$$

که در آن: Dg میانگین قطر ذرات خاک است.

که در آن: f_i کسر ذرات بر حسب درصد، d_i میانگین قطر ذرات خاک برحسب mm می‌باشد. پس از برآورد عامل فرسایش‌پذیری برای نقاط نمونه‌برداری شده در سطح عرصه‌های زهکش، مختصات جغرافیایی آن‌ها همراه با مقدار عامل K وارد محیط Arc GIS ۱۰.۳ شده و نقشه عامل فرسایش‌پذیری خاک تهیه گردید.

برای محاسبه عامل شیب (LS) ابتدا نقشه شیب حوضه بر حسب درجه تهیه گردید. سپس مدل رقومی منطقه (با دقت ۱۰ متر) توسط ابزار پرکننده گودی‌ها اصلاح شد و از مدل رقومی اصلاح شده نقشه رستری جهت جریان استخراج و در نهایت از آن نقشه رستری تجمع جریان برای کل حوضه به دست آمد. رابطه (۶) برای محاسبه عامل LS در نرم افزار Arc GIS ۱۰.۳ استفاده شد (Moore and Wilson, ۱۹۹۲):

رابطه (۴) $$LS = (۱.۴)\ [Fac \times ۱۰ / a.]^{۰.۴}\ [\sin (r) / \sin b.]^{۱.۴}$$

که در آن Fac نقشه رستری جریان تجمعی حوضه، (r) زاویه شیب بر حسب درجه، a. طول کرت استاندارد (که برابر با ۱۳/۲۲ متر می‌باشد)، b.شیب کرت استاندارد (که برابر با ۱۴۳/۵ درجه) می باشد.

در یک سطح وسیع مانند حوضه برآورد عامل پوشش گیاهی با مشکلاتی مواجه است. به همین دلیل استفاده از فن سنجش از دور در تخمین و پهنه‌بندی این عامل پیشنهاد می‌شود. در این راستا می‌توان از تصاویر ماهواره‌ای بهره برد به گونه‌ای که ابتدا اقدام به تهیه شاخص تفکیک پوشش گیاهی نرمال شده کرد. برای تبدیل این شاخص به عامل پوشش گیاهی از رابطه (۸) (Van der Knijff et al, ۱۹۹۹) استفاده گردید:

رابطه (۵) $$C = \exp[-a \times \frac{NDVI}{\beta - NDVI}]$$

که در آن و پارامترهای مربوط به شکل منحنی شاخص می‌باشند (Van der Knijff et al, ۱۹۹). در نتیجه مقادیر C در هر سلول می‌تواند مورد محاسبه قرار گیرد. مقادیر C می‌تواند از نزدیک صفر برای خاکهای با سطح حفاظتی بالا تا ۱ برای خاکهای شخم خورده و تحت آیش تغییر کند .(Renard et al., ۱۹۹۷) در حوزه آبخیز مورد مطالعه به دلیل آن‌که هیچ گونه اقدامات حفاظتی شامل موارد نامبرده صورت نگرفته بود و اراضی کشاورزی در جهت شیب شخم خورده بودند، لذا مقدار عامل حفاظتی بر این اساس در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

مقدار عامل فرسایندگی باران (R) در سطح حوزه آبخیز ۳۱/۹۲ $MJ.mm(ha.h)^{-۱}$ بود. رنارد و فریماند (۱۹۹۴) با استفاده از اطلاعات ۱۳۲ ایستگاه هواشناسی در آمریکا، مقدار این عامل را از ۸۵ تا ۱۱۹۰۰ $MJ.mm(ha.h)^{-۱}$ به دست آوردند. کولی و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از اطلاعات ۳۵ ایستگاه هواشناسی عامل فرسایندگی باران را برای منطقه‌ای در چین از ۳۴۸ تا ۲۳۵۲ $Mj.mm(ha.h)^{-۱}$ به دست آوردند.

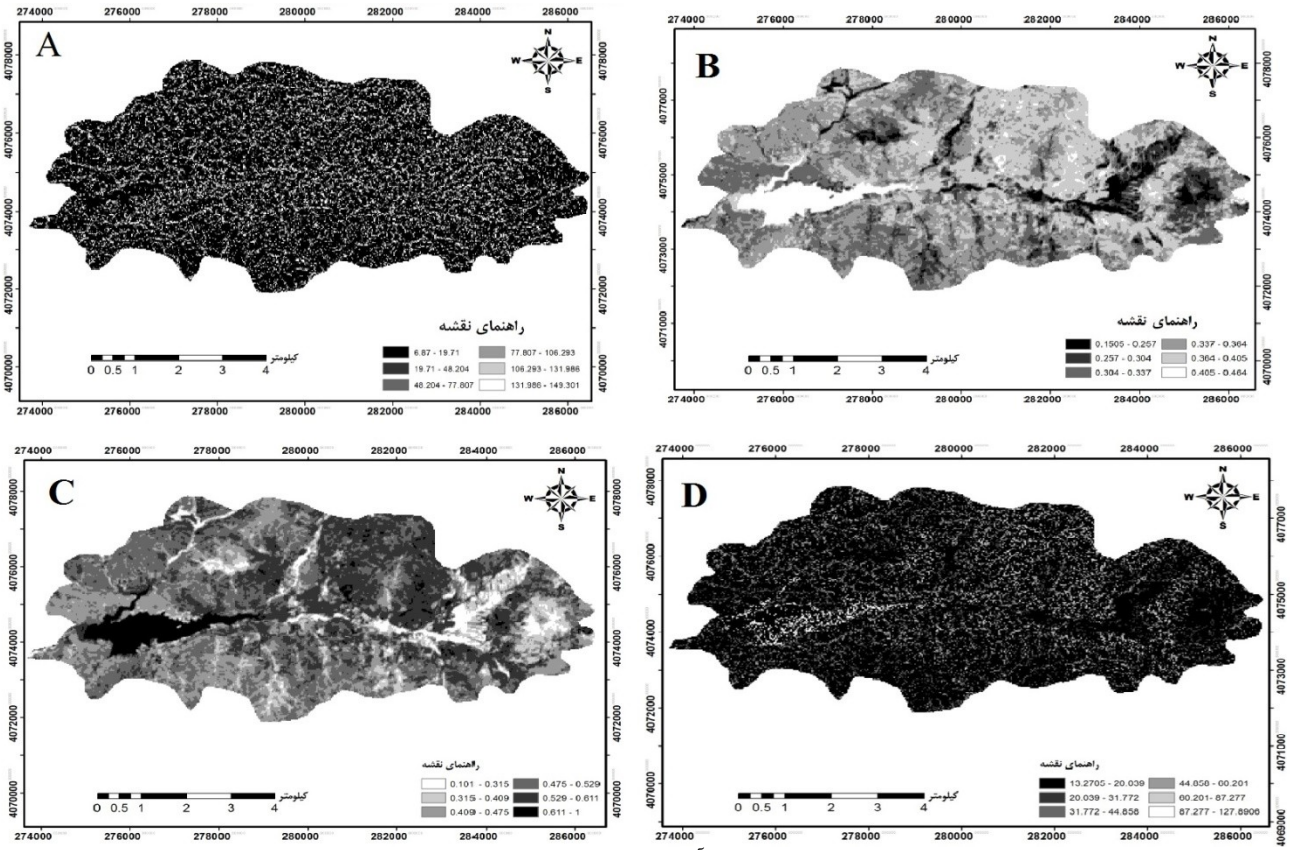
مطابق با نقشه عامل فرسایش‌پذیری خاک (شکل ۱)، مقادیر این عامل در سطح حوزه بین ۱۵/۰ تا ۴۶/۰ $MJ.mm(ha.h)^{-۱}$ متغیر می‌باشد. مقادیر فرسایش‌پذیری خیلی کم (از ۱۵/۰ تا ۲۵/۰$MJ.mm(ha.h)^{-۱}$) مربوط به خاکهای با بافت لوم شنی، فرسایش‌پذیری کم (از ۲۵/۰ تا ۳۶/۰$MJ.mm(ha.h)^{-۱}$) مربوط به خاکهای با بافت متوسط و رسی و فرسایش‌پذیری متوسط (۳/۰تا ۳۶/۰ $(MJ.mm(ha.h)^{-۱}$

مربوط به خاکهای لومی، لوم رسی و رسی سیلتی می‌باشد. کولی و همکاران (۲۰۰۹) مقادیر فرسایش‌پذیری را در جزیره کرت در چین با استفاده از همان رابطه از ۰۲/۰ تا ۰۴/۰ $Mg.h.(MJ.mm)^{-1}$ برآورد نمودند. به علت وجود اختلافات زیاد در توپوگرافی منطقه، مقادیر عددی نقشه عامل طول و درجه شیب حوزه (LS) از ۸۷۱/۶ تا ۳۰۱/۱۴۹ تغییر کرد (شکل ۱). توجه به نقشه شیب، منطقه مورد مطالعه دارای توپوگرافی نامنظمی می‌باشد. مقادیر عامل طول و درجه شیب توسط محققین مختلف (لوریتو و همکاران، ۲۰۰۴)، ابوحامد، ۲۰۰۹) بسته به وضعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه از صفر تا ۱۴۶ برآورد شده است. همچنین اسدی و همکاران (۲۰۱۱) مقدار این عامل را بین صفر تا ۲۸۹ در حوزه آبخیز ناورود گزارش کردند.

مقدار عامل پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی بین ۱۰۱/۰ تا یک متغیر می‌باشد شکل(۲) قسمت (C). برخی از قسمت‌های شرقی و شمال غربی منطقه به علت وجود پوشش مناسب دارای مقادیر عددی کمتری در نقشه می‌باشند. اما بیشتر قسمت‌های منطقه به علت دارا بودن شیب‌های تند و وجود سنگریزه زیاد در سطح خاک که از رشد پوشش گیاهی جلوگیری به عمل آورده لذا مقدار عددی بیشتری را در نقشه عامل پوشش گیاهی دارا هستند. مساحت عمده منطقه از نظر این عامل در کلاس ۵۲۹/۰ تا ۶۱۱/۰ قرار می‌گیرد. گیتاس و همکاران (۲۰۰۹) مقادیر عامل C را به ترتیب در مناطقی از یونان از ۰۸۲/۰ تا ۸۳۹/۰ تخمین زدند. همچنین پاتریچ و همکاران(۲۰۰۶) نیز در حوزه‌ای در رومانی مقادیر فاکتور C را از ۰۲۵/۰ تا ۰۷۶/۰ تخمین زدند. عامل عملیات حفاظتی خاک به دلیل عدم وجود هر گونه اقدامات حفاظتی در منطقه مذکور یک لایه با مقدار عددی ثابت (یک) در نظرگرفته شد (اسدی و همکاران، ۲۰۰۱).

نقشه میزان فرسایش خاک از ترکیب پنج لایه عامل فرسایندگی باران، عامل فرسایش‌پذیری خاک، عامل طول و درجه شیب، عامل پوشش گیاهی و عامل عملیات حفاظتی به دست آمد (شکل ۱). مطابق نقشه میزان فرسایش برآورد شده با مدل RUSLE در محیط نرم افزار Arc GIS ۱۰.۳ از ۲۷۰/۱۳ تا ۸۹۰/۱۲۷ برحسب تن در هکتار در سال متغیر است. مناطق با مقدار فرسایش زیاد (۲۷۷/۸۷ تا ۸۹۰/۱۲۷ تن در هکتار در سال) تا متوسط (۸۵۶/۴۴ تا ۲۰۱/۶۰ تن در هکتار در سال) اغلب در نواحی شیبدار (بالا بودن میزان عامل LS) قرار دارند که پوشش گیاهی ضعیف می‌باشد. شی و همکاران (۲۰۰۹) و کولی و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعات خود با استفاده از مدل RUSLE مقادیر فرسایش خاك را به ترتیب از صفر تا بیشتر از ۴۰ و صفر تا ۴۲۵ تن در هکتار در سال برآورد نمودند. لوریتو و همکاران(۲۰۰۹) نیز در سه اکوسیستم متفاوت در ایتالیا، با استفاده از مدل RUSLE، میزان خطر فرسایش را از صفر تا بیش از ۵۰۰ تن در هکتار در سال تخمین زدند.

شکل۱- نقشه عامل طول و درجه شیب (A)، نقشه عامل فرسایش پذیری (B)، نقشه عامل پوشش گیاهی (C)، نقشه میزان فرسایش خاک برآورد شده (D) در حوزه آبخیز تهم چای شمال غرب زنجان



منابع

Abu Hammad, A. ۲۰۰۹. Watershed erosion risk assessment and management utilizing revised universal soil loss equation-geographic information systems in the Mediterranean environments. Water and Environ. J

Asadi, H. Vazife doost, M. Mousavi, S. A. and Honarmand, M, ۲۰۱۱. Evaluation and zoning soil erosion risk used by RUSLE, GIS and RS in Navroud watershed. Presenting the results of Guilan Regional Water Corporation. (In Persian)

Eynard, A., Schumacher, T.E., Lindstrom, M.J. and Malo, D.D. ۲۰۰۴. Aggregate sizes and stability in cultivated South Dakota Prairie Ustolls and Usterts. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۸: ۱۳۶۰-۱۳۶۵.

Gitas I.Z., Douros, K., Minakou, Ch., Silleos, G.N. and Karydas, Ch.G. ۲۰۰۹. Multi temporal soil erosion risk assessment in N. Chalkidiki using a modified USLE raster model. EARSeL eProceedings ۸(۱): ۴۰ -۵۱.

Kouli, M., Soupios, P. and Vallianatos, F. ۲۰۰۹. Soil erosion prediction using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania,

Lorito, S., Pavanelli, D., Bigi, A., Stanchi, S. and Vianello, G. ۲۰۰۴. Introduction of GIS based RUSLE model for land planning and environmental management in three different Italian's ecosystems. Eurosoil ۲۰۰۴, Freiburg, Germany September, ۴-۱۲.

Makhdoom, M. darvishsefat, A. Environmental assessment and planning with GIS. ۲۰۰۲. Press Tehran University.۲۳۴- ۳۰۴ p. (In Persian)

Mohammed Al-Quraishi, A. ۲۰۰۳. Soil erosion risk prediction with RS and GIS for the northwestern part of Hebei province, China. Pakistan J. of Applied Sci. ۳(۱۰-۱۲): ۶۵۹ ۶۶۹.

Moore, I.D. and Wilson, J.P. ۱۹۹۲. Length-slope factors for the Revised Universal Soil Loss Equation: Simplified method of estimation. J. Soil and Water Conserv. ۴۷: ۴۲۳

Renard, K.G. and Freimund, J.R. ۱۹۹۴. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. J. of Hydrology, ۱۷۴: ۲۸۷-۳۰۶.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., ۱۹۹۱. RUSLE: revised universal soil loss equation. J. Soil Water Conserv. ۴۶, ۳۰-۳۳.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.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, USA .۴۰۴ p.

Shi, Z.H., Cai, C.F., Ding, S.W., Wang, T.W. and Chow, T.L. ۲۰۰۴. Soil conservation planning at the small watershed level using RUSLE with GIS: a case study in the Three Gorge Area of China. Catena ۵۵: ۳۳-۴۸.

Van der Knijff, M., Jones, R.J.A. and Montanarella, L. ۱۹۹۹. Soil erosion risk in Italy. EUR۱۹۰۲۲.EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, ۵۴p.

Wang, G., Gertner, G., Fang, S. and Anderson, A.B. ۲۰۰۳. Mapping multiple variables for predicting soil loss by geostatistical methods with TM images and a slope map. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing ۶۹: ۸۸۹-۸۹۸.

Whishmeier, W.H. and Smith, D.D. ۱۹۷۸. Predicting rainfall erosion losses- a guide to soil conservation planning. U.S Department of Agriculture, Agriculture handbook NO.۵۳۷.

Abstract

Estimation of soil loss is a crucial factor in the planning of sustainable land use. Many empirical and mathematical soil erosion models have been developed worldwide. The revised universal soil loss equation was developed to assess soil loss in agricultural land and range land. In this work we attempt to estimate soil loss based on the RUSLE using the capabilities of remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) in the TahamChai catchment, NW Iran. Toward this, the maps of soil erosion factors consisting rainfall intensity, soil erodibility, slope steepness and length, vegetation cover, and conservation practices were provided and used to extract soil loss map. Soil loss estimated in the catchment area varied from ۱۳.۲ t $ha^{-1}year^{-1}$ to ۱۲۷.۹ t.$ha^{-1}year^{-1}$. The high rates of soil estimation in the catchment were associated to some areas, where slope steepness is high, vegetation cover is weak and soil is erodible.

بررسی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک (کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی) در جهت شیب‌های مختلف تپه‌های لسی در اقلیم‌های مختلف در استان گلستان

بایرام محد آغشته [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، اسماعیل دردی پور [۳]، رضا قربانی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
مطالعه شاخص های کیفیت خاک بر روی بخش های متفاوت اراضی شیب‌دار و کاربرد شاخص های مناسب امکان بهره برداری بهتر از خاک را در این گونه اراضی فراهم می کند. هدف از این مطالعه ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک از جمله کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی در جهت شیب‌های شمالی و جنوبی در موقعیتهای مختلف شیب با کاربری مرتع در سه منطقه از تپه های لسی شرق استان گلستان با شرایط اقلیمی متفاوت می باشد. نتایج حاصله نشان داد که اختلاف معنی داری در شاخص های کیفیت خاک بین شیب های شمالی و جنوبی در هر سه منطقه وجود دارد. تمامی شاخص های کیفیت خاک مطالعه شده در جهت شیب شمالی بدلیل رطوبت قابل دسترس بیشتر و به طبع آن فعالیت بیولوژیک زیادتر، از شیب جنوبی بیشتر بود. در بین سه منطقه مختلف اقلیمی نیز تفاوت معنی داری در شاخص های کیفیت خاک وجود داشت.

واژه های کلیدی: کیفیت خاک، تپه های لسی، جهت شیب، اقلیم مختلف

مقدمه
با توجه به نقش خاک در تامین غذای جمعیت رو به رشد جهان، در سال‌های گذشته شناخت جنبه‌های گوناگون کیفیت خاک مانند فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و کانی‌شناسی مورد توجه پژوهش گران قرار گرفته است (لال و همکاران، ۱۹۹۹؛ بلیر و همکاران، ۱۹۹۵). ذخایر ماده آلی و کربن خاک، شاخص مناسبی از کیفیت خاک است که به تغییرات عملیات مدیریتی حساس می باشد و توسط پژوهش‌گران به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خاک معرفی شده است (گرگوریچ و همکاران، ۱۹۹۴، لال، ۲۰۰۴). تفاوت‌های شیب به طور مستقیم می‌تواند بر شرایط محیطی خاک، از جمله دما، قرار گرفتن در معرض نور و سطوح رطوبت تاثیر بگذارد (بنی و همکاران، ۲۰۰۸). جهت شیب همچنین اثرات قابل توجهی بر تنوع مکانی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، تولید و ترکیب گونه‌های گیاهان مرتعی تپه‌های لسی دارد (گونگ و همکاران،۲۰۰۶). زیست توده میکروبی خاک، نسبت میکروبی و شاخص‌های فیزیولوژیکی میکروبی (به عنوان مثال باکتری های گرم مثبت و گرم منفی) همه شاخص های زیستی حساس هستند که می تواند برای ارزیابی کیفیت (هریس، ۲۰۰۳) و سلامت (زو و دینگ، ۲۰۰۷) خاک استفاده شود. تاثیر جهت شیب بر فعالیت میکروبی و کربن زیست‌توده میکروبی یک شاخص مهم است که نشان دهنده‌ی کیفیت و سلامت خاک است (گیل- استورز و همکاران، ۲۰۰۵) و همچنین به عنوان یک شاخص موثر برای ارزیابی تغییرات در خصوصیات خاک و درجه تخریب خاک به کار می رود (اسمیت وپل، ۲۰۰۶). هدف از این مطالعه بررسی تغییرات کربن آلی و کیفیت خاک های لسی در شیب های غالب شمالی و جنوبی در موقعیت های مختلف شیب با کاربری مرتع در سه منطقه از تپه های لسی شرق استان گلستان با شرایط اقلیمی متفاوت می باشد.

مواد و روش‌ها



منطقه مورد مطالعه، یک شیب اقلیمی با سه حوزه اقلیمی متفاوت با شیب‌های شمالی و جنوبی خاکهای تپه‌های لسی شرق استان گلستان انتخاب شد (شکل-۱).

شکل ۱- موقعیت سه منطقه‌ی مطالعاتی در استان گلستان

شیب اقلیمی مورد مطالعه از نظر رژیم رطوبتی شامل مناطق کلاله با رژیم رطوبتی تیپیک زریک با بارندگی ۶۰۰ میلی‌متر، آق بند با رژیم رطوبتی اریدیک زریک با بارندگی ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر و داشلی‌برون با رژیم رطوبتی اریدیک با بارندگی ۲۰۰ میلی‌متر می باشد. اقلیم محدوده مورد بررسی در سیستم دومارتن، نواحی مرطوب تا خشک را در بر می‌گیرد. نمونه برداری سطحی از کاربری مرتع در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر در شیب‌های شمالی و جنوبی و از موقعیتهای مختلف زمین نما شامل قلّه شیب، وسط شیب و پای شیب در سه تکرار به گونه‌ای که اثر دیگر عوامل موثر بر تشکیل خاک و ماده آلی (توپوگرافی، جهت و زاویه شیب) در هر منطقه مطالعاتی یکسان باشد، جهت بررسی پارامترهای کیفیت خاک شامل کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی برداشته شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه کربن آلی خاک به روش (نلسون،۱۹۸۲) تعیین شد. اکسیداسیون کربن آلی توسط دی کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ انجام شد و توسط آمونیوم فروسولفات نیم نرمال در مجاورت معرف فنانترولین با روش تیتراسیون، مقدار کربن آلی اندازه گیری شد. تنفس میکروبی به روش تصاعد دی‌اکسیدکربن (استوتزکی، ۱۹۶۵) به این صورت که نمونه های خاک در ظروف بسته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته در انکوباتور نگهداری شد و مقدار دی اکسید کربن تولید شده، توسط سدیم هیدروکسید جذب گردیده و بوسیله تیتراسیون تعیین شد و کربن بیومس میکروبی از روش ضدعفونی-عصاره گیری اندازه گیری شد (اسپارلینگ و وست،۱۹۸۸). ۵۰ گرم نمونه خاک مرطوب را به مدت ۲۴ ساعت تدخین و سپس کلروفرم را حذف نمودیم. خاک تدخین شده (یک قسمت) را با محلول سولفات پتاسیم (پنج قسمت) مخلوط کردیم و سپس به مدت

۳۰ دقیقه شیک کرده و صاف نمودیم. همین روش را برای نمونه شاهد ولی بدون تدخین انجام دادیم. سپس کربن آلی را در عصاره ها اندازه گیری کردیم. در یک بالون ته گرد، ۸ میلی لیتر از عصاره خاک را با ۱۰ میلی لیتر محلول دی کرومات پتاسیم و ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ حاوی سولفات نقره مخلوط کردیم. بالن را به یک کندانسور متصل نموده و تحت شرایط رفلاکس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد جوشانده و سپس در دمای آزمایشگاه خنک نمودیم. کندانسور را برداشته و ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ۳/۰ میلی‌لیتر محلول شناساگر اضافه نموده و با محلول فروآمونیوم سولفات تیتراسیون را انجام دادیم تا تغییرات رنگ از سبز مایل به آبی و در نقطه ی پایان قهوه ای مایل به قرمز بروز کرد. در مورد شاهدها نیز به همان ترتیب عمل کردیم. در نتیجه محاسبه نتایج با معادلات زیر صورت گرفت.

$$mg\ C(\text{آلی}).g^{-1}dm = \frac{(B - S\ \text{یا}\ C) \times 0.3 \times V \times 1000 \times 100}{\text{ml} \times \text{SW} \times \%\text{dm}} \quad (۱)$$

در این معادله، C مقدار کربن آلی در یک گرم عصاره خاک و B میانگین حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای شاهد استاندارد بر حسب (میلی لیتر) و S میانگین حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای نمونه ها بر حسب (میلی لیتر) و C حجم فرو آمونیوم سولفات مصرفی برای شاهد نمونه ها برحسب (میلی لیتر) می باشد. همچنین ۳/۰: فاکتور تبدیل (یک میلی لیتر از فرو آمونیوم سولفات ۱/۰ مولار معادل ۳/۰ میلی گرم کربن می‌باشد) و V حجم عصاره بر حسب (میلی لیتر) و ۱۰۰۰: فاکتور تبدیل (۱۰۰۰ میکرو گرم = ۱ میلی گرم) و ml حجم عصاره صاف شده بر حسب (میلی لیتر) و SW وزن اولیه خاک می باشد.

در معادله (۲)

$$\text{MBC} = \frac{\text{S} - \text{C}}{0.35}$$

(MBC) کربن بیومس میکروبی بر حسب (میلی گرم کربن بیومس در صد گرم خاک خشک) و (S) میانگین تعداد میلی گرم کربن آلی در صد گرم خاک خشک (تدخین شده) و (C) میانگین تعداد میلی گرم کربن آلی در صد گرم خاک خشک شاهد (بدون تدخین) و (۰/۳۵) فاکتور K_{EC})برای تبدیل کربن آلی به کربن میکروبی) می باشد. درنهایت داده های به دست آمده در قالب طرح کرت های خرد شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس منابع تغییر و مقایسه میانگین ها در سطح ۵% و ۱% با آزمون دانکن و LSD و به کمک نرم افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تحلیل آماری داده‌های مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در جدول شماره‌ی ۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱- مقایسه‌ی میانگین شاخص‌های کیفیت خاک

تیمارها	کربن آلی (%)	تنفس میکروبی ($mgCO_2/gsoil$)	کربن بیومس میکروبی ($mgC_{biomass}/100grsoil$)
اقلیم			
زریک	A ۱/۷۹	A ۰/۱۳	A ۲۹۴/۶
اریدیک-زریک	B ۱/۴۰	A ۰/۱۲	B ۲۶۴/۷
اریدیک	C ۰/۶۵	B ۰/۰۹	C ۱۰۴/۲
موقعیت			
قله ی شیب	B ۱/۳۲	B ۰/۱۲	A ۲۴۰/۴
پشته شیب	C ۱/۱۱	A ۰/۱۱	B ۱۹۳/۱
پای شیب	A ۱/۴۱	A ۰/۱۲	A ۲۳۰/۱
جهت			
شمالی	A ۱/۷۹	A ۰/۱۴	A ۲۸۱/۷
جنوبی	B ۰/۷۷	B ۰/۰۹	B ۱۶۰/۷

*حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشد.

اثر اقلیم بر شاخص های کیفیت خاک: میانگین شاخص‌های کیفیت خاک(کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی) در منطقه مرطوب کلاله با رژیم رطوبتی زریک نسبت ب منطقه‌ی آق بند با رژیم رطوبتی اریدیک زریک و میانگین آن در منطقه آق بند نسبت به منطقه‌ی داشلی برون با رژیم رطوبتی اریدیک بیشتر است و اختلاف معنی دار در سطح ۵% بین مقادیر شاخص های کیفیت خاک وجود دارد. در منطقه کلاله به دلیل بارندگی بیشتر و پوشش گیاهی بهتر مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی نسبت به دو منطقه دیگر بیشتر است. همچنین در منطقه آق بند نیز بارندگی و پوشش گیاهی نسبت به منطقه ی خشک داشلی برون بیشتر است. بنابراین مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی نیز در منطقه‌ی آق بند بیشتر از منطقه‌ی خشک داشلی‌برون می

باشد. (بی و همکاران،۲۰۰۸) نیز اظهار داشتند که مقدار کربن بیومس میکروبی ارتباط مستقیم با تغییرات اقلیم و رشد پوشش گیاهی دارد.

اثر موقعیت شیب بر شاخص‌های کیفیت خاک: در هر سه منطقه بین موقعیت قله‌ی شیب و وسط شیب اختلاف معنی دار در سطح ۵% بین مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی وجود دارد اما بین موقعیت قله ی شیب و پای شیب در هر سه منطقه در بین مقادیر شاخص های کیفیت خاک اختلاف معنی داری وجود ندارد. در شیب پشتی به دلیل فرسایش بیشتر و پوشش گیاهی کمتر مقادیر شاخص‌های کیفیت خاک نسبت به قله ی شیب و پای شیب کاهش می یابد.

اثر جهت شیب بر شاخص‌های کیفیت خاک: جهت شیب اثر بسیار مهمی روی شاخص‌های کیفیت خاک دارد. به طوری که مقادیر شاخص‌های کیفیت خاک در هر سه موقعیت شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی بیشتر است. به طوری که بین مقادیر کربن آلی، کربن بیومس و تنفس میکروبی شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی در هر سه منطقه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری در سطح ۵% وجود دارد. (یمیر و همکاران، ۲۰۰۶) اظهار داشتند که جهت شیب و پوشش گیاهی علاوه بر ذخایر کربن آلی، نیتروژن کل خاک‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

منابع

Lal, R. ۲۰۰۴. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Sci. ۳۰۴: ۱۶۲۳-۱۶۲۷.

Stotzky, G. ۱۹۶۵. Microbial respiration. In : Black, C.A. [Ed.]. methods of soil analysis, part. Am. Soc. Of Agron : ۱۵۵۰-۱۵۷۲. Inc, Madison, wis

Bi, J.T., He, D.H., Huang, Z.Y., ۲۰۰۸. Response of soil microbial community activity to vegetation restoration in degraded ecological system. J. Soil Water Conserv. ۲۲ (۴),۱۹۵-۱۲۰ (in Chinese).

Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., Seoane, S., ۲۰۰۵. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. Soil Biol. Biochem. ۳۷, ۸۷۷-۸۸۷.

Gong, X., Brueck, H., Giese, K.M., Zhang, L., Sattelmacher, B., Lin, S., ۲۰۰۸. Slope aspect has effects on productivity and species composition of hilly grassland in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China. J. Arid Environ. ۷۲, ۴۸۳-۴۹۳.

Harris, J.A., ۲۰۰۳. Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration. Eur. J. Soil Sci. ۵۴ (۸), ۸۰۱-۸۰۸.

Smith, U., PauI, E.A., ۲۰۰۶. The significance of soilmicrobial biomass estimations. Soil Biol. Biochem. ۶, ۳۵۷-۳۵۹

Sidari, M., Ronzello, G., Vecchio, G., and Muscolo, A. ۲۰۰۸. Influence of slopeaspects on soil chemical and biochemical properties in a Pinus laricio forestecosystem of Aspromonte (Southern Italy). Euro. J. Soil Biol. ۴۴: ۳۶۴-۳۷۲

Tan, Z.X., Lal, R., Smeck, N.E., and Calhoun, F.G. ۲۰۰۴. Relationshipsbetween surface soil organic carbon pool and site variables. Geoderma.۱۲۱: ۱۸۷-۱۹۵.

Abstract

Investigation of soil quality Indicators on different parts of the slopes and the application of appropriate indicators help in better utilization of the soils in an area. The purpose of this study was to evaluate changes in soil quality indicators such as organic carbon, carbon microbial biomass and respiration rate in north and south slope aspects of the pasture in the area of the loess hills of Eastern Golestan province with different climatic conditions. Results showed there is a significant difference in soil quality indicators among the northern and southern slopes.All studied quality attributes were significantly higher in northern slope compared to the southern one which is mainly related to the higher moisther availability and subsequently higher biologic activity in the northern slopes. Also there were significant difference in soil quality indicators in the three different climate regions.

ارزیابی وضعیت عناصر غذایی و تعیین محدودیت‌های بستر خاك فضای سبز پایانه مسافربری امام رضا (ع)، مشهد

صدیقه ملکی [۱]، رضا پوزشی [۲]، علیرضا کریمی [۳] و محسن شریعتی [۴]
۱-دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲-کارشناس ارشد اداره تعاون روستایی شهرستان بردسکن، ۳-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۴-دانشجوی دکتری علوم خاک پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد

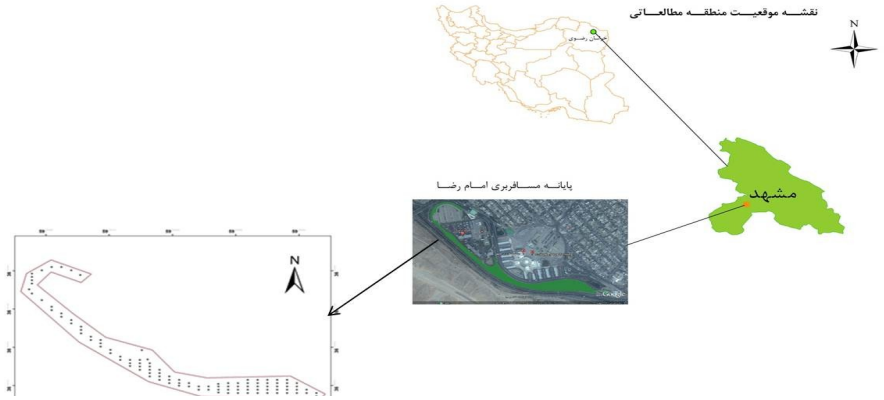
چکیده
وجود تغییرات مکانی در خصوصیات خاک امری طبیعی می‌باشد و شناخت این تغییرات به ویژه در فضای سبز جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری اجتناب ناپذیر است. هدف از این پژوهش، شامل ارزیابی فضای سبز در ناحیه مورد مطالعه و بررسی محدودیت‌های موجود در منطقه و پیشنهاد برای کاشت گیاه مناسب و اصلاح نحوه تصمیم‌گیری درکاشت فضای سبز منطقه پایانه می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در پایانه مسافربری امام رضا، در بخش جنوب غرب شهر مشهد واقع گردیده است. نمونه‌برداری در ۱۰۴ نقطه از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری انجام شد. همچنین تعداد ۳ سه خاکرخ حفر، سپس تشریح و نمونه‌برداری آن‌ها صورت گرفته است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مهم‌ترین محدودیت این خاک‌ها عمق کم آن‌ها می‌باشد و خاک منطقه عمدتا فاقد عمق کافی جهت رشد و توسعه درختان با سیستم ریشه‌ای عمیق می‌باشد. همچنین غلظت عناصر غذایی در خاک پایین‌تر از حد کفایت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی محدودیت، خصوصیات خاک، پایانه مسافربری امام رضا

مقدمه
نیازهای مختلف بشر از جمله سرپناه و مسکن، غذا، پوشاك، آب و سوخت به نحوی از زمین تامین می‌گردد. حفظ منابع زیستی برای آیندگان تنها در سایه بهینه‌سازی بهره‌برداری از آن‌ها امکان‌پذیر خواهد بود. از سوی دیگر، حفظ و نگهداری حاصلخیزی و متناسب بودن وضعیت خاك برای داشتن کشاورزی پایدار و رفع نیازهای غذایی اصلی جمعیت در حال افزایش امری ضروری است. توزیع جغرافیایی خاك‌ها براساس عوامل خاک‌سازی متفاوت است و در نتیجه خاك‌های مختلفی با خواص شناسایی و استعداد و امکانات متفاوت و گاهی نیز با انواع محدودیت‌ها به وجود می‌آید (جعفری و سرمدیان، ۱۳۸۲).
توسعه فیزیکی شهرها فرایند پیچیده‌ای است که با مطالعه روابط متقابل میان عوامل بیوفیزیکی و انسانی شناخته می‌شود (He., et al ,۲۰۰۶). با افزایش بی‌رویه جمعیت شهرها و افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و حمل و نقل و تردد، شهرها و جوامع بشری در معرض آسیب‌های زیست محیطی جبران‌ناپذیری قرار می‌گیرند. این امر خود زمینه‌ساز از بین رفتن فضاهای سبز درون شهری و تغییر کاربری اراضی است. این درحالی است که فضای سبز به عنوان ریه‌های تنفسی شهر به شمار می‌روند و فقدان آن به معنی نبود سلامت جسمی و روانی در شهرها محسوب می‌شود (Balram and Dragicevic, ۲۰۰۵). امروزه بسط و گسترش فضاهای سبز شهری و در مناطق پرتردد بخصوص در پایانه‌های مسافربری دارای اهمیت فراوانی می‌باشد؛ توجه به محل احداث، شرایط مناسب خاکی و تغذیه‌ای برای رشد گیاهان از اهمیت بسزایی برخوردار هستند؛ به طوری که اگر این امر تحقق نیابد نه تنها هزینه‌های مربوط به فضای سبز سرسام آور خواهد شد بلکه اهداف زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن نیز تحقق نخواهد یافت.
اذانی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی با عنوان برنامه‌ریزی فضای سبز شهری با تاکید بر مناطق گرم و خشك جنوب ایران بیان می‌کنند که استفاده از گونه‌های گیاهی بومی مناطق گرم و خشك، علاوه بر ایجاد تنوع و زیبایی، در کاهش آلودگی‌های هوا و آلودگی صوتی و نیز به دلیل نیازهای کمتر و سازگاری بیشتر از نظر هزینه نگهداری موثرند. نتایج تحقیقات سرمدیان و تقی‌زاده (۱۳۸۸) بیان می‌دارند با توجه به نیاز ضروری بشر برای دستیابی به کشاورزی پایدار و عدم گسترش آثار ناشی از بهره‌برداری غلط از اراضی، لزوم یک برنامه‌ریزی صحیح و طولانی مدت در زمینه استفاده از اراضی براساس استعدادشان و دسترسی اطلاعات منابع اراضی و خصوصیات خاکی به صورت دقیق احساس می‌گردد.
اراضی تحت کشت فضای سبز پایانه مسافربری امام رضا (ع) مشهد به دلیل تردد وسایل نقلیه، شکل منحصر بفرد اراضی، آلودگی شدید دارای اهمیت خاصی هستند. اکوسیستم بسیار شکننده این اراضی، که شدیدا تحت تاثیر آلودگی وسایل نقلیه هستند، نقش اساسی در ذخیره عناصر غذایی و نگهداری گیاهان منطقه ایفا می‌نماید. به منظور حفظ و مدیریت ذخایر عناصر غذایی، توسعه فضای سبز پایدار، حفاظت و بازیابی اکوسیستم‌های موجود در این اراضی، بررسی وضعیت عناصر غذایی خاک ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به این‌که تاکنون در این پایانه پژوهشی در زمینه بررسی غلظت عناصر غذایی جهت بررسی وضعیت عناصر خاک صورت نگرفته است این پژوهش به منظور دسترسی به اهداف ۱- ارزیابی فضای سبز در ناحیه مورد مطالعه و بررسی محدودیت‌های موجود در منطقه و ۲- بررسی شرایط خاک و غلظت عناصر غذایی و پیشنهاد برای کاشت گیاه مناسب و اصلاح نحوه تصمیم‌گیری درکاشت فضای سبز منطقه پایانه انجام شد.

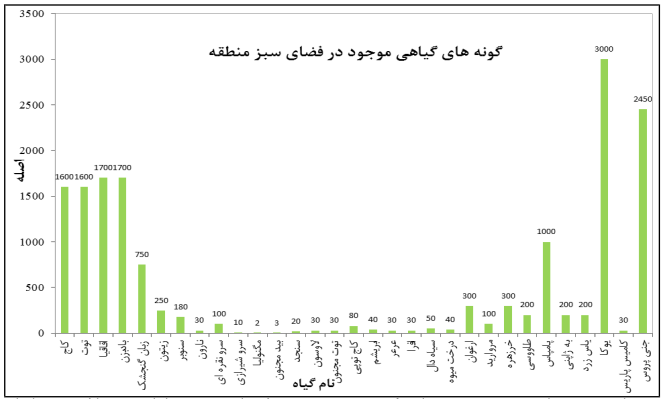
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۴۷ هکتار در انتهای خیابان امام رضا (ع) و جاده شهید کلانتری در بخش جنوب‌غربی شهر مشهد واقع گردیده است. این منطقه در طول جغرافیایی ۳۴ ۳۵ ۵۹ تا ۰۷ ۳۵ ۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ۴۱ ۱۵ ۳۶ تا ۴۹ ۱۵ ۳۶ شمالی قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی و شهر مشهد

پس از بازدید منطقه و شناسایی دقیق موقعیت فضای سبز، به طریق شبکه‌بندی سیستماتیک از ۱۰۴ نقطه نمونه‌برداری شد. موقعیت محل نمونه‌برداری توسط GPS شناسایی گردید. در هر نقطه از افق سطحی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری اقدام به نمونه‌برداری گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه و هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند تا جهت آنالیزهای آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گیرند. بافت خاك پس از اکسیداسیون مواد آلی، با روش هیدرومتری (Bouyoucos, ۱۹۶۲)، اسیدیته خاك در حالت گل اشباع با استفاده از دستگاه pH متر دارای الکترود شیشه‌ای، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی در عصاره اشباع (Page., et al, ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن مواد خنثی شونده با اسید کلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود (Page., et al, ۱۹۸۲)، کربن آلی با اکسیداسیون توسط دی کرومات پتاسیم (Walkley and Black, ۱۹۳۴)، نیتروژن کل خاك با استفاده از روش کجلدال (Bremmer and Mulvaney, ۱۹۸۲)، پتاسیم قابل دسترس به روش شعله‌سنجی (Richards, ۱۹۵۴)، فسفر قابل دسترس به روش اولسن (Olsen and Summer, ۱۹۸۲) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) (Chapman, ۱۹۶۵.) تعیین گردیدند. همچنین لازم به ذکر است با توجه به هدف تحقیق که بررسی وضعیت خاک منطقه و محدودیت‌های آن می‌باشد، با توجه به این‌که هیچ گونه مطالعات خاکشناسی دقیقی در فضای سبز این منطقه صورت نگرفته است جهت بهبود نگرش و دید جامع نسبت به بدین محیط، تعداد ۳ سه خاکرخ حفر، سپس تشریح و نمونه‌برداری آن‌ها صورت گرفته است. شکل ۲ نیز گیاهان کاشته شده در فضای سبز منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد (اقتباس از مکتوبات و گزارشات موجود در واحد مطالعات سازمان پایانه مسافربری امام رضا (ع)).



شکل ۲- مشخصات درختان و درختچه‌های کشت شده در فضای سبز پایانه مسافربری امام رضا (ع)

نتایج و بحث

نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ‌های‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین کلیه خاکرخ‌ها براساس سیستم جامع آمریکایی (کارکنان نقشه‌برداری خاک، ۲۰۱۴) طبقه‌بندی شده‌اند، که نتایج طبقه‌بندی در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج رده‌بندی، تمامی خاکرخ‌های دارای عمق کمی هستند که دلیل آن، وجود سنگ بستر یا تخته سنگ‌های بزرگ انتقالی می‌باشد (شکل ۳). در سراسر خاکرخ و همچنین در اعماق بسیار کمی مواد دست‌ریز و انتقالی مشاهده شد و به همین دلیل، خاک‌ها فاقد افق‌های پدوژنیک هستند؛

جدول ۱- نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی خاکرخ‌های مورد مطالعه در منطقه

شماره خاکرخ	گیاه کاشت شده	افق	ضخامت (cm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	pH	EC(ds/m)	کربن آلی (%)	کربنات کلسیم معادل (%)	CEC ($Cmolkg^{-1}$)
۱	توت	Ap	۰-۲۵	۲۵/۳۶	۶۷/۲۷	۰۸/۳۶	۱۲/۷	۹۷/۶	۵/۰	۵/۴۲	۵۴/۱۵
		C_k	۲۵-۶۰	۳۸/۳۹	۶۲/۲۰	۴۰	۴۰/۷	۹۳/۵	۳۹/۰	۴۷	۲/۱۴
۲	چمن	Ap	۰-۲۵	۳۳/۳۳	۶۷/۶	۶۰	۶۳/۸	۴۵/۴	۴۲/۰	۸	۹۸/۱۳
		C	۲۵-۴۵	۱۶	۱۸	۶۶	۷/۸	۵/۴	۳۴/۰	۱۱	۶۰/۱۲
۳	کاج	Ap	۰-۳۰	۳۱	۳۰/۹	۷۰/۵۹	۹۳/۷	۱۷/۹	۸۹/۰	۲	۱/۱۷
		C	۳۰-۷۰	۳۳/۳۸	۶۷/۷	۵۴	۹۸/۷	۲۰/۱۰	۷/۰	۴	۲/۱۶

جدول ۲- رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در سیستم جامع آمریکایی

خاکرخ	سیستم آمریکایی (۲۰۱۴)
(۱)	Clayey- skeletal, Carbonatic, mesic , Typic Torriorthents
(۲)	Sandy- skeletal, Mixed, mesic , Typic Torriorthents
(۳)	Clayey- skeletal, Mixed, Active, mesic , Typic Torriorthents

لازم به ذکر است در خصوص تعیین نوع گونه گیاهی، با توجه به نتایج خاکرخ‌ها، مهم‌ترین محدودیت این خاک‌ها عمق کم آن‌ها می‌باشد و خاک منطقه عمدتا فاقد عمق کافی جهت رشد و توسعه درختان با سیستم ریشه‌ای عمیق می‌باشد؛ همان‌گونه که در شکل ۳ (الف) مشاهده می‌شود، یک بیرون زدگی سنگی که حاکی از وجود نزدیک بودن سنگ بستر به سطح دارد مشاهده می‌گردد، همچنین در شکل ۳ (ب) مشاهده می‌گردد که گاهی در اعماق کم شاهد سنگ‌های بزرگ بودیم. بنابراین توصیه می‌گردد درختان و یا گیاهانی مدنظر قرار گیرند که از این حیث کمتر دچار مشکل گردند و برای این منظور گیاهان درختچه‌ای بر درختان با ریشه‌های عمیق ارجح می‌باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود در محل کاشت درخت چاله‌های با عمق ۲ متر و عرض ۵/۱ متر حفر شود و با خاک پر شوند.



ب



الف

شکل ۳- بیرون زدگی سنگی (الف) عمق کم خاک (ب)

جدول ۳ نتایج بررسی آماری خصوصیات مطالعه شده را نشان می‌دهد. نتایج نشان دهنده وجود چولگی بالا در مقادیر برخی خصوصیات خاک می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان به ویژگی‌های ذاتی متغیر، شرایط محیطی نظیر فعالیت‌های انسانی و نیز نحوه نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌های برداشت شده ارتباط داد. ضریب تغییرات فسفر قابل دسترس در این پژوهش از همه بیش‌تر و برابر ۹۶ درصد است. ضریب تغییرات کربن آلی خاک، کربنات کلسیم معادل، درصد سیلت، هدایت الکتریکی و فسفر قابل دسترس در کلاس زیاد قرار می‌گیرند. یکی از دلایل این تغییرپذیری، تاثیر نوع متفاوت خاکهای منطقه به دلیل انتقال از مناطق دیگر می‌باشد.

جدول ۳- توصیف آماری ویژگی‌های خاک در فضای سبز پایانه امام رضا (ع)

پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
OC	(%)	۰۷۸/۰	۲۰/۱	۱۲/۱	۵۶۷/۰	۳۹۷/۰	۷۰/۰	۲۵۹/۳	۳۷۸/۰
CCE	(%)	۵/۰	۵/۴۷	۴۷	۴۸۰/۱۳	۱۱۶/۱۲	۸۹/۰	۰۳۴/۱	۹۱/۱۸
Clay	(%)	۱۹	۵۳	۳۴	۱۳۵/۳۱	۶۴/۵	۱۸/۰	۵۱/۰	۷۴۰/۱
Silt	(%)	۳۳/۳	۵۰	۶۶/۴۶	۸۴/۲۱	۲۶/۹	۴۲/۰	۵۱۱/۰	-۱۲۴/۰
Sand	(%)	۸۳/۲۰	۷۰	۱۶/۴۹	۱۰/۴۷	۰۹۷/۱۲	۲۵/۰	-۳۷/۰	-۸۸/۰
pH	Log (H^+)-	۰۷/۷	۹۰/۸	۸۳/۱	۷۳/۷	۳۶/۰	۰۴۶/۰	۵۱۸/۰	۸۷/۰
EC	($ds.m^{-1}$)	۳/۱	۷۵/۱۴	۴۵۰/۱۳	۳۹/۶	۸۲/۲	۴۴/۰	۶۳۷/۰	-۵۳/۰
N total	(%)	۰۰۷/۰	۹۱۳/۱	۹۰۶/۱	۶۵/۰	۱۸۵/۰	۲۸/۰	۷۲/۹	۶۰/۹۷
K total	mg kg^{-1}	۵۶/۱۰	۳۴/۲۰	۷۷/۹	۹۲۸/۱۴	۱۵۱/۲	۱۴/۰	۶۲۴/۰	۰۶۸/۰
P total	mg kg^{-1}	۱۱۳/۰	۸۶۹/۰	۷۵۶/۰	۳۸۰/۰	۱۲۴/۰	۳۲/۰	۵۰۶/۲	۵۹۴/۷
P available	mg kg^{-1}	۰۱۰/۰	۳۲۹/۱	۳۱۸/۱	۱۵۱/۰	۱۴۶/۰	۹۶/۰	۳۷۰/۳	۲۰/۱۱

EC= هدایت الکتریکی، pH= اسیدیته خاک، N total= نیتروژن کل، K total= پتاسیم قابل دسترس، ، P total= فسفر کل، P available= فسفر قابل دسترس، OC= کربن آلی خاک، CCE= کربنات کلسیم معادل، SP= رطوبت اشباع، Clay= رس، Silt= سیلت، Sand= شن

در مورد عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین مواد آلی با توجه به نتایج بدست آمده و گزارش شده در جدول ۳، غلظت این عناصر پایین‌تر از حد کفایت می‌باشند (سالاردینی، ۱۳۸۴) و خاک منطقه مورد مطالعه از نظر این عناصر فقیر می‌باشد و این یکی دیگر از مشکلات خاکهای این منطقه می‌باشد؛ دلیل این امر عدم استفاده از کودهای مناسب براساس وضعیت عناصر غذایی خاک منطقه می‌باشد. از آنجایی‌که وجود شرایط نامناسب خاک و استفاده از خاک‌های فقیر از نظر عناصر غذایی در فضای سبز منطقه می‌تواند باعث بروز مشکلات تغذیه‌ای بارز در گیاهان شود و اغلب امکان تعویض بستر خاک هم در منطقه وجود ندارد، بنابراین به کارگیری روش‌های کوددهی مناسب جهت بهبود شرایط فیزیکی خاك و رفع محدویت‌های خاك منطقه ریشه گیاه، حائز اهمیت می‌باشد. از سوی دیگر، با توجه به دامنه تغییرات این عناصر، برای رفع کمبود، صرفه‌جویی اقتصادی در هزینه‌های کود مصرفی، کوددهی و جلوگیری از اتلاف کود و آلودگی محیط زیست توصیه می‌گردد که با شناسایی نقاط مختلف برحسب شدت و غلظت موجود در خاک کوددهی انجام گیرد.

تغییرات pH در نمونه‌های خاک نیز حاکی از آن است که خاک ما به لحاظ pH از حالت خنثی تا قلیایی در حال تغییر می‌باشد. حال با شناخت نقاط مختلف با توجه به pHهای متفاوت آن‌ها و از آنجایی که pH روی جذب و انتقال عناصر غذایی ماکرو و میکرو در گیاهان و رفتار عناصر غذایی در خاک موثر است، توصیه می‌گردد انتخاب نوع کودهای مختلف از نظر منابع تامین کننده عناصر و روش کوددهی، با توجه به تغییرات درون منطقه‌ای pH انتخاب گردد؛ در مناطق با pH خاک قلیایی‌تر، از کوددهی با منابع اسیدی و روش چالکود همراه با مصرف کود دامی استفاده شود.

به‌طور کلی با توجه به نتایج این تحقیق استفاده از گیاهانی با نیاز آبی کم، همچنین مقاوم به خشکی، مقاوم به آلودگی‌های موجود در منطقه و با ریشه کم عمق مانند گونه‌های غیردرختی و پرچینی شامل زرشك زینتی، رزماری، ختمی، به ژاپنی و خرزهره و گل‌های فصلی مانند گل جعفری، بنفشه، شب‌بو، تاج خروس، میمون، داوودی و همیشه بهار که مجموع این گیاهان تا حدودی پارامترهای لازم را دارا می‌باشند و استفاده حداقلی از گیاهان پوششی مانند چمن و کاهش سطح گلکاری‌های مکرر فصلی و همچنین استفاده از گل‌های با نیاز آبی پایین برای جلوگیری از هدر رفت آب و ایجاد پوشش مقاوم در منطقه از مواردی هستند که می‌توان به آن‌ها اشاره نمود.

منابع

اذانی، م. عبدیان راد، م. و ملکی م. ۱۳۸۹. برنامه‌ریزی فضای سبز شهری با تاکید بر مناطق گرم و خشك جنوب ایران. فصلنامه علمی -پژوهشی فضای جغرافیایی، سال ۱۰ ، شماره ۳۱.

جعفری، م . و سرمدیان، ف. ۱۳۸۲. مبانی خاکشناسی و رده‌بندی خاك. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران.

سرمدیان، ف. و تقی‌راده مهرجردی، ر.ا. ۱۳۸۸. مقایسه روش‌های درون‌یابی جهت تهیه نقشه خصوصیات کیفی خ اک مط العه موردی (مزرعه دانشکده کشاورزی). شماره ۴۰، جلد ۲، صفحه‌های ۱۵۷ تا ۱۶۵.

سالاردینی، ع. ا. ۱۳۸۴. خاصلخیزی خاک. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تهران.

Balram Sh. and Dragicevic S. ۲۰۰۵. Attitudes Toward urban green space: integrating guestionnaire survey and collaborative GIS techniques to improve attitude measurements, landscape and urban planning.

Bouyoucos G.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. Jour, ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.
Bremmer J.M. and Mulvaney C.S. ۱۹۸۲. Total nitrogen. Methods of Soil Analysis, Agron, No. ۹, Part ۲: Chemical and Microbiological properties.
Chapman H.D. ۱۹۶۵. Cation exchange capacity. In: Methods of Soil Analysis. Part ۲. Black, C. A. (Ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
Olsen S.R. and Summer L.E. ۱۹۸۲. Phosphorus. In: A. L. Page (ed.), Methods of Soil Analysis, Agron, No. ۹, Part ۲: Chemical and microbiological properties. ۲nd ed., p: ۴۰۳-۴۳۰. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
Page A.L., Miller R.H. and Keeney, D.R. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis. ۲th ed. Part ۲: Chemical and biological properties, Soil Sci Soc Am Inc. publisher.
Richards L.A. ۱۹۵۴. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soil, USDA Hand book, No. ۶۰, Office Washington. DC.
He C., et al .۲۰۰۶. Modeling Urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China. Applied Geography, ۲۶:۳۲۳-۳۴۵.
Walkley A. and Black. I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci, ۳۷: ۲۹-۳۸.

Abstract

Spatial variability is a natural phenomenon in soil properties, and knowledge of their changes is necessary in green space for precision planning and management. The objective of this study was assessed of constraints in green space of this area in order to implantation of suitable plant and improving decision making plants. Terminal bus area i.e study site is located in south east of Mashhad, Khorasan Razavi Province. Totally ۱۰۴ soil samples were collected (۰-۲۰ cm). Also, ۳pedons dig in this area and description and sampling of them. The result of this research showed that a major limitation of these soils is shallow, therefore soils generally are lack of sufficient depth to develop trees with deep root system. Also, concentration of nutrient is lower than sufficiency range.

مقایسه استنتاج فازی با دو نگرش قاعده‌محور و نمونه‌محور در پیش‌بینی الگوی پراکنش خاک در یک زمین‌چهر نیمه‌خشک در غرب ایران

جواد یلوه [۱]، پرویز شکاری [۱]، شاهرخ فاتحی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه رازی، ۲-مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه.

چکیده
مدل SoLIM از رویکردهای نوین نقشه‌برداری رقومی خاک مبتنی بر رابطه‌ی خاک-محیط است. هدف پژوهش حاضر مقایسه نقشه‌های خروجی مدل SoLIM با دو نگرش قاعده‌محور[۱۵۱] (RB) و نمونه‌محور[۱۵۲] (SB)در بخشی از دشت میان‌دربند کرمانشاه به مساحت حدود ۲۳۰۰ هکتار بود. شش ویژگی مستخرجه از مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه مواد مادری و ۱۶ گروه مرجع (RSG) از ۲۶ خاکرخ، در استنتاج و ارزیابی نتایج SoLIMبه کار گرفته شده و پراکنش خاک‌ها در منطقه پس از ترکیب و نافازی‌سازی، نقشه گردید. نتایج ارزیابی نقشه‌ها، با اطلاعات ۲۷ خاکرخ و دو معیار صحت عمومی نقشه و نمایه‌ی کاپا به ترتیب برای روش قاعده محور ۷/۶۶ و ۵/۶۱ درصد و برای روش نمونه محور ۶/۲۹ و ۸/۲۱ درصد بود. با اطلاعات کارشناسی، RB نقشه‌ای نسبتا صحیح و پیوسته تولید کرد. نقشه SB الگوی لکه‌ای داشت و صحت رضایت‌بخشی نداشت. در شرایط نبود اطلاعات، می‌توان با روش(های) مناسب SB را در پیش‌بینی صحیح‌تر یاری نمود.

واژه‌های کلیدی: مدل رقومی ارتفاع، مدل SoLIM، منطق فازی، نقشه‌برداری رقومی خاک

مقدمه
یکی از مهم‌ترین مدل‌هایی که به منظور غلبه بر محدودیت‌های موجود در روش‌های سنتی شناسایی خاک ارائه شده است، مدل استنتاجی خاک-زمین[۱۵۳] یا SoLIM می‌باشد (Wilson and Gallant, ۲۰۰۰). اساس این مدل استنتاج فازی بر پایه دانش بدست‌آمده از داده‌ها و نظر کارشناس است که اصطلاحا دانش‌بنیاد[۱۵۴] نامیده می‌شود. صحت بالاتر نقشه‌ها یا برآورد ویژگی‌های خاک حاصل از SoLIM نسبت به روش‌های مرسوم در برخی مطالعات (Zhu et al., ۲۰۰۱; ۱۹۹۷)، گزارش شده است. در مطالعه دیگری (Zhu et al., ۱۹۹۶)، مقایسه‌ی SoLIM و روش سنتی در برآورد ضخامت افق A به ترتیب با ۵۸/۱۵ و ۳۹/۱۴ سانتی‌متر در مقابل مقدار اندازه‌گیری شده ۴۹/۱۵ سانتی‌متر، نشان از پیش‌بینی صحیح‌تر SoLIM داشت. به طور کلی در مناطقی که اطلاعات و دانش مناسبی از روابط خاک-زمین موجود باشد، این مدل برآوردهای قابل قبولی از ویژگی‌های خاک و زمین را در اختیار قرار می‌دهد.
این مدل بر مبنای یک فرآیند استنتاجی عمل می‌کند که خود بر مدل ینی استوار است (Shi et al., ۲۰۰۴) و به‌طور ساده به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S = f(E) \qquad (۱)$$

که در آن، S و E، به ترتیب، بیان‌گر خاک و متغیرهای محیطی هستند و f، نشان دهنده‌ی رابطه‌ی خاک-محیط (مدل خاک-زمین) می‌باشد (Zhu and Band, ۱۹۹۴). استنتاج فازی در SoLIM با دو نگرش قاعده‌محور و نمونه‌محور قابل اجرا است. هر دو نگرش بر این ایده استوارند که نوع خاک یا ویژگی‌های آن را می‌توان از شرایط محیطی مرتبط با خاک پیش‌بینی نمود. بنابراین، کاربست متغیرهای کمکی که چگونگی و اندازه اثر عوامل محیطی بر تمایز خاک‌ها را نشان می‌دهند، از نیازهای اساسی است (Zhu et al., ۱۹۹۷). از سوی دیگر، نگرش قاعده‌محور به تعریف مجموعه‌ای از قواعد (پایگاه دانش) که به خوبی رابطه‌ی خاک و محیط را توصیف کند وابسته است، در حالی‌که ملاک استنتاج در نگرش نمونه‌محور تنها نقاط مشاهداتی میدانی (نمونه‌های میدانی) می‌باشد. ایده‌ی بنیادی در نگرش نمونه‌محور این است که هر نمونه‌ی میدانی نشان‌گر یک رابطه‌ی اساسی میان خاک و شرایط محیطی مرتبط با آن است. به‌هرروی، در هر مطالعه ابعاد نقاط مشاهداتی با منطقه مطالعاتی قابل مقایسه نیست. این واقعیت در نگاه نخست یک نقطه ضعف برای نگرش نمونه‌محور به‌شمار می‌آید، اما به دست آوردن نظر کارشناسی و درک ارتباط میان خاک و عوامل محیطی نیز به تجربه میدانی و آزمایشگاهی و به‌دیگر سخن، زمان و هزینه فراوان نیاز دارد. براساس آنچه گفته شد، هدف از پژوهش حاضر

[۱۵۱] Rule-based
[۱۵۲] Sample-based
[۱۵۳] Soil Land Inference Model (SoLIM)
[۱۵۴] Knowledge-based

مقایسه خروجی مدل SoLIM در تهیه‌ی نقشه‌ی رقومی خاک بر اساس دو نگرش قاعده‌محور و نمونه‌محور در بخشی از دشت میان‌دربند کرمانشاه در حد امکانات موجود و شمار نقاط مشاهداتی قابل اجرا بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به وسعت ۲۳۰۰ هکتار در پنج کیلومتری شمال غربی شهرکرمانشاه با مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۰ دقیقه و ۰ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۰۶ دقیقه و ۱۸ ثانیه‌ی طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۶ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه و ۵۴ ثانیه‌ی عرض شمالی واقع شده است. این منطقه دارای آب و هوای معتدل با زمستان‌های سرد می‌باشد. در این ناحیه، متوسط دمای سالیانه‌ی هوا ۱۴ درجه‌ی سانتي‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۶/۴۶۲ میلي‌متر است. رژیم رطوبتی خاك ناحیه زریك و رژیم دمایی خاك ترمیك تعیین شده است (شرکت آب منطقه‌ای غرب، ۱۳۶۸).

اطلاعات ۵۳ خاکرخ شامل ۲۶ خاکرخ حفرشده و ۲۷ خاکرخ مربوط به قبل، در منطقه مورد مطالعه قرار گرفت. تمام خاکرخ‌های حفرشده بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا (Schoenberger et al., ۲۰۱۲) تشریح، از افق‌های ژنتیک نمونه‌برداری، و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز بر اساس روش‌های استاندارد (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) انجام شد. خاکرخ‌ها مطابق با سامانه‌ی مرجع جهانی (IUSS, ۲۰۱۴) بررسی، و شانزده RSG شناسایی‌شده در منطقه با شمار مناسبی (سه تا پنج) از واصف‌ها[۱۵۵] تا سطح دوم رده‌بندی گردیدند.

با استفاده از DEM منطقه با دقت ۱۰متر، شش پارامتر درجه شیب، جهت شیب، خمیدگی تراز[۱۵۶]، خمیدگی نیمرخی[۱۵۷]، ارتفاع و نمایه خیسی[۱۵۸] محاسبه شده و به همراه اطلاعات زمین‌شناسی منطقه، به عنوان داده‌های محیطی موثر در تمایز خاک‌ها در منطقه به‌کار رفت.

در هر یک از نگرش‌های قاعده‌محور و نمونه‌محور، نخست برای هر یک از شانزده RSG موجود یک نقشه فازی ساخته‌شد. به منظور به‌دست آوردن یک نقشه‌ی کلی از پراکنش خاکهای مختلف در منطقه از برهم‌نشانی[۱۵۹] نقشه‌های حاصل در هر نگرش، یک نقشه‌ی نافازی‌شده[۱۶۰] تهیه گردید. شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب نقشه‌های نهایی قاعده محور و نمونه محور حاصل را نشان می‌دهند.

برای ارزیابی نتایج از اطلاعات ۲۷ خاکرخ که در قالب سه ترانسکت شامل ۲۳ خاکرخ و نیز ۴ خاکرخ با پراکنش تصادفی در سطح منطقه توزیع شده بودند، استفاده گردید. ارزیابی نتایج، از طریق محاسبه‌ی دو معیار صحت عمومی نقشه[۱۶۱] (OA)و نمایه سازش کاپا[۱۶۲] (K) (Rossiter, ۲۰۰۰)، انجام گرفت. OA نشان‌گر درستی عملکرد الگوریتم در جداسازی مشاهدات است. K نیز یک روش چند متغیره در رابطه با ارزیابی درستی و صحت رده‌بندی نقشه است. این معیارها به کمک معادلات زیر قابل محاسبه می‌باشند:

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{ii}}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} X_{ij}} \quad (۲)$$

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^{n} X_{ii} - \sum_{i=1}^{n} (X_{i0} - X_{0i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{n} (X_{i0} - X_{0i})} \quad (۳)$$

که در آن‌ها، i و j، به ترتیب بیان‌گر سطر i اُم و ستون j اُم برای مشاهده‌ی X موجود در ماتریس درهمی[۱۶۳] می‌باشند.

بر اساس نتایج رده‌بندی خاکرخ‌های به‌کار رفته در ارزیابی خروجی SoLIM، نقشه‌های نقطه‌ای و رستری ساخته شده و ماتریس‌های درهمی تشکیل و مقادیر OA، و K استخراج گردید.

نتایج و بحث

نقشه‌های حاصل از استنتاج مبتنی بر هر یک از دو نگرش در اشکال ۱ و ۲ دیده می‌شود. مقایسه این اشکال آشکار می‌کند که نقشه قاعده‌محور ضمن آنکه گوناگونی تیپ‌های خاک را در منطقه به‌خوبی نشان می‌دهد، از پیوستگی بیشتر و در مجموع ساختار منطقی‌تری برخوردار است. صحت بیشتر نقشه قاعده‌محور را می‌توان ناشی از درک نسبتا خوب الگوریتم فازی از روابط خاک-زمین در شرایط منطقه مطالعاتی دانست. به دیگر سخن، مدل محدوده تاثیر هر ترکیب معین از مجموعه پارامترهای محیطی (مشتق از DEM) را در پهنه‌ی هر یک از تیپ‌های خاک بهتر تشخیص داده است (یلوه، ۱۳۹۳). چنانکه گفته شد، این درک بر پایه نظر

---

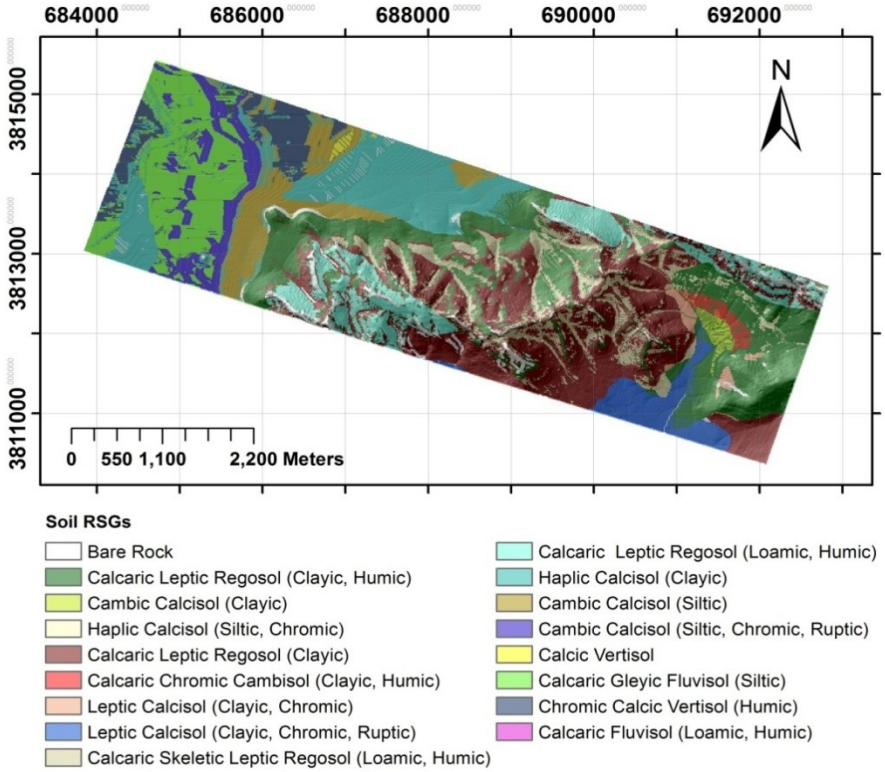
[۱۵۵] Qualifiers
[۱۵۶] Planform curvature
[۱۵۷] Profile curvature
[۱۵۸] Wetness index
[۱۵۹] Overlay
[۱۶۰] Defuzzified
[۱۶۱] Overall map accuracy
[۱۶۲] Kappa index of agreement
[۱۶۳] Confusion matrix

کارشناس آشنا با منطقه حاصل شده که هنگام تعریف قواعد فازی، به مدل معرفی می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت درک درست روابط خاک-زمین توسط الگوریتم‌های گنجانده‌شده در چنین مدل‌هایی، در صحت نقشه‌های حاصله اثر به‌سزایی دارد. این نکته در دیگر مطالعات (باقری بداغ‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Zu and Band, ۱۹۹۴) نیز تایید شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که برای دستیابی به صحت بالاتر در نگرش نمونه‌محور در منطقه مطالعاتی، باید شمار و پراکنش نقاط مشاهداتی افزایش یابد. جدول ۱ نشان می‌دهد که صحت پیش‌بینی نگرش نمونه‌محور در الگوی ترانسکت تنها ۸/۳۴% (۸ از ۲۳ خاکرخ) و برای خاکرخ‌های با پراکنش تصادفی، صفر و همین مقادیر برای نقشه قاعده‌محور ۷/۶۶ و ۶/۲۹ بود.

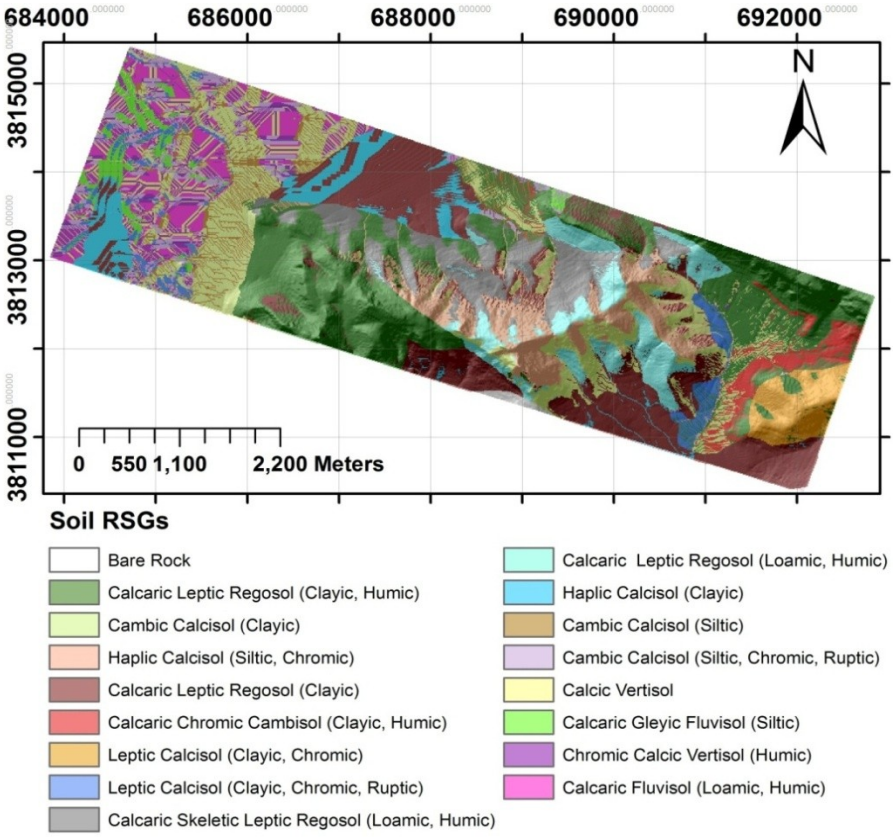
جدول ۱. مقادیر محاسبه شده صحت عمومی نقشه و نمایه سازش کاپا برای نقشه‌های تهیه شده.

نقشه قاعده محور	نقشه نمونه محور	معیار ارزیابی/الگوی نقاط ارزیابی
۷/۶۶	۶/۲۹	صحت عمومی نقشه
۵/۶۱	۸/۲۱	نمایه سازش کاپا
۲/۶۵	۸/۳۴	ترانسکت
۷۵	۰	تصادفی

بطور کلی، هنگامی که از تغییرپذیری خاک اطلاع قبلی در دست نباشد نگرش نمونه‌محور توجیه اجرایی بیشتری دارد. نگرش نمونه‌محور صرفا بر مشاهدات انجام‌شده تکیه دارد و صحت نقشه در این روش با افزایش شمار نقاط مشاهداتی در منطقه‌ی مورد مطالعه و تا رسیدن به شمار بهینه، افزایش می‌یابد. آشکار است که در این نگرش، شمار بسنده مشاهدات اهمیت بنیادین داشته و چیزی جای شمار و پوشش بهینه نقاط مشاهداتی را در منطقه نخواهد گرفت. الگوی لکه‌ای و پیوستگی کمتری که نسبت به نقشه قاعده‌محور در واحدهای نقشه تیپ‌های مختلف خاک در شکل ۲ دیده می‌شود، در درجه نخست ناشی از نابسندگی شمار نمونه‌ها است. بازتاب این کمبود را می‌توان با مقایسه OA و K در جدول ۱ که نیم تا یک‌سوم مقادیر مربوط به نقشه قاعده‌محور است، درک نمود. در چنین حالتی ممکن است بتوان با اجرای یک مطالعه زمین‌آماری



شکل ۱. نقشه نافازی‌شده پراکنش خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه با نگرش قاعده‌محور.



شکل ۲. نقشه نافازی‌شده پراکنش خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه با نگرش نمونه‌محور.

بر پایه نمونه‌گیری آشیانه‌ای، شدت تغییرات و فاصله مکانی آنها را آشکار کرده و از هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای اجرای نمونه‌گیری شبکه‌ای دوری جست.

به عنوان نتیجه‌گیری می‌توان گفت: در نگرش قاعده‌محور به دانش خاک‌شناسان آشنا به منطقه‌ی مورد مطالعه تکیه می‌شود و لذا برای نتیجه‌گیری رضایتبخش، وجود اطلاعات و تجربه قبلی از منطقه ضروری است. چنانچه اطلاعات قبلی در دست نباشد، بهتر است در کاربرد نگرش نمونه‌محور محافظه‌کار بود و پیش از استنتاج، دست‌کم معیاری از میزان تغییر در خاکهای منطقه را بدست آورد.

منابع

باقری بداغ آبادی،م. م.ح. صالحی، ع. اسفندیارپور بروجنی، ج. محمدی، ع. کریمی کارویه، ن. تومانیان. ۱۳۹۱. ارزیابی و بررسی تعمیم‌پذیری مدل استنباطی خاک- سرزمین (SoLIM) در نقشه‌برداری رقومی خاک با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و مشتقات آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، شماره شصت و یکم، صفحه‌های ۱۵۵تا ۱۶۵.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب. ۱۳۶۸. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق اراضی پایین‌دست سد گاوشان- دشت دربند کرمانشاه.

یلوه، ج. ۱۳۹۳. نقشه‌برداری رقومی خاک با استفاده از مدل استنتاجی خاک-زمین (SoLIM). پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه رازی.

Shi, X., Zhu A.X., Burt J.E., Qi F., Simonson D. ۲۰۰۴. A case-based reasoning approach to fuzzy soil mapping. Soil Sc. Soc. Amer. J. ۶۸: ۸۸۵-۸۹۴.

Zhu, A.X., L.E. Band. ۱۹۹۴. A knowledge-based approach to data integration for soil mapping. Canadian Journal of Remote Sensing ۲۰, ۴۰۸-۴۱۸.

Zhu, A., L. Band, B. Dutton, T.J. Nimlos. ۱۹۹۶. Automated soil inference under fuzzy logic. Ecol. Model. ۹۰, ۱۲۳-۴۵.

Zhu A., L. Band, R. Vertessy and B. Dutton. ۱۹۹۷. Derivation of soil properties using a soil land inference model (SoLIM). Soil Sci. Soc. of Amer. J. ۶۱. ۵۲۳-۵۳۳.

Zhu, A., B. Hudson, J. Burt, K. Lubich and D. Simonson. ۲۰۰۱. Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic", Soil Sci. Soc. Amer. J. ۶۵: ۱۴۶۳-۱۴۷۲.

Rossiter D.G. ۲۰۰۰. Methodology for Soil Resource Inventories. ۲nd Resived Version. Soil Science Division. International institute for Aerospace Survey & Earth Science (ITC). ۱۳۲ pp.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Soil Survey Field and Laboratory MethodsManual. Soil Survey Investigations Report No. ۵۱, Version ۲.۰. R. Burt and SoilSurvey Staff (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Willson, J.P. and J.C. Gallant. ۲۰۰۰. Terrain Analysis, Principles and Applications. John Wiley and Sons Inc., USA.

World reference base for soil resources ۲۰۱۴. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Food and agriculture organization of the united nations. Rome ۲۰۱۴. WORLD SOIL RESOURCES REPORTS ۱۰۶. ISSN ۰۵۳۲-۰۴۸۸.

IUSS Working Group WRB. ۲۰۱۴. World Reference Base for Soil Resources ۲۰۱۴. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. ۱۰۶. FAO, Rome.

Abstract

SoLIM is a new model of digital soil mapping, which uses soil-land relationships to predict soil distribution pattern. In this study, rule-based (RB) and sample-based (SB) outputs of SoLIM compared for a ۲۳۰۰ ha. area in Miandarband region of Kermanshah province. Six DEM-derived parameters, parent material map and ۱۶ distinguished RSGs from ۲۶ soil profiles over the region, used for inference. Predicted soil distribution patterns for each RSG overlaid, defuzzified, and mapped for both approaches. Resulted maps verified by calculating Kappa index of agreement (K) and overall map accuracy (OA), for information of ۲۷ soil profiles, which calculated ۶۷ and ۶۱.۵ vs. ۲۹.۶ and ۲۱.۷ percent for rule-based and sample-based approaches, respectively. Providing expert knowledge, RB prediction led to a relatively accurate and contiguous map. SB map was patchy with low prediction accuracy. In case of no prior knowledge, SB could be assisted by some proper method(s) to produce more accurate predictions.

تعیین الویت کشت در منطقه خواجه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فریدا امیریان [۱]، علی‌اصغر جعفرزاده [۲]، محمدعلی قربانی [۳]، مسلم ثروتی [۴]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز، ۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز،
۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه تبریز، ۴- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

چکیده
ارزیابی تناسب اراضی مسئله چند عاملی است و نیاز به تکنیکی دارد تا عوامل را همزمان ارزیابی کند. بنابراین از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای تعیین الویت کشت در منطقه خواجه (آذربایجان‌شرقی) برای محصولات آفتابگردان، ذرت گندم، هندوانه و یونجه استفاده گردید. بدین منظور، ابتدا چندین ویژگی فیزیکی و اقتصادی با استفاده از راهنمای تشریح فائو و نظرات کارشناسی، وارد مدل شدند. برای هر عامل و به تفکیک هر تیپ بهره‌وری، بر اساس تأثیر آن در تناسب اراضی وزن داده شد که یکی از مراحل اصلی در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. در نهایت وزن‌ها و درجه‌های تناسب مربوط به هر ویژگی با یکدیگر در محیط نرم‌افزار Expert Choice تلفیق و بر اساس استانداردهای فائو الویت کشت تعیین شد. نتایج نشان داد الویت کشت بر اساس وسعت و نوع کلاس‌های تناسب، به صورت گندم، یونجه، هندوانه، آفتابگردان و ذرت می‌باشد.

واژه های کلیدی: تیپ‌های بهره‌وری، مدل‌های تصمیم‌گیری، نظرات کارشناسی، نرم‌افزار Expert Choice

مقدمه
نیازهای بشر از جمله غذا، پوشاک، آب، سوخت و مسکن به نحوی از اراضی تأمین می‌گردد. از طرفی افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به اراضی، موجب افزایش فشار بر روی منابع طبیعی و کشاورزی شده است (اورهان و همکاران ۲۰۰۳). بدین منظور مهم‌ترین چالشی که در دهه‌های آتی وجود خواهد داشت، تأمین امنیت غذایی جهانی و منطقه‌ای برای جمعیت در حال رشد، به منظور جلوگیری از فقر و تخریب اراضی در کشورهای در حال توسعه است. بنابراین ارزیابی زمین‌های زراعی و پیش‌بینی تولید در این کشورها به جهت پشتیبانی و حمایت از کاربری‌های فعلی و آتی کشاورزی ضروری می‌باشد (فردریک و جولی ۱۹۹۷). از طرفی انتخاب یک روش مناسب برای تعیین شاخص اراضی که بیشترین همبستگی و دقت کافی را با تولید مشاهده‌شده داشته باشد، از اهمیت فراوانی برخوردار است. از آنجایی که ارزیابی تناسب اراضی مسئله چند عاملی است نیاز به تکنیکی دارد تا عوامل را همزمان ارزیابی کند. در این راستا می‌توان از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از جمله تحلیل سلسله مراتبی[۱۶۴] (AHP) استفاده کرد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی (۱۹۷۷) مطرح شد که یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (ساعتی ۱۹۸۰). این تکنیک بر اساس مقایسه‌های زوجی بنانهاده شده و تصمیم‌گیرنده‌ها نقش مهمی را در مقایسات دودویی بین معیارها در هر سطح رتبه‌بندی و وزن‌دهی دارند. در واقع می‌توان گفت این تکنیك ازیک‌طرف وابسته به برنامه‌ریزی سلسله مراتبی یك مسئله بوده و از طرف دیگر با منطق و تجزیه، جهت تصمیم‌گیری نهایی مرتبط می‌شود (ساعتی ۲۰۰۸). مقایسات زوجی، ماتریس مقایسات زوجی را ایجاد می‌کند که درایه‌های این ماتریس از مقایسه عنصر سطرها و ستون‌ها به‌دست می‌آیند. در نهایت می‌توان چنین اظهار داشت که همان طور که تصمیم‌گیری جزء لاینفک مدیریت است، فرآیند سلسله مراتبی نیز به یکی از اجزای اصلی تصمیم‌گیری تبدیل شده است (ساعتی ۱۹۹۰). لی و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از ترکیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و آنالیز ناحیه‌ای خاکستری[۱۶۵]، مدل ارزیابی اکولوژیکی تناسب اراضی را ارائه دادند. ایشان گزارش کردند که این روش باعث کاهش عدم قطعیت و خطای درونی مدل‌های کلاسیک، در ارائه نقشه تناسب اراضی می‌شود. واسنجی نقشه برای تیپ بهره‌وری چای در کشور چین نیز نشان‌دهنده دقت بالای مدل فوق می‌باشد. والک و همکاران (۲۰۱۲) از روش‌های چند معیاره وزن‌دهی و روی هم اندازی لایه‌ها، جهت ارزیابی تناسب اراضی تیپ بهره‌وری پنبه برای منطقه‌ای در مرکز هند استفاده کردند. نتایج موید این است که ۱/۴۹ اراضی در کلاس S2، ۸/۲۳ اراضی در کلاس S2-S3، ۸/۱ درصد در کلاس S3 ، ۷/۸ درصد در کلاس N2-S3 و ۶/۱۶ در کلاس N2 قرار گرفتند. همچنین آن‌ها گزارش کردند که استفاده از این روش باعث افزایش دقت نقشه‌های تناسب اراضی بر اساس روش فائو می‌گردد.

مواد و روش‌ها
منطقه خواجه در استان آذربایجان‌شرقی (شمال‌شرق تبریز) واقع شده و در زمره اراضی حاشیه‌ای مسیر رودخانه آجی چای محسوب می‌گردد. این منطقه از نظر مختصات جغرافیایی بین ″۳۰ ،۳۸ ،۷ ′ تا ″۳۰ ،۳۸ ،۱۱ ′ عرض شمالی و ″۳۰ ،۴۶ ،۳۷ ′ تا ″۳۰ ،۴۶ ،۴۴ ′ طول شرقی قرار دارد. خاکهای این منطقه دارای رژیم رطوبتی Aridic border to Xeric و رژیم حرارتی Mesic بوده و براساس کلید

[۱۶۴] - Analytic hierarchy process
[۱۶۵] -Grey Relational Analysis (GRA)

رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) در رده‌های انتی‌سول و اریدی‌سول قرار گرفتند. جهت نیل به اهداف مورد نظر تعداد ۸۰ خاکرخ بر اساس نقاط تعیین شده در روی نقشه به روش شبکه‌بندی در هشت ترانسکت و به ابعاد ۲×۲×۱ متر حفر و تشریح گردید. بعد از انتخاب خاکرخ‌های شاهد که از روی برگه تشریح خاکرخ‌ها صورت پذیرفت. بر روی ۲۶ خاکرخ شاهد که نماینده هر واحد نقشه است، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی با استفاده از روش‌های استاندارد صورت پذیرفت. سپس با استفاده از داده‌های اقلیمی و ویژگی‌های واحدهای اراضی و آمار و پرسنامه‌های تهیه شده ارزیابی تناسب اراضی برای منطقه مطالعاتی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام گردید.

برای انجام ارزیابی اراضی با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مراحل زیر انجام گردید.

الف-تشکیل گروه‌های تصمیم‌ساز

ب-تشکیل ساختار سلسله مراتبی

ج-انجام مقایسات زوجی

د-محاسبه وزن نهایی کاربری‌ها در هر واحد اراضی

ه-تعیین الویت کشت

جهت تشکیل گروه‌های تصمیم‌ساز از بررسی منابع، آمار جهاد کشاورزی، پرسش‌نامه، جداول پیشنهادی سایس و همکاران (۱۹۹۳) و سایر اطلاعات در دسترس استفاده گردید. در این تحقیق سطح اول (هدف)، استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جهت انتخاب بهینه کاربری‌های مختلف در منطقه مطالعاتی، سطح دوم (معیارها) شامل ویژگی‌های اقلیمی، خاک، لندفرم، درآمد، شاخص رطوبت (Hui) و فرسایش با زیر معیارهای مربوطه و سطح سوم (گزینه‌ها) شامل تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه می‌باشد. ضریب وزنی خاک و اقلیم از درجه تناسب هر یک از ویژگی‌ها به تیپ‌های مختلف و ضریب درآمد از آمار جهاد کشاورزی و پرسش از زارعین محاسبه گردید. شایان‌ذکر است که از طریق میزان پوشش سطحی توسط هر تیپ بهره‌وری، ضریب فرسایش و از طریق شاخص رطوبت که قبلاً در سیستم میکرولیز توضیح داده شد، ضریب دسترسی به آب برای هر تیپ بهره‌وری برآورد گردید. برای انجام مقایسات زوجی پرسش‌نامه‌ها توسط ۱۸ نفر کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان هریس و ۱۳ نفر کشاورز تکمیل گردید. جهت انتخاب بهترین درجه‌بندی بین گزینه‌ها نسبت به معیارها و معیارها نسبت به هدف از ظرف سنجش ساعتی (جدول ۱) از طریق طبقه‌بندی کردن ارجحیت‌ها و مقدار دادن به هر طبقه استفاده گردید.

جدول ۱-مقیاس مقایسه دوتایی (ساعتی ۱۹۸۰)

تعریف	میزان اهمیت
اهمیت برابر	۱
اهمیت برابر تا متوسط	۲
اهمیت متوسط	۳
اهمیت متوسط تا قوی	۴
اهمیت قوی	۵
اهمیت قوی تا بسیار قوی	۶
اهمیت بسیار قوی	۷
اهمیت بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی	۸
اهمیت فوق‌العاده قوی	۹

شایان‌ذکر است در این مطالعه وزن‌های نسبی از روش تقریبی-میانگین هندسی محاسبه گردیدند. نهایتاً از طریق رابطه (۱) وزن نهائی محاسبه شد.

$$\text{امتیاز نهایی اولویت } j = \sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} w_k w_i \; gij \qquad (۱)$$

در این رابطه Wk ضریب اهمیت معیار k، Wi ضریب اهمیت معیار فرعی i، gij امتیاز گزینه j در ارتباط با معیار فرعی i می‌باشد.

سیستم برای کنترل درست بودن قضاوت‌های کارشناس، از مفهوم سازگاری[۱۶۶] استفاده می‌کند (قدسی‌پور ۱۳۹۱). بنابراین از رابطه نرخ ناسازگاری Error : Reference source not found ۲) برای بررسی سازگاری تصمیم‌ها استفاده گردید (باون ۱۹۹۳).

$$IR = \frac{II}{RII} \qquad (۲)$$

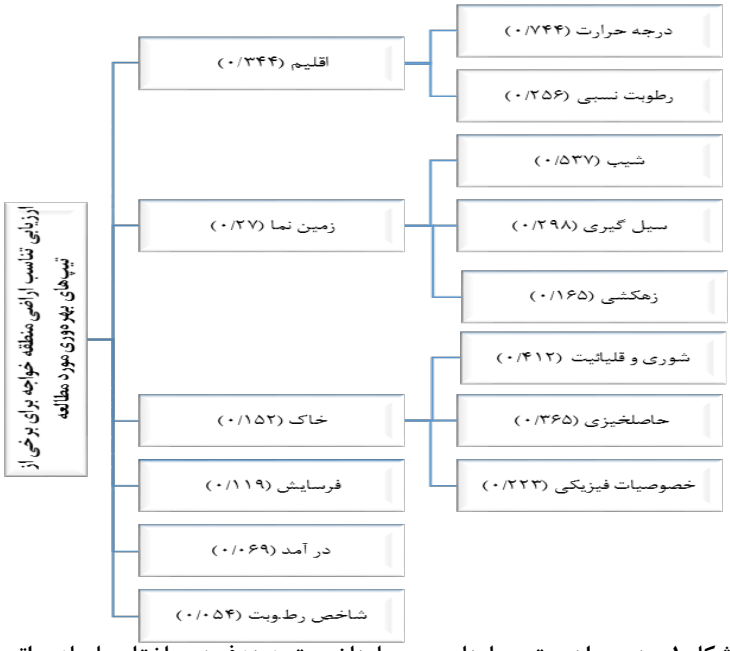
در این رابطه IR : نرخ ناسازگاری، RII: شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی، II: شاخص ناسازگاری می‌باشد. اگر I. R. بیشتر از ۱/۰ باشد، سازگاری سیستم قابل قبول نیست و باید در قضاوت‌ها تجدید نظر کرد.

هدف از این تحقیق تعیین اولویت کشت برای تیپ‌های بهره‌وری آفتابگردان، ذرت، گندم، هندوانه و یونجه به‌عنوان محصولات رایج در منطقه خواجه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد.

[۱۶۶] - Consistency

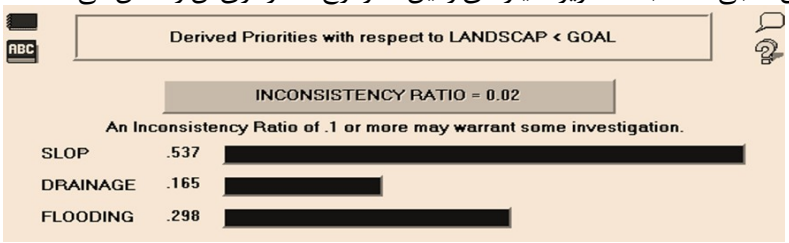
نتایج و بحث

شکل ۱ ساختار سلسله مراتبی که پایه و اساس مقایسه‌های زوجی معیارهای مؤثر در تعیین اولویت کاربری‌هاست، را نشان می‌دهد. نتایج موید این مطلب است که در بین معیارهای مورد مطالعه، اقلیم بیشترین (۳۴۴/۰) و شاخص رطوبت کمترین (۰۴۵/۰) وزن را به خود اختصاص دادند. نرخ ناسازگاری، برای زیر معیارهای خاکی ناچیز، برای زمین‌نما ۰۲/۰ و برای اقلیم ۰۱/۰ برآورد گردید. چون در این تحقیق کشت آبی محصولات مدنظر بوده، بنابراین بارندگی در رشد و عملکرد آن‌ها تاثیری نداشته و وارد مدل نشد. در بین زیرمعیارهای اقلیمی درجه حرارت نسبت به رطوبت نسبی از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. شیب مهم‌ترین عامل از نظر زمین‌نما در رشد تیپ‌های بهره‌وری انتخابی براساس مدل AHP می‌باشد. با توجه به شوربودن نسبی منطقه، شوری و قلیائیت به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور خاکی موثر در رشد و نمو و تعیین الویت کشت تیپ‌های بهره‌وری انتخابی تشخیص داده شد.



شکل ۱ - ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها نسبت به هدف در ساختار سلسله مراتبی

شکل ۲ شمایی از وزن نسبی محاسبه‌شده زیر معیارهای زمین‌نما و نرخ ناسازگاری آن را نشان می‌دهد.



شکل۲ - شمایی از محاسبه وزن نسبی زیر معیارها، نسبت به معیارها

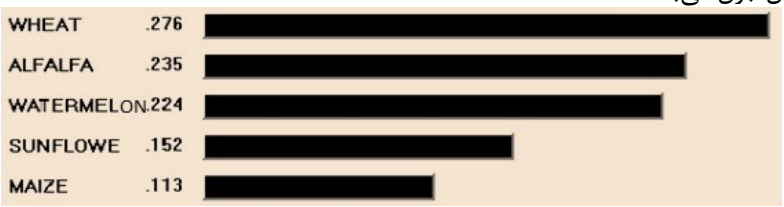
سپس اهمیت نسبی هر یک از گزینه‌ها (تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه) نسبت به معیارها (جدول ۲) محاسبه گردید. نتایج جدول موید این مطلب است که محدودکننده‌ترین فاکتور در رشد تیپ‌های بهره‌وری آفتابگردان، ذرت، گندم، هندوانه و یونجه به ترتیب سیل‌گیری، ویژگی‌های حاصلخیزی، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های فیزیکی، شاخص رطوبت بر اساس مدل AHP تشخیص داده شد. مهابادی (۲۰۱۲) روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم فازی را برای انجام ارزیابی تناسب اراضی برای کشت محصول جو در اردستان استان اصفهان به کار بردند و محدودیت‌های عمده در منطقه را ویژگی‌های فیزیکی خاک معرفی کردند. در تحقیقی دیگر اشرف و همکاران (۲۰۰۹) در منطقه دامغان استان سمنان، ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از سیستم چند معیاره و GIS را برای محصول جو به کار بردند و کلاس تناسب برای این محصول را نسبتا خوب، بحرانی و نامناسب به دست آوردند.

جدول ۲-اهمیت نسبی هر یک از گزینه‌ها نسبت به معیارها

تیپ بهره‌وری	افتابگردان	ذرت	گندم	هندوانه	یونجه	نـــــــــرخ

معیار						ناسازگاری
ویژگی‌های فیزیکی	۱۹۷/۰	۱۶/۰	۱۳۴/۰	۱۰۷/۰	۴۰۲/۰	۰
ویژگی‌های حاصلخیزی	۰۷۳/۰	۰۵۲/۰	۲۵۳/۰	۱۷۸/۰	۴۴۴/۰	۰۱/۰
شوری و قلیائیت	۱۳۱/۰	۱۳۳/۰	۲۶۰/۰	۲۸۳/۰	۱۹۳/۰	۰۳/۰
شیب	۰۵۵/۰	۰۸۵/۰	۴۱/۰	۲۳۳/۰	۲۱۷/۰	۰
زه‌کشی	۰۶۶/۰	۰۷۷/۰	۱۳۹/۰	۴۳۸/۰	۲۸۶/۰	۰۱/۰
سیل گیری	۰۴۹/۰	۰۷۲/۰	۳۷۹/۰	۲۴۶/۰	۲۵۳/۰	۰۸/۰
درجه حرارت	۲۲۲/۰	۱۱۱/۰	۲۲۲/۰	۲۲۲/۰	۲۲۲/۰	۰
رطوبت نسبی (%)	۱۰۷/۰	۰۷۱/۰	۳۵۰/۰	۲۱۶/۰	۲۵۷/۰	۰۱/۰
شاخص رطوبت	۱۰۹/۰	۱۲۴/۰	۲۴۹/۰	۳۹۰/۰	۱۲۷/۰	۰۱/۰
فرسایش	۱۱۰/۰	۰۸۴/۰	۴۱۹/۰	۱۷۱/۰	۲۱۶/۰	۰۷/۰
درآمد	۲۴۶/۰	۲۹۴/۰	۱۴۲/۰	۱۰۸/۰	۲۱۰/۰	۰۱/۰

نهایتا بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، الویت کشت به ترتیب با گندم، یونجه، هندوانه، آفتابگردان و ذرت (شکل ۳) می‌باشد. شایان ذکر است که کشت گندم، یونجه و هندوانه با توجه به شاخص درآمد محاسبه شده و ویژگی‌های خاکی از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده ولی سایر تیپ‌های بهره‌وری در این منطقه توصیه نمی‌گردد. نرخ ناسازگاری کلی برای این ارزیابی ۰۱/۰ برآورد گردید و قابل‌قبول می‌باشد.



شکل ۳-شمایی از تعیین الویت کشت با نرم‌افزار Expert Choice ۹

روش AHP قادر است الویت کشت برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه نشان دهد. بنابراین در مناطقی که نیاز به مطالعات اجمالی و تعیین الویت کشت از نظر کیفی، کمی و اقتصادی می‌باشد، یکی از کارامدترین روش‌هاست.

منابع

قدسی‌پور س ح، ۱۳۹۱. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

Anonymous, ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy. ۱۲th edition. Soil Survey Staf, Natural Resource Conservation Service.

Ashraf SH., Afshari H., Munokyan R. and Ebadi A.G. ۲۰۱۰. Multicriteria land suitability evaluation for barley by using GIS in Damghan plain (Northeast of Iran). Journal of Food, Agriculture & Environment. ۸(۳&۴): ۶۲۶-۶۲۸.

Bown M.W. ۱۹۹۳. AHP, Multiple Criteria Evaluation. Pp. ۲۵۳-۲۹۰. In: Klosterman R and etal (eds). Spreadsheet Methods for Urban and regional analysis. Center for Urban Policy Research, Rutgers University.

Feredrick N.M. and Julie V.B. ۱۹۹۷. Planning sustainable land management: Finding a balance between user needs and possibilities. ITC Journal ۳,۴: ۲۲۹-۲۳۴.

Li B., Zhang F., Zhang L., Huang J., Jin Z. and Gupta D.K. ۲۰۱۲. Comperhensive suitability evaluation of Tea crops using GIS and modified land ecological suitability evaluation model. Pedosphere ۲۲ (۱): ۱۲۲-۱۳۰.

Mahabadi N.Y., Givi J., Naderi M., Mohammadi J. and Poch Claret R..M..۲۰۱۲. Land Suitability Evaluation for Alfalfa and Barley Based on FAO and Fuzzy Multi-Criteria Approaches in Iranian Arid Region. Desert, ۱۷: ۷۷-۸۹.

Orhan D., Lihami B. and Mahmut Y. ۲۰۰۳. Geographic information system and remote sensing based land evaluation of Beypazari area soils by ILSEN model. Turkish Journal of Agriculture and Forestry ۲۷: ۱۴۵-۱۵۳.

Saaty T.L. ۱۹۷۷. A scaling method for priorities in hierarchical structure. Journal of mathematical psychology ۱۵:۲۳۴-۲۸۱.

Saaty T.L. ۱۹۸۰. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
Saaty T..L. ۱۹۹۰. Eigenvector and logarithmic least squares. European Journal of Operational Research ۴۸: ۱۵۶-۱۶۰.
Saaty T.L. ۲۰۰۸. Decission making with the analytic Hierarchy Process. International Journal of Service Science ۱: ۸۳-۹۷.
Sys C., Van Ranset E., Debaveye J. and Beernaert F. ۱۹۹۳. Land Evaluation, Part III, Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.
Walke N., Obi Reddy G.P, Maji A.K. and Thayalan S. ۲۰۱۲. GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton: A case study in the black soil region of Central India. Computers and Geosciences ۴۱: ۱۰۸-۱۱۸.

Abstract

As the assessing the land suitability is a multifactorial issue, it's needed a special technique to assess all the factors simultaneously. So multi-criteria Decision making methods (Analytic hierarchy process) are used for Sunflower, Maize, Wheat, and Watermelon and Alfalfa cultivation priority in Khajeh region. Land evaluation by AHP, several physical and economic factors were used based on FAO framework and experts' opinions. According to kind of crops, the weight has given for each factor based on it is effect on suitability, which is one stage in widely used MCDM techniques. Finally land suitability based on the linear combination of weights and rating scores of each factor by Expert Choice software were determinated according to the FAO standard. Also the evaluated crops with AHP, can be arranged based on their area extension and kind of suitability classes as follows: Wheat > Alfalfa > Watermelon > Sunflower> Maize.

بررسی اثر موقعیت شیب بر تغییرپذیری مکانی پایداری خاکدانه‌ها با تکنیک زمین‌آمار .مطالعه موردی در شهرستان قائمشهر (استان مازندران)

سیده فاطمه سجادی رزکناری [۱]، سید مصطفی عمادی [۲]، محمدعلی بهمنیار [۳]، سروش سالک گیلانی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۳-استاد گروه علوم خاک دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
شناخت تغییرات مکانی خصوصیات خاک در مدیریت بهینه اراضی دارای اهمیت ویژه‌ای است. این پژوهش با هدف بررسی روش زمین‌آمار در تغییرپذیری مکانی پایداری خاکدانه‌های خاک انجام شد. تعداد ۲۰۰ نمونه از دو عمق سطحی ۰-۱۵ و زیرسطحی ۱۵-۳۰ سانتیمتری در سه کلاس شیب ۰-۱۰، ۱۰-۱۷ و ۱۷-۳۵ درصد به روش مرکب نمونه‌برداری شد. پس از انجام آنالیزهای آزمایشگاهی، آنالیزهای زمین‌آماری انجام شد. در نهایت از روش کریجینگ و روش وزن‌دهی معکوس برای ترسیم نقشه استفاده شد. نتایج نشان داد که پایداری خاکدانه‌ها در شیب‌های کمتر، بیشتر بوده و در شیب‌های بیشتر، پایداری خاکدانه در افق زیرسطحی بیشتر از افق سطحی می‌باشد زیرا خاکهای سطحی بر روی شیب در معرض شست‌وشو و فرسایش قرار گرفته و کاهش پایداری خاکدانه‌ها را در پی دارد.

واژه های کلیدی: لندفرم، زمین‌آمار، پایداری خاکدانه

مقدمه
تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک تابع عوامل محیطی مانند اقلیم، خصوصیات زمین‌نما شامل موقعیت زمین‌نما، توپوگرافی، درجه شیب، ارتفاع، مواد مادری و پوشش گیاهی می‌باشد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۲). به دلیل اینکه حرکت و تجمع آب بر روی اجزای متفاوت شیب متفاوت است، انتظار می‌رود خصوصیات خاک‌ها در قسمت‌های مختلف نیز متفاوت باشند (یان و مارچنر، ۲۰۱۳). زمین‌آمار شاخه‌ای از علم آمار کاربردی است که قادر به درنظر گرفتن جزء وابسته به مکان تغییرات است و به برآورد خصوصیت مورد نظر مکانی که نمونه برداری نشده با استفاده از اطلاعات نقاط نمونه برداری شده با تخمینگرهای آماری خود می‌پردازد و از این جهت نسبت به آمار کلاسیک برتری دارد (تاچگران و همکاران، ۱۳۸۶). از روش‌های زمین‌آماری برای بررسی پایداری خاکدانه‌ها توسط محققین مختلفی بکار گرفته شده است: محمدی و متقیان (۲۰۱۱) میزان پایداری خاکدانه‌ها را در سه سطح میکرو، مزو و ماکرو باهم مقایسه کردند. آنها مشاهده کردند که درصد بیشتری از پایداری خاکدانه‌ها در اندازه میکرو و پس از آن در اندازه مزو بوده است. هاشمی راد و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (*MWD*) بیشترین میزان را در جنگل و کمترین میزان را در مرتع داشت که این اختلافات درمورد پایداری خاکدانه‌ها به لحاظ آماری کاملا معنی‌دار بود. عملیات خاکورزی و تراکم خاک در اراضی کشاورزی، با کاهش مواد آلی و افزایش جرم مخصوص ظاهری منجر به کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها گشته و باعث تخریب خاکدانه‌ها می‌گردند. مختاری و همکاران (۱۳۹۲) در سه کلاس شیب، ۰-۱۰، ۱۰-۳۰ و ۳۰-۵۰، اثر شیب و تغییر کاربری اراضی را بر پایداری و میزان کربن آلی خاکدانه‌ها بررسی کردند. نتایج نشان داد تخریب جنگل و کشت مداوم دیم در طول نیم قرن باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های پایداری خاکدانه‌ها شامل *WSA*، *MWD* و *GMD* در همه کلاس‌های شیب شده است.
به نظر میرسد مطالعه بررسی آمار کلاسیک و زمین‌آماری به خصوص در زمین‌نماها نیاز به مطالعه بیشتر دارد زیرا مطالعات انجام شده در یک منطقه مشخص را نمی‌توان به دیگر مکان‌ها تعمیم داد لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر موقعیت شیب بر تغییرپذیری مکانی پایداری خاکدانه‌ها در دو عمق سطحی و زیرسطحی انجام شده است.

مواد و روش‌ها
این پژوهش در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ در روستای افراتخت شهرستان قائمشهر، استان مازندران با مختصات حداقل ۳۶°۲۷′۵۰″ شمالی، ۵۲°۵۶′۳۷″ شرقی و حداکثر ۳۶°۲۹′۲۴″ شمالی، ۵۲°۵۹′۱۵″ شرقی در سه موقعیت شیب ۰-۱۲، ۱۲-۲۴ و ۲۴-۳۵ درصد انجام شد. تعداد ۱۵۰ نمونه از دو عمق ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متری تهیه و مورد بررسی قرار گرفت. مختصات جغرافیایی تمام نقاط نمونه‌برداری با دستگاه GPS شناسایی و نمونه‌برداری به صورت مرکب انجام شد. برای نمونه‌برداری خاک از یک بیلچه استفاده شد و نمونه‌های خاک به آرامی در کیسه پلاستیکی قرار گرفتند تا کمترین آسیب به خاکدانه‌ها وارد گردد. آنالیز پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر برروی نمونه‌های دست‌نخورده در آزمایشگاه انجام شد.

آنالیز زمین‌آماری:

در ابتدا به منظور شناخت اولیه از آماره‌های عمومی داده‌ها، با استفاده از روش‌های آمار توصیفی، فاکتورهای خاک آنالیز شدند. در مطالعات زمین‌آماری داده‌هایی با توزیع غیرنرمال اثراتی را به دنبال دارد که ممکن است، منجر به نوسان زیاد در واریوگرام‌ها شود و سبب کاهش قابلیت اعتماد به نتایج تحلیلی گردد. لذا نرمال‌سازی داده‌ها ضروری به نظر می‌رسد (جعفریان جلودار و همکاران، ۱۳۸۸). یکی از روش‌های ارزیابی نرمال بودن داده‌ها استفاده از ضریب چولگی می‌باشد. هنگامی که این ضریب بیشتر از یک باشد، بایستی از لگاریتم جهت نرمال نمودن داده‌ها با استفاده از تست کلموگروف- اسمیرنوف انجام شود (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱). در مرحله بعد تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک با رسم واریوگرام‌ها و تحلیل آن‌ها صورت گرفت. برای محاسبه واریوگرام‌ها تمام مدل‌هایی که نرم‌افزار امکان توسعه آنها را فراهم می‌کند، اعمال شد تا بهترین مدل انتخاب گردد. بهترین مدل نیز براساس مربعات خطای (RSS) کمتر و ضریب تبیین بیشتر انتخاب می‌گردد (جعفریان جلودار و همکاران، ۱۳۸۸). برای محاسبه واریوگرام از رابطه زیر استفاده گردید:

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(x_i+h)-Z(x_i)]^2 \qquad (۱)$$

که در این رابطه، N(h)تعداد جفت نمونه‌های بکاررفته در محاسبه که در فاصله h از یکدیگر قرار دارند، Z(x_i) مقدار مشاهده شده متغیر مورد نظر، Z(x_i+h) مقدار مشاهده شده آن متغیر که به فاصله h از Z(x_i) قرار دارد و $\gamma(h)$ تغییرنما است.

در مرحله بعدی برای درون‌یابی مکانی و تهیه نقشه مکانی ویژگی‌های خاک از دو روش کریجینگ و عکس فاصله وزن‌دار استفاده شد. کریجینگ به عنوان تابعی خطی از مجموع مشاهدات واقع در همسایگی نقطه مورد تخمین، می‌باشد. کریجینگ یک تخمین‌گر خطی ناریب با کمترین واریانس است (نورزاده حداد و همکاران، ۱۳۹۲). روش عکس فاصله وزن‌دار یکی از روش‌های درون‌یابی است که در آن مدل براساس مقادیر نقاط همسایه برازش داده می‌شود. به طوری که به نقاط مجاور نسبت به فاصله آنها از نقطه مجهول وزنی اختصاص می‌یابد. در حقیقت نوعی درون‌یابی وزن‌دار انجام می‌گیرد (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱).

به منظور ارزیابی روش‌های درون‌یابی از تکنیک Cross Validation با دو معیار MBE و MAE برای سنجش روش‌ها و نیز تطابق توزیع مکانی نقشه‌های بدست آمده با فیزیک منطقه استفاده شد. MAE معرف دقت و MBE معرف انحراف هر روش می‌باشد که از روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left|z^*(xi)-z(xi)\right|}{n} \qquad (۲)$$

$$MBE=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(z^*(xi)-z(xi)\right)}{n} \qquad (۳)$$

که در آن Z^* مقدار برآورد شده در نقطهx_i، Z(x_i) مقدار برآورد شده در نقطه x_i و n تعداد نقاط می‌باشد (محمودی و همکاران، ۱۳۹۱).

برای انجام آنالیزهای زمین‌آمار از نرم‌افزار GS+ نسخه ۵ (Gamma Design Software, MI,USA) استفاده شد. داده‌های مربوط به عوامل خاکی از نرم‌افزار Excel به نرم‌افزار GS+ وارد گردید و مورد آنالیز قرار گرفتند.

نتایج

خلاصه آماری از پارامترهای مورد نظر در جدول ۱ آمده است. ضریب تغییرات، ضریبی است که برای نشان دادن تغییرات کلی مورد استفاده قرار میگیرد. همان طور که از جدول ۱ برمی‌آید ضریب تغییرات پایداری خاکدانه در افق‌های سطحی در شیب‌های ۰-۱۰ درصد و در افق‌های زیرسطحی در شیب‌های ۱۰-۱۷ درصد بیشتر است که این بیانگر وجود تغییرات بیشتر در این شیب‌ها می‌باشد.

جدول ۳: خلاصه آماری پایداری خاکدانه‌ها در اعماق و شیب‌های مختلف

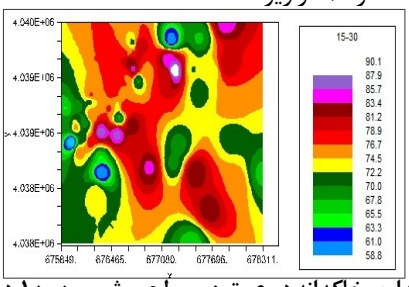
درصد شیب	عمق(سانتیمتر)	میانگین	مینیمم	ماکزیمم	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
۰-۱۰	۰-۱۵	۷۴.۴۸	۶۰.۲۱	۹۷.۲۵	۹.۰۵	۱۲.۱۵	۰.۴۲	۰.۱۶-
	۱۵-۳۰	۷۴.۷۵	۵۶.۳۲	۹۰.۱۵	۷.۳۸	۹.۸۷	۰.۲۱-	۰.۲۶-
۱۰-۱۷	۰-۱۵	۴.۳۳	۴.۱۴	۴.۵۳	۰.۱۳	۳.۰۰	۰.۳۶	۰.۸۷-
	۱۵-۳۰	۷۲.۸۷	۵۷.۹۴	۸۶.۳۳	۸.۲۴	۱۱.۳۱	۰.۳۳-	۰.۴۵-
۱۷-۳۵	۰-۱۵	۴.۳۲۸	۴.۲۵	۴.۴۵	۰.۰۷	۱.۶۲	۰.۵۰	۰.۷۵-
	۱۵-۳۰	۷۱.۶۹	۶۴.۱۵	۷۹.۲۲	۵.۹۹	۸.۳۵	۰.۱۸	۱.۳۹-

مدل‌های معرفی شده در جدول ۲ به دلیل داشتن مجموع مربعات باقیمانده کمتر، از بین تمامی مدل‌های برازش شده به هر پارامتر انتخاب گردیدند. برای بیشتر پارامترها مدل نمایی به عنوان مدل مناسب انتخاب شد.

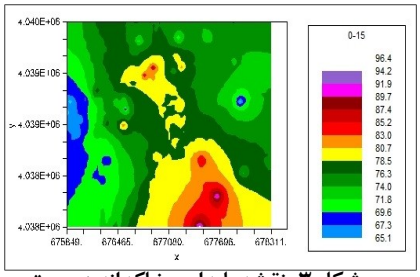
جدول۲: پارامتر انواع مدل اعمال شده به واریوگرام‌ها

درصد شیب	عمق(سانتیمتر)	مدل واریوگرام	C_0	$C_0 + C$	$\frac{C}{C+C_0}$	R^2	RSS
۰-۱۰	۰-۱۵	نمایی	۰.۱	۷۸.۷۱	۰.۹۹	۰.۷۷	۶۵۱
	۱۵-۳۰	نمایی	۳۸	۱۱۴.۱۷	۰.۶۷	۰.۷۰۴	۲۳۰
۱۰-۱۷	۰-۱۵	نمایی	۰.۰۱۲	۰.۰۲۸	۰.۵۷	۰.۰۴۳	۲۲.۰۸
	۱۵-۳۰	گوسی	۶۷	۱۳۴.۱	۰.۵	۰.۰۰۹	۹۸۱۷
۱۷-۳۵	۰-۱۵	خطی	۲.۷۱	۹.۳	۰.۷۱	۰.۹۵۰	۲۴.۳۹
	۱۵-۳۰	نمایی	۲۳.۷۷	۴۷.۵۵	۰.۵	۰.۰۰۹	۲۰۵۵

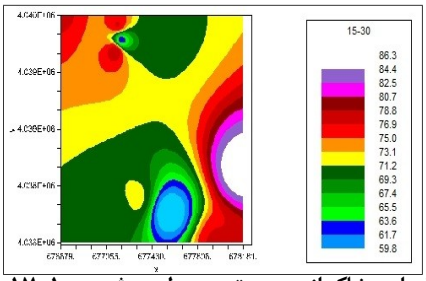
پس از حذف بیست درصد داده و تخمین مقدار داده با روش‌های میانیابی کریجینگ و روش وزن‌دهی معکوس *IDW* با سه توان ۱، ۲ و ۳ مقدار *MAE* (معرف دقت) و *MBE* (معرف انحراف) برای هر روش محاسبه گردید و از بین آنها روش‌هایی که دارای دقت بیشتری بودند برگزیده شدند. برای همه پارامترها روش *IDW* با توان ۳ مناسب‌ترین روش بود و فقط برای عمق سطحی شیب ۰-۱۰ درصد و برای عمق زیرسطحی شیب ۱۰-۱۷ درصد به ترتیب روش‌های *IDW* با توان ۱ و کریجینگ مناسب‌ترین بود. نقشه‌های تهیه شده (شکل ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) در زیر آمده است.



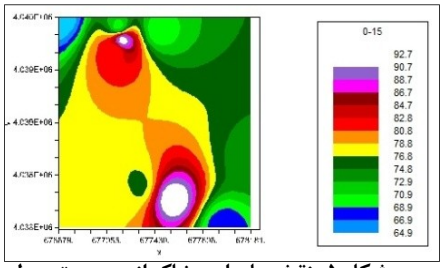
شکل ۲ :نقشه پایداری خاکدانه در عمق زیرسطحی شیب ۰-۱۰ درصد



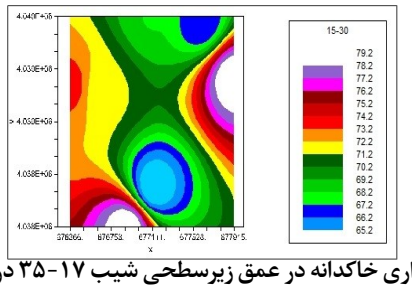
شکل ۳: نقشه پایداری خاکدانه در عمق سطحی شیب ۰-۱۰ درصد



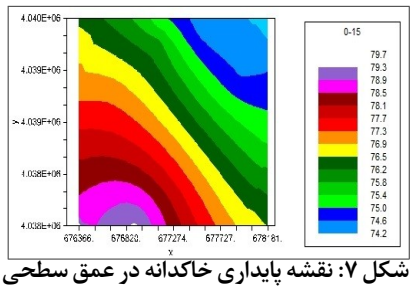
شکل ۴ : نقشه پایداری خاکدانه در عمق زیرسطحی شیب ۱۰-۱۷ درصد



شکل ۵: نقشه پایداری خاکدانه در عمق سطحی شیب ۱۰-۱۷ درصد



شکل ۶ : نقشه پایداری خاکدانه در عمق زیرسطحی شیب ۱۷-۳۵ درصد



شکل ۷: نقشه پایداری خاکدانه در عمق سطحی شیب ۱۷-۳۵ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

از مهمترین دلایل اختلاف کیفیت خاک براساس ویژگی‌های مورد بررسی در شیب‌های مختلف می‌توان به بیشتر بودن درجه تجزیه و تخریب متفاوت، اختلاف در سرعت فرسایش و تجمع مواد در شیب‌های مختلف زمین نسبت داد. نتایج این پژوهش نشان

داد که پایداری خاکدانه‌ها در شیب‌های کم بیشتر از شیب‌های با درصد بیشتر بوده است که این با نتایج ملکی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد. همچنین پایداری خاکدانه‌ها در خاکهای زیرسطحی واقع در شیب‌های با درصد بالا به مراتب بیشتر از خاک‌های سطحی می‌باشد که این امر می‌تواند به دلیل در معرض شست‌وشو و فرسایش بودن خاکهای سطحی در شیب‌های زیاد باشد که این خود اهمیت مدیریت در این اراضی را بیان می‌کند. توصیه می‌شود جهت حفظ پایداری خاکدانه در خاکهای سطحی پوشش گیاهی در این منطقه بر روی شیب افزایش یابد.

منابع

تاچگران، ت.ایوبی، ش. خرمالی، ف. شتایی،ف. ۱۳۸۶. بررسی تغییرپذیری مکانی و همبستگی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی به کمک تکنیک زمین‌آمار(مطالعه موردی: بخشی از اراضی شمال آق قلا). مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.

جعفریان جلودار، ز.ارزانی، ح. جعفری، م. کلارستانی، ع، ا. زاهدی، ق. آذرنیوند، ح. ۱۳۸۸. توزیع مکانی خصوصیات خاک با روش‌های زمین‌آماری در مراتع رینه. مجله علمی پژوهشی مرتع، جلد یکم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۸۱۷ تا ۸۲۹.

محمودی، ج.، زارعیان، ف. جوادی، م، ر. خرسندی، ن. ۱۳۹۱. مقایسه کارایی چند روش زمین آماری برای تخمین برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک. مجله‌ی حفاظت منابع آب و خاک، جلد چهارم، شماره ۱، صفحه‌های ۶۷ تا ۷۵.

مختاری، پ.ایوبی، ش. مصدقی، م، ر. ۱۳۹۲. اثر شیب و تغییر کاربری اراضی بر پایداری و میزان کربن آلی خاکدانه‌ها. مجله‌ی تحقیقات آب و خاک ایران، جلد چهل و چهارم، شماره ۲۲، صفحه‌های ۱۹۳ تا ۲۰۲.

ملکی، ص. خرمالی، ف. کیانی، ف. کریمی، ع، ر. ۱۳۹۲. اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی لسی شیب‌دار، منطقه توشن استان گلستان. نشریه‌ی پژوهش‌های حفاظت خاک، جلد بیستم، شماره ۳، صفحه‌های ۹۳ تا ۱۱۲.

نورزاده حداد، م. مهدیان، م، ح. ملکوتی، م، ج. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی برخی روش‌های زمین‌آماری به منظور بررسی پراکنش مکانی عناصر ریزمغذی در اراضی کشاورزی، مطالعه موردی: استان همدان. مجله‌ی دانش آب و خاک. جلد بیست و سوم، شماره ۱، صفحه‌های ۷۱ تا ۸۱.

هاشمی راد، س. کیانی، ف. همت‌زاده، ی. مفتاح هلقی، م، م. رحمانی، م. ۱۳۸۹. ارزیابی نقش کاربری‌های مختلف اراضی و برخی شاخص‌های کیفی خاک بر روی پایداری خاکدانه‌ها در حوضه آبخیز قرناوه(شرق استان گلستان). دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو. دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، شیراز.

Mohammadi, J. and Motaghian, M. H. ۲۰۱۱. Spatial prediction of soil aggregats stability and aggregate- associated organic carbon content at the catchment scale using geostatistical techniques. Pedospher, ۲۱(۳): ۳۸۹-۳۹۹

Yan, N. and Marschner, P. ۲۰۱۳. Response of soil Respiration and microbial biomass to changing EC in salin soils. Soil Biology & Biochemistry, ۶۵: ۳۲۲-۳۲

Absteract

Understanding the spatial variability of soil characteristics in the optimal management of land has special significance. This study aimed to investigate the Geostatic methods in spatial variability of soil aggregate stability was conducted. A total of ۲۰۰ samples from both the surface and subsurface ۰-۱۵ ۱۵-۳۰ ۰-۱۰ cm in three classes slope, ۱۰-۱۷, and ۱۷-۳۵ percent by composite sampling were taken. After laboratory analysis Geostatistical analysis was performed. Finally, the method of kriging and inverse weighting method were used to map. The results showed that aggregate stability on less slopes was more than high slop, aggregate stability on the surface was more than subsurface horizons in high slops because the surface soils on slopes face to erosion and leaching then aggregate stability are followed.

تخمین تغییرات ماده آلی خاک با استفاده از روش‌های زمین آمار و توابع عمق اسپلاین

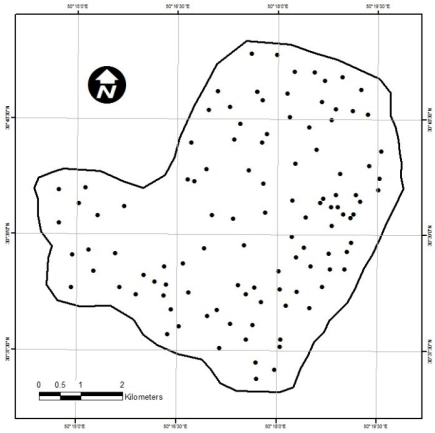
علیرضا امیریان چکان [۱]، صاحب خوردهبین [۲]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۳]، شهرام یوسفی خانقاه [۱]
۱- استادیار دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، ۲- کارشناس ارشد علوم خاک، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان ۳- استادیار دانشگاه اردکان

چکیده
داشتن داده‌های قابل اعتماد از توزیع پیوسته و سهبعدی ماده آلی اهمیت زیادی در تخمین ذخیره کربن آلی خاک و برآورد استعداد خاک‌ها برای ترسیب و ذخیره کربن دارد. در این مطالعه از ۱۰۹ موقعیت انتخاب شده در اطراف شهرستان بهبهان بر اساس روش نمونه‌برداری مکعب لاتین، نمونه‌های خاک تا عمق یکمتری برداشت شد. معادله عمق اسپلاین به داده‌های به دست آمده تا عمق یکمتری برازش داده شد و مقادیر تخمینی ماده آلی در پنج عمق استاندارد پروژه جهانی نقشه‌برداری رقومی به دست آمد و با استفاده از کریجینگ معمولی نقشه پیوسته ماده آلی برای همه عمق‌ها رسم شد. نتایج بیانگر کارآیی خوب معادلات عمق اسپلاین و روش‌های زمین آماری در نشان دادن تغییرات جانبی و عمودی ماده آلی بود. مقدار خطای تخمین‌ها به طور کلی در لایه‌های سطحی بیشتر از لایه‌های عمقی بود و پیوستگی مکانی مقادیر ماده آلی در همه لایه‌ها در حد متوسط بود.

واژه های کلیدی: معادلات عمق اسپلاین، ماده آلی، کریجینگ

مقدمه
کربن آلی خاک بیانگر حاصل‌خیزی طبیعی خاک و شاخصی رایج از حیات و عملکردهای اکوسیستم است که تخمین ذخایر فعلی و توزیع مکانی آن، گام اول در تخمین ظرفیت ذخیره و ترسیب کربن است (Cambule et al., ۲۰۱۴). به دلیل نقش کربن در تغییرات اقلیمی و سلامت خاک، در سالیان اخیر پیشبینی تغییرات مکانی کربن آلی خاک به یک مبحث مهم و کلیدی تبدیل شده است (Orton et al., ۲۰۱۴). بنابراین تخمینهای قابل اعتماد از کربن آلی خاک و تغییرات مکانی آن برای درک بهتر چرخه جهانی کربن، تخمین ظرفیت ذخیره کربن خاک و اجرای برنامههای ترسیب کربن ضروری میباشد (Mishra et al., ۲۰۱۰).
در بیشتر مطالعات کربن آلی خاک سطحی مورد توجه قرار گرفته است (Kempen et al., ۲۰۱۱) و مقدار کربن خاک عمقی و تغییرات تدریجی آن با عمق کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بررسیها نشان داده است که خواص خاک معمولا به صورت پیوسته و تدریجی با عمق تغییر میکنند (Ponce-Hernandez, ۱۹۸۶) و در نظر نگرفتن این موضوع میتواند منجر به بروز خطا در تخمینها شود. توابع عمق خاک ابزاری هستند که توزیع تدریجی و عمودی کربن آلی در خاک را میتوان توسط آنها مدل‌سازی کرد (Malone et al., ۲۰۰۹) و مقدار ذخیره کربن آلی را در هر عمق مورد نظر تخمین زد (Minansney et al., ۲۰۱۳).
با استفاده از معادلات عمق مقادیر کربن آلی در نقاطی جدا از هم و در اعماق مختلف تخمین زده میشود. ولی در عمل معمولا نیاز به نقشههای پیوسته از تغییرات جانبی متغیر مورد بررسی میباشد. با وجود این که نقشه‌های سنتی حاوی اطلاعات مفیدی در مورد خاک‌ها می‌باشند، ولی تغییرپذیری درون کلاس‌ها را تا حدودی از دید پنهان می‌نمایند (Lark, ۲۰۱۱) که منجر به ایجاد نقشه‌هایی با درجه قطعیت کمتری میشود (McBratney and Webster, ۱۹۸۶). روش‌های زمین آمار راهکاری برای بررسی تغییرات پیوسته متغیرهایی است که به دلایلی از جمله پیچیدگی فرایندها و وابستگی نتایج حاصل از آن‌ها به شرایط اولیه ناشناخته، نمیتوان آن‌ها را با روش‌های جبری تخمین زد (Lark, ۲۰۱۱). هدف از این مطالعه استفاده همزمان از معادلات عمق اسپلاین با سطح یکسان و زمین آمار برای تهیه نقشههای پیوسته تغییرات سه بعدی ماده آلی در اراضی اطراف شهرستان بهبهان در استان خوزستان بود.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد بررسی با مساحت حدود ۴۶۰۰ هکتار و ارتفاع حدود ۳۵۰ متر از سطح دریا در شمال شرق شهرستان بهبهان در استان خوزستان واقع گردیده است (شکل ۱). میانگین سالیانه دما ۲۵ درجه سانتی گراد، بارندگی سالیانه ۳۲۳ و تبخیر سالیانه ۳۸۱۴ میلیمتر می باشد. کاربری غالب منطقه زراعت آبی، مرتع و باغ است. بر اساس سیستم جامع رده‌بندی خاکهای منطقه در زیر ردههای Fluvents، Ustepts و Orthents قرار گرفتند (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴).



شکل ۱-محدوده مطالعاتی و پراکنش نقاط نمونه‌برداری

بر اساس روش نمونهبرداری مکعب لاتین[۱۶۷] (Minansny and McBratney, ۲۰۰۶)، تعداد ۱۰۹ مکان نمونهبرداری مشخص و نمونههای خاک تا عمق یک متری از افق‌های ژنتیکی برداشت و درصد ماده آلی آن‌ها به روش والکلی و بلک تعیین گردید. در این بررسی معادله عمق اسپیلاین با سطوح یکسان (Malone et al, ۲۰۰۹) به داده‌های ماده آلی خاک اندازه‌گیری شده در اعماق مختلف برازش داده شد و درصد ماده آلی در عمق‌های استاندارد پروژه جهانی نقشه‌برداری رقومی خاک که شامل اعماق ۵-۰، ۱۰-۵، ۳۰-۱۰، ۶۰-۳۰ و ۱۰۰-۶۰ سانتي‌متری مي‌باشد، تخمین زده شد. سپس با استفاده از کریجینگ معمولی نقطه‌ای نقشه پیوسته ماده آلی در اعماق مذکور تهیه گردید.

نتایج و بحث

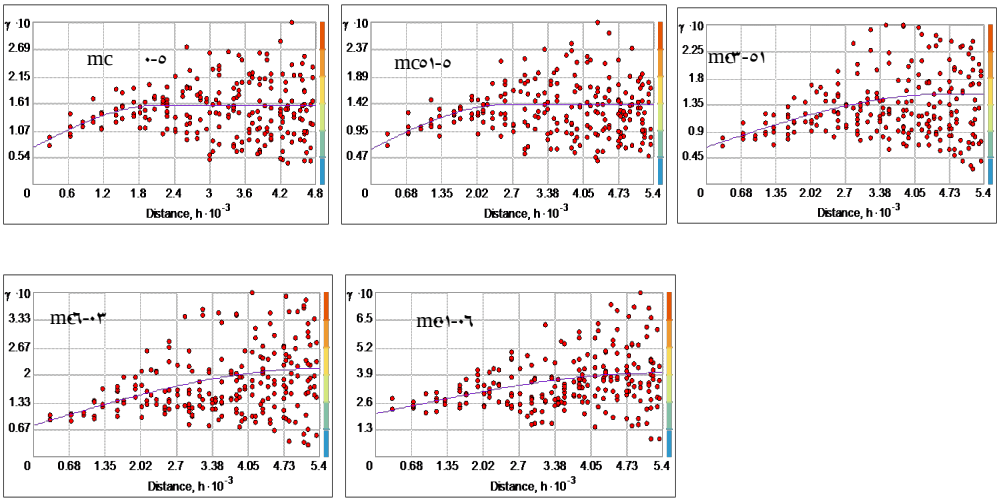
مقادیر تخمینی ماده آلی توسط معادلات عمق در پنج عمق استاندارد در جدول ۱ ارایه شده است. مقدار ماده آلی در سه لایه سطحی بیش از یک درصد و در لایه پنجم به کمترین مقدار خود میرسد. اورتون و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند مقدار ماده آلی در لایههای سطحی بیشترین و در لایههای عمقی کمترین مقدار را داشت. با توجه به مقادیر انحراف معیار، تغییرات ماده آلی در لایههای سطحی نسبت به لایههای عمقی بیشتر است که میتواند بیانگر تاثیر بیشتر انسان روی مقدار ماده آلی لایههای سطحی خاک باشد. میشرا و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات زیاد ماده آلی در لایههای سطحی را به تفاوت در نوع خاک‌ها ارتباط دادند.

جدول ۱- خلاصه آماری مقادیر ماده آلی در ۵ عمق استاندارد

عمق (cm)	حداقل (%)	حداکثر (%)	میانگین (%)	انحراف معیار (%)
۵-۰	۶۸/۰	۰۰/۵	۶۱/۱	۷۰/۰
۱۵-۵	۶۲/۰	۷۱/۳	۴۵/۱	۵۷/۰
۳۰-۱۵	۴۳/۰	۱۵/۲	۰۸/۱	۳۹/۰
۶۰-۳۰	۱۷/۰	۴۴/۱	۷۰/۰	۲۹/۰
۱۰۰-۶۰	۰۸/۰	۲۳/۱	۴۹/۰	۲۷/۰

در شکل ۲ واریوگرام‌های تجربی درصد ماده آلی در پنج عمق استاندارد ارایه شده است. واریوگرام‌ها (به خصوص واریوگرامهای دو لایه سطحی) دارای ساختار نسبتا خوب می‌باشند. ساختار خوب واریوگرام می‌تواند بیانگر این باشد که فواصل نمونه برای نشان دادن ساختار مکانی متغیر مورد بررسی مناسب می‌باشد (Liu et al., ۲۰۱۲). همه مدل‌های برازش داده شده دارای واریانس قطعه و سقف می‌باشند. سقف‌دار بودن مدل‌ها یکی از دلایل صادق بودن فرضیات ایستایی نوع دوم است (Oliver and Webster, ۱۹۹۰). واریانس قطعه می‌تواند ناشی از عواملی چون خطای نمونه‌برداری، تغییرات کوتاه دامنه و تغییرات ذاتی باشد (Kerry and Oliver, ۲۰۰۳; Wang et al., ۲۰۰۹).

[۱۶۷] - Latin hypercube sampling



شکل ۲- واریوگرام‌های تجربی درصد ماده آلی در پنج عمق استاندارد

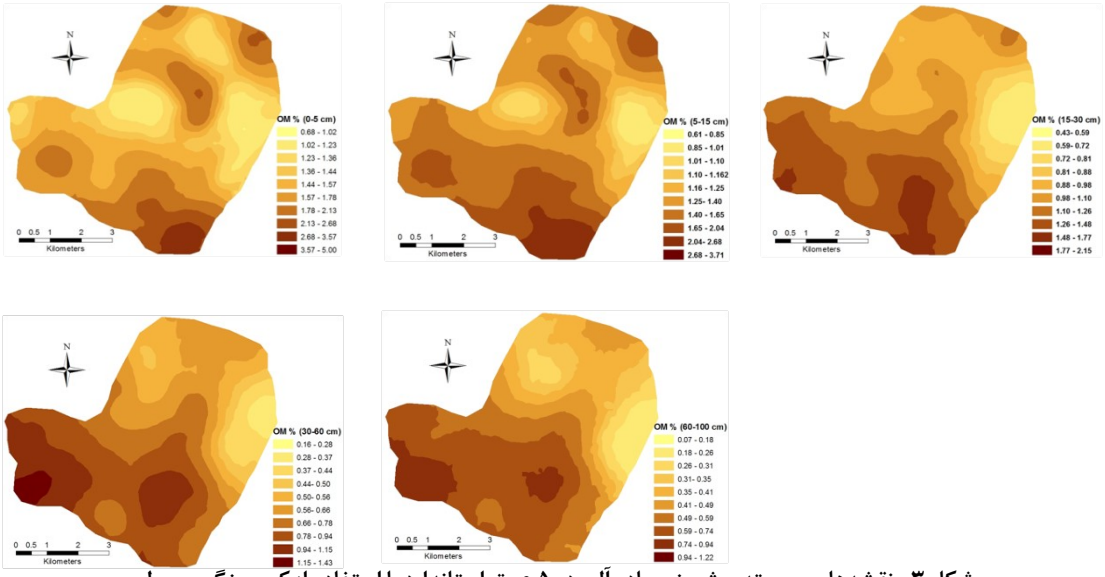
در جدول ۲ مدل‌های برازش داده شده، واریانس قطعه، آستانه، دامنه واریوگرام و نسبت واریانس قطعه به آستانه ارایه شده است. خصوصیاتی با پیوستگی متوسط تا قوی می‌توانند منجر به تولید نقشه‌هایی با کارآیی بالا گردند (Tesfahunegn et al., ۲۰۱۱). در صورتی که واریانس قطعه به آستانه کمتر از ۲۵ درصد باشد پیوستگی مکانی قوی، اگر بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد پیوستگی مکانی متوسط و اگر بیشتر از ۷۵ درصد باشد بیانگر پیوستگی مکانی ضعیف است (Cambardella et al., ۱۹۹۴). نتایج نشان می‌دهد که در واریوگرام‌های همه اعماق نسبت اثر قطعه به آستانه بین ۲۵ تا ۷۵ درصد است که بیانگر پیوستگی متوسط متغیر مورد بررسی است. مقادیر دامنه واریوگرام‌ها از سطح به عمق به ترتیب افزایش یافته است (جدول ۲) که این نشان میدهد در اعماق پایین‌تر پیوستگی مکانی تا فاصله دورتری وجود دارد؛ هر چند که این پیوستگی در لایه‌های پایینی کاهش میابد (بجز در لایه پنجم). دامنه واریوگرام به مقیاس اندازه‌گیری و عوامل موثر بر تغییرات مکانی خاک بستگی دارد (۴). از دامنه می‌توان به عنوان معیاری در انتخاب فواصل نمونه‌برداری در مطالعات بعدی در منطقه و یا مناطق مشابه استفاده کرد (Tesfahunegn et al., ۲۰۱۱). این نتایج نشان میدهند بیشترین دقت تخمین‌ها و بیشترین پیوستگی مکانی مربوط به عمق پنجم است که میتواند به دلیل تغییرات کمتر مقدار ماده آلی در این عمق باشد. مقدار کم انحراف معیار درصد ماده آلی در این عمق (جدول ۱) تایید کنند این مطلب است.

جدول ۲- مدل‌های برازش داده شده به واریوگرام‌های تجربی مقادیر ماده آلی و پارامترهای آنها

عمق (cm)	مدل	آستانه (C_1)	اثر قطعه (C_0)	$\left(\frac{C_0}{C}\right)*100$	دامنه (m)	گام (m)	تعداد گام	NRMSE (%)
۵-۰	کروی	۱۵۶/۰	۰۷۳/۰	۴۷	۲۰۷۸	۴۰۰	۱۲	۳۹/۰
۱۵-۵	کروی	۱۳۹/۰	۰۶۱/۰	۴۴	۲۵۹۱	۴۵۰	۱۲	۳۵/۰
۳۰-۱۵	کروی	۱۵۲/۰	۰۶۲/۰	۴۱	۴۶۵۷	۴۵۰	۱۲	۳۰/۰
۶۰-۳۰	کروی	۲۱۳/۰	۰۷۶/۰	۳۶	۵۳۳۴	۴۵۰	۱۲	۳۱/۰
۱۰۰-۶۰	کروی	۳۹۷/۰	۲۰۳/۰	۵۱	۵۳۳۴	۴۵۰	۱۲	۴۷/۰

در شکل ۳ تغییرات مکانی ماده آلی خاک در عمقهای مختلف ارایه شده است. بیشترین مقدار ماده آلی در بخشهایی از جنوب و مرکز منطقه دیده می‌شود که دلیل آن وجود باغ‌های مخلوط و اراضی درخت کاری شده و در نتیجه افزایش بیشتر ماده آلی به خاک این مناطق است. مقدار ماده آلی لایه سطحی خاک در بخشهای شرقی، شمالی و قسمتی از مرکز نسبت به سایر بخش‌ها کمتر است. وجود سازند گچساران که شرایط آن برای رشد گیاهان مناسب نیست در بخش‌های شرقی و شمالی و زیر کشت نرفتن اراضی و افزایش کم ماده آلی به دلیل خشکی منطقه در قسمت مرکزی، میتواند عامل کم بودن ماده آلی باشد. این روند کلی در عمق دوم نیز مشاهده می‌شود. در عمق سوم مقدار ماده آلی نسبت به لایههای بالایی کاهش یافته است. در اعماق چهارم و پنجم به دلیل کم شدن تراکم ریشه گیاهان، مقدار ماده آلی خیلی کمتر از لایههای بالاتر است.

فینر و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند کربن آلی در اراضی تحت کشت آبی در جنوب هند بیشترین مقدار و پس از آن اراضی جنگلی و مرتعی دارای بیشترین مقدار ماده آلی بودند. بررسیهای متعدد دیگری بیانگر اهمیت نوع کاربری در مقدار و توزیع کربن آلی خاک بود (مینازنی و همکاران ۲۰۰۶؛ لاکوستی و همکاران، ۲۰۱۴). میشرا و همکاران (۲۰۰۹) یکی از عومل کنترل کننده کربن آلی خاک را شیب دانستند و بیان داشتند که در مناطق شیب دار به دلیل فرسایش و خشکی خاک (زهکشی بهتر) معمولا ماده آلی کمتر است. لیو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند مقدار ماده آلی علاوه بر کاربری اراضی به خصوصیاتی از قبیل شیب، جهت و شکل شیب بستگی زیادی دارد.



شکل ۳- نقشه‌های پیوسته پیشبینی ماده آلی در ۵ عمق استاندارد با استفاده از کریجینگ معمولی

منابع

Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F. and Konopka A.E.۱۹۹۴. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J, **۵۸**: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Cambule A.H., Rossiter D.G., Stoorvogel J.J. and Smaling E.M.A. ۲۰۱۴. Soil organic carbon stocks in the Limpopo National Park, Mozambique: Amount spatial distribution and uncertainty. Geoderma, ۲۱۳: ۴۶-۵۶.

Kempen B., Brus D. and Stoorvogel J.J. ۲۰۱۱. Three-dimensional mapping of soil organic matter content using soil type-specific depth functions. Geoderma, ۱۶۲: ۱۰۷-۱۲۳.

Kerry R. and Oliver M.A. ۲۰۰۳. Variograms of ancillary data to aid sampling for soil surveys. Precision Agriculture, ۴: ۲۶۱-۲۷۸.

Lacoste M., Minasny B., McBratney A., Michot D., Viaud V. and Walter C. ۲۰۱۴. High resolution ۳D mapping of soil organic carbon in a heterogeneous agricultural landscape. Geoderma, ۲۱۳: ۲۹۶-۳۱۱.

Lark R.M. ۲۰۱۰. Two contrasting spatial processes with a common variogram, inference about spatial models from higher-order statistics. European Journal of Soil Science, ۶۱: ۴۷۹-۴۹۲.

Liu F., Zhang G., Sun J., Zhao Y. and Li D. ۲۰۱۲. Mapping the three-dimensional distribution of soil organic matter across a Subtropical Hilly Landscape. Soil Science Society of America Journal, ۷۷: ۱۲۴۱-۱۲۵۳.

Malone B.P., McBratney A.B., Minasny B. and Laslett G.M. ۲۰۰۹. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, ۱۵۴: ۱۳۸-۱۵۲.

McBratney A.B. and Webster R. ۱۹۸۶. Choosing functions for semi-variograms of soil properties and fitting them to sampling estimates. Journal of Soil Science, ۳۷: ۶۱۷-۶۳۹.

Minasny B., McBratney A.B., Mendonca-Santos M. L., Odeh I.O.A. and Guyon B. ۲۰۰۶. Prediction and digital mapping of soil carbon storage in the Lower Namoi Valley. Australian Journal of Soil Research, ۴۴: ۲۳۳-۲۴۴.

Minasny B., McBratney A.B. ۲۰۰۶. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Computers & Geosciences, ۳۲: ۱۳۷۸-۱۳۸۸.
Minasny B., McBratney A.B., Malone B.P., Wheele I. ۲۰۱۳. Digital mapping of soil carbon. Adv . Agron, ۱۱۸: ۱-۴۷.
Mishra U., Lal R., Slater B., Calhoun F., Liu D. and Van Meirvenne M. ۲۰۰۹. Predicting soil organic carbon stock using pro le depth distribution functions and ordinary kriging. Soil Science Society of America Journal, ۷۳: ۶۱۴-۶۲۱.
Oliver M.A. and Webster R. ۱۹۹۰. Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. International Journal of Geographical Information System, ۴: ۳۱۳-۳۳۲.
Orton T.G., Pringle M.J., Page K.L., Dalal R.C., Bishop T.F.A . ۲۰۱۴. Spatial prediction of soil organic carbon stock using a linear model of coregionalisation. Geoderma, ۲۳۰-۲۳۱: ۱۱۹-۱۳۰.
Ponce-Hernandez R., Marriott F.H.C. and Beckett P.H.T. ۱۹۸۶. An improved method for reconstructing a soil profile from analysis of a small number of samples. Journal of Soil Science, ۳۷: ۴۵۵-۴۶۷.
Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to soil taxonomy. Washington. USDA-NRCS.
Tesfahunegn G.B., Tamene L. and Vlek P.L.G. ۲۰۱۱. Catchment-scale spatial variability of soil properties and implications on site-specific soil management in northern Ethiopia. Soil and Tillage Research, ۱۱۷:۱۲۴-۱۳۹.
Wang Y., Zhang X. and Huang C. ۲۰۰۹. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. Geoderma, ۱۵۰: ۱۴۱-۱۴۹.

Abstract

Reliable data of continuous and three-dimensional distribution of soil organic matter (SOM) is very important for the estimation of the carbon sink capacity and soil organic carbon (SOC) sequestration. In this study that was conducted in Khuzestan province, based on Latin hypercube sampling, soil samples were collected from genetic horizons to a depth of one meter. Spline depth function was fitted to the measured SOM and the amounts of SOM at five standard depth intervals were estimated. Ordinary kriging (OK) was employed to map lateral distribution of SOM in the specified depths. Results showed that the combination of spline depth functions and geostatistics techniques may be considered as a powerful tool for depicting lateral and vertical distribution of SOM. In general, the errors of OK predictions were higher in the top layers and the spatial dependence of SOM was moderate in the all five layers.

نقشهبرداری رقومی کلاسهای خاک در مقیاس منطقهای با استفاده از رگرسیون لاجیستیک چندجملهای در اقلیم خشک ایران

فریده عباس زاده افشار [۱]، شمس الله ایوبی [۲]، اعظم جعفری [۳]، حسین خادمی [۲]
۱_ دانشجو دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه باهنر کرمان

چکیده
این مطالعه به منظور نقشهبرداری رقومی گروههای بزرگ خاك با استفاده از مدل رگرسیون لاجیستیك چندجملهای در منطقه بم استان کرمان بهعنوان نمونه از اقلیم خشک طراحی گردید. یك طرح نمونهبرداری طبقهبندی شده در منطقه ای به مساحت صد هزار هکتار تعریف شد و در نهایت، ۱۱۶ خاکرخ حفر و تشریح گردید. نتایج نشان داد که نقشه ژئومرفولوژی، یك ابزار مهم در روشهای نقشهبرداری رقومی خاك است که به افزایش دقت پیشبینی کمك میکند. پس از سطوح ژئومرفیك، اجزای سرزمین شاخصهای سنجش از دور بهعنوان پارامترهای کمکی مؤثر شناخته شدند. نتایج نشان داد که خاکهای با قابلیت اطمینان بهتر خاکهایی هستند که بهشدت تحت تأثیر مشخصات توپوگرافی و ژئومرفولوژی قرار گرفتند (گروههای بزرگ هاپلوسالید، کلسیآرجید، کلسیچیپسید و پتروکلسید) و خاکهایی با قابلیت اطمینان و دقت پیشبینی کمتر خاکهایی هستند که به سختی تحت تأثیر مشخصات توپوگرافی و ژئومرفولوژی (گروههای بزرگ هاپلوکلسید و هاپلوکمبید) قرار دارند.

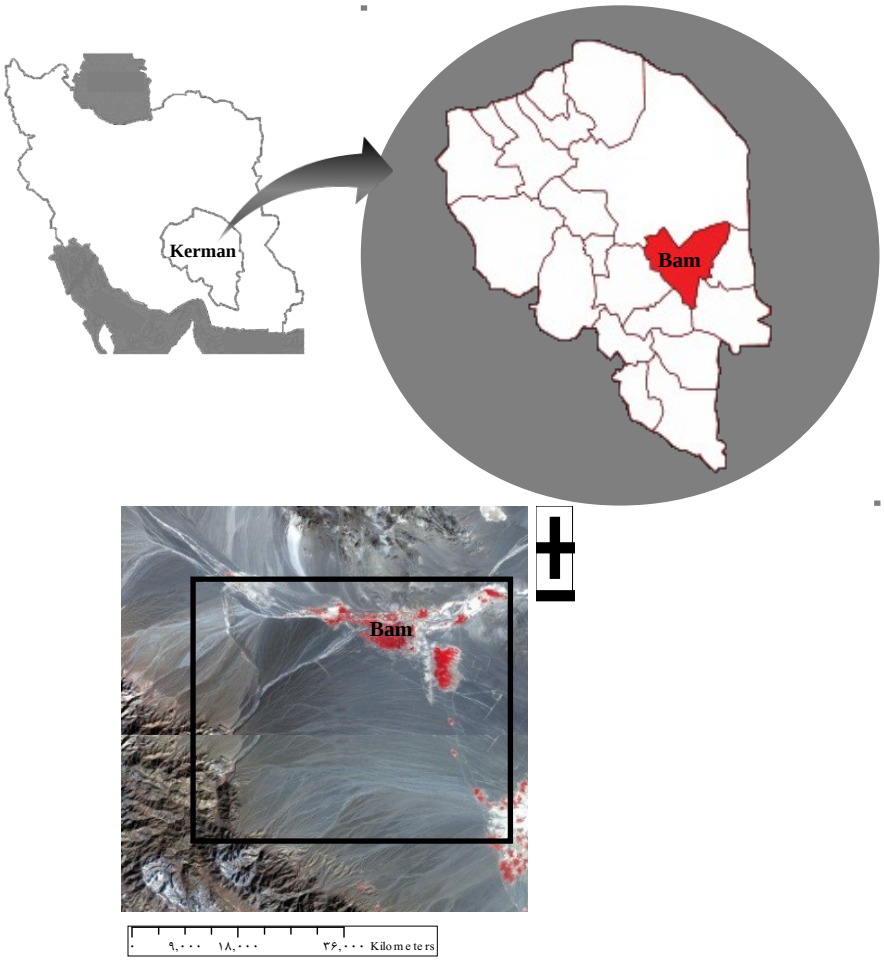
واژههای کلیدی: نقشهبرداری رقومی خاک، رگرسیون لاجیستیک چندجملهای، گروههای بزرگ خاک

مقدمه
روشهای استاندارد و معمول برای تهیه نقشه ویژگیهای خاک، بر اساس مشاهدات و آنالیز نقطهای خاک هستند، که این روشها مقرون به صرفه زمانی و اقتصادی برای زمینnماهای بزرگ نیستند. نه تنها این روشها بسیار وقتگیر و پرهزینهاند (به دلیل هزینههای نیروی کار)، همچنین میتوانند تهدیدی جدی برای هدررفت منابع خاک باشند. به دلیل این محدودیتها، روشهای جایگزین برای تکمیل تکنیکهای سنتی نقشهبرداری خاک در حال بررسی هستند (چاپلوت و همکاران، ۲۰۱۰؛ لاکوست و همکاران، ۲۰۱۱).
مدلسازی کمی به ما اجازه میدهد که اثر طولانی مدت فعالیتهای انسانی و تغییرات آب و هوایی را در خاک و زمینnما بررسی کنیم. علاوه بر آن، درک بهتری در مورد روابط خاک - زمینnما به ما میدهد. توسعه رو به رشد استفاده از روشهای تجربی کمی برای پیشبینی خواص خاک از ویژگیهای زمینnما، در مکانهای خاص، به اصطلاح نقشهبرداری رقومی خاک[۱۶۸] (DSM) نامیده میشود (مینانسی و همکاران، ۲۰۰۶). نقشهبرداری رقومی خاک، سامانههایی را برای اطلاعات مکانی خاک، گردآوری و ایجاد میکند که میتواند کاربران را در تصمیمسازی برای رسیدگی به مسائل و مشکلات محیطی و کشاورزی کمک کنند (کمپن و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از جنبههای اساسی در نقشهبرداری رقومی خاک، استفاده از مدلهای مختلف به منظور سادهسازی پیچیدگیهای موجود در سامانه طبیعی خاک میباشد. بر این اساس، مدلهای خاک - زمینnما، بیانگر شکل سادهشدهای از روابط پیچیده موجود بین خاک و زمینnما میباشند که فرآیندهای تکاملی خاک و الگوی پراکنش آن را نشان میدهند (گرانوالد، ۲۰۰۵).
مناطق خشک و نیمه خشک حدود ۳۶٪ از سطح زمین را پوشش میدهند. زمینریختهای موجود در این مناطق مانند مخروطافکنه، باهادا و پلایا که به طور مستقیم تحت تاثیر شهرنشینی و کشاورزی قرار میگیرند. زمینریختها توسط فرآیندهای خاص که منجر به ویژگیهای خاص میشوند تشکیل شدهاند. به عبارت دیگر، اشکال اراضی مشابه، تحت فرآیندهای مشابه دارای ویژگیهای مشابه هستند. در این مورد، براین باورند که متغیرهای محیطی تقریبا یکسان ممکن است کنترل تکامل زمینریخت و ویژگیهای آنها را داشته باشند.
یکی از تکنیکهای نقشهبرداری، رگرسیون لاجیستیک است که با ایجاد مدل لاگیت، احتمال حضور کلاسهای خاک معینی را پیشبینی میکند. این مدل، احتمال حضور یک کلاس خاک را به متغیرهای پیشبینی کننده ارتباط میدهد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف به کارگیری روش رگرسیون لاجیستیک چندجملهای در پیشبینی احتمال حضور گروههای بزرگ خاك و ارزیابی توان تخمین این روش در منطقه بم استان کرمان، طراحی گردید.

مواد و روشها
منطقه بم در جنوب شرقی ایران و در شرق استان کرمان بین عرضهای جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۹ دقیقه شمالی و طولهای جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی قرارگرفته است (شکل ۱). این منطقه، مساحتی

۱۶۸. Digital soil mapping

حدود ۱۰۰۰۰۰ هکتار را می‌پوشاند. زمین‌نماهای اصلی این منطقه شامل مخروط افکنه، پلایا، باهادا، تپه و کوه می‌باشند. این منطقه توسط کوه‌های آهکی و آتش‌فشانی از شمال غرب تا جنوب شرق احاطه شده است. سطح زیر کشت محصولات کشاورزی این شهرستان ۶۵ تا ۷۰ هزار هکتار می‌باشد که مهم‌ترین محصولات باغی این شهرستان به ترتیب سطح زیر کشت، شامل خرما، مرکبات، گردو و زیتون می‌باشند. میانگین بارندگی سالیانه این منطقه ۶۴ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت آن ۲۲ درجه سلسیوس و میانگین سالیانه تبخیر با تشتک تبخیر کلاس A در آن، ۳۰۰۰ میلی‌متر است. این منطقه بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکا (اعضای نقشه‌برداری خاک، ۲۰۱۰) دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی هایپرترمیک است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه منطقه مورد مطالعه در شهرستان بم، استان کرمان

مدل لاجیستیک به دو صورت قابل اجرا است: مدل لاجیستیک دوتایی و مدل لاجیستیک چند جمله‌ای. در مدل لاجیستیک دوتایی، متغیر وابسته به شکل حضور یا عدم حضور (صفر و یک)، مثلا حضور یا عدم حضور افق مشخصه. درحالی‌که در مدل لاجیستیک چند جمله‌ای، متغیر وابسته دارای چند کلاس یا طبقه است مثلاً کلاس‌های خاک در یک منطقه. در این مطالعه، در اجرای مدل لاجیستیک چند جمله‌ای گروه بزرگ خاک به عنوان متغیر هدف می‌باشد که یک متغیر طبقه‌ای است. بنابراین، متغیر وابسته (گروه بزرگ خاک) دارای بیش از یک سطح است و حل آن به صورت دوتایی امکان پذیر نیست، در این صورت باید یک سطح متغیر وابسته به‌عنوان طبقه مرجع انتخاب شود. یک مدل لاجیستیک چند جمله‌ای با طبقه مرجع به شکل زیر نمایش داده می‌شود:

$$\log\left(\frac{\pi_{ij}}{\pi_{iJ}}\right) = \alpha_j + \beta_j x_i \quad j=1,2,...J-1 \qquad (1)$$

که j یک ثابت ، α_j یک برداری از ضرایب رگرسیون برای x_i ، j=۱,۲, ...J-۱ برداری از متغیرهای توصیفی است.

برای بررسی دقت مدل مورد استفاده، داده‌ها به‌طور تصادفی به داده‌های آموزشی و اعتبارسنجی تقسیم شدند. داده‌های آموزشی، ۸۰ درصد و داده‌های اعتبارسنجی، ۲۰ درصد کل داده‌ها، را شامل شدند. هر مدل با داده‌های آموزشی برازش داده شد و

سپس پیش‌بینی برای داده‌های اعتبارسنجی انجام گردید. اعتبارسنجی با مقایسه داده‌های مشاهده شده و پیش‌بینی شده صورت گرفت. یک آرایه خطا برای محاسبه معیارهای دقت استفاده گردید. خلوص نقشه[۱۶۹] (MP)، دقت کاربر[۱۷۰] (UA)، قابلیت اطمینان تولیدکننده[۱۷۱] (PR) و شاخص کاپا[۱۷۲] از جمله معیارهای دقت مدل‌های پیش‌بینی کننده هستند.

نتایج و بحث

جدول ۱ متغیرهای کمکی مورد استفاده در پیش‌بینی گروهه ای بزرگ خاک توسط مدل رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای برازش‌شده در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. در بین متغیرهای کمکی اولین پارامتری که وارد مدل شد سطح ژئومرفیک بود. بعد از سطوح ژئومرفیک پارامترهای سرزمین و داده‌های سنجش از دور در پیش‌بینی گروه بزرگهای خاک شرکت داشتند.

جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در پیش‌بینی گروه بزرگ خاک با استفاده از مدل رگرسیون لاجیستیک چند جمله‌ای

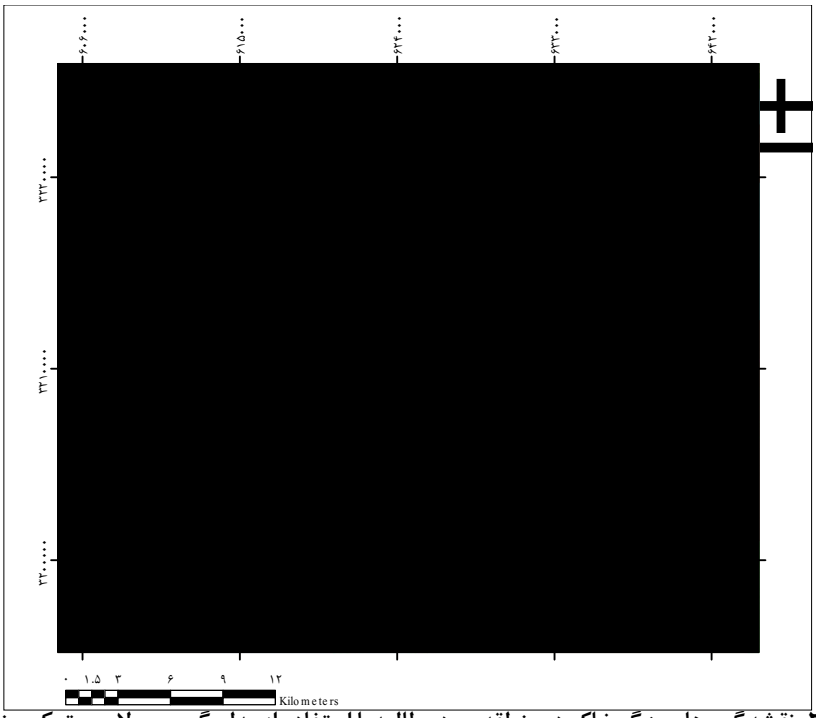
مدل مورد استفاده	متغیرهای مورد استفاده
رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای	GS, MrVBF, PVI, El, NDVI, WI

شاخص هموار دره با درجه تفکیک بالا (MRVBF) و شاخص خیسی (WI) و ارتفاع (EL) از جمله پارامترهای سرزمین بودند که در پیش‌بینی گروه بزرگ‌های خاک شرکت کردند. این مطلب تأیید می‌کند که خصوصیات توپوگرافی یکی از فاکتورهای مهم خاکسازی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. این پارامترهای فرآیند انتقال آب و رسوب به‌ویژه جریان رسوبات و مواد در حال حرکت را نشان می‌دهد. همچنینشاخص‌های سنجش از دور (NDVI و PVI) جزء متغیرهای اثرگذار بر پیش‌بینی گروه بزرگ‌های خاک با استفاده از مدل رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای در منطقه مورد مطالعه بودند. دبلاگیلو و اتزلمولر (۲۰۰۹)، جعفری و همکاران (۲۰۱۲) و وایسی و لاگاچری (۲۰۱۵) تأثیر معنی‌دار خصوصیات توپوگرافی را در پیش‌بینی کلاس‌ها و ویژگیهای خاک با استفاده از روش رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای را نشان دادند.

در شکل ۲ نقشه خروجی مدل رگرسیون چندجمله‌ای در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.در نقشه پیش‌بینی شده، هشت گروه بزرگ وجود دارد. در شکل ۲، احتمال حضورگروه‌های بزرگ خاک با توجه به ارزش پیکسل، بین ۱ و ۸ نشان داده شده است. هر مقدار نشان‌دهنده یک گروه بزرگ خاک است.

در جدول ۲ ارزیابی مدل رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای برای گروه‌های بزرگ خاک در داده‌های اعتبارسنجی ارائه شده است. در مدل برازش شده خلوص نقشه برای همه گروه‌های بزرگ خاک در داده‌های اعتبارسنجی بالاتر از ۸/۰ بود که حاکی از پیش‌بینی خوب برای این مدل در منطقه مورد مطالعه است که درمقایسه با مقدار ۷/۰ که برای نقشه‌برداری سنتی خاک، مقدار هدف است.

۱۶۹. Map purity
۱۷۰. Users' accuracy
۱۷۱. Producers' reliability
۱۷۲. Kappa index



شکل ۲. نقشه گروه‌های بزرگ خاک در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای

جدول ۲. ارزیابی مدل‌های رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای برای کلاس‌های خاک در داده‌های اعتبارسنجی

گروه خاک‌های بزرگ	معیارهای ارزیابی دقت مدل			
	MP	Kappa index	UA	PR
Haplosalids	۸۵/۰	۷۵/۰	۱	۱
Haplogypsids			۸۶/۰	۸۶/۰
Haplocalcids			۷۵/۰	۵۰/۰
Haplocambids			۷۵/۰	۷۵/۰
Calcigypsids			۱	۳۳/۰
Calciargids			۱	۱
Petrocalcids			۱	۱
Torriorthents			۹۱/۰	۹۱/۰

نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که دقت پیش‌بینی برای همه گروه‌های بزرگ خاک یکسان نیست. پایین‌ترین کیفیت پیش‌بینی مدل رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای در منطقه مورد مطالعه برای گروه بزرگ هاپلوکلسید مشاهده شد. این نتایج در تطابق با نتایج به دست آمده توسط جعفری و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشند. در مناطق خشک به دلیل فرسایش و رسوب شدیدی که رخ می‌دهد، تمایز خاک بسیار دشوار و حتی مدل‌های قدرتمند دقت زیادی را ارائه نمی‌دهند. البته قضاوت در مورد ضعف و ناتوانی مدلها منطقی نیست چرا که تعداد کم نمونه‌ها (۹۲ داده آموزشی و ۲۴ داده اعتبارسنجی) برای چنین منطقه وسیعی، تشخیص رابطه پیش‌بینی دقیق را برای طبقه‌بندی کلاس‌های خاک دچار مشکل میکند. علاوه‌بر این، اگر معیارهای تشخیص برای بعضی خاکها ناشناخته باشد، شناسایی آن‌ها به طور دقیق خیلی مشکل است.

در بین گروه‌های بزرگ خاک در هر دو مدل، بهترین پیش‌بینی برای گروه بزرگ هاپلوسالید، کلسی‌آرجید، کلسی‌چیپسید و پتروکلسید به‌دست آمد، مقادیر بالای دقت کاربران و قابلیت اطمینان تولید کننده در جدول ۲ این مسئله را نشان می‌دهد. دبلاگیلو و ازلمولر (۲۰۰۹) نشان دادند که نواحی با احتمال بالا برای هر گروه بزرگ خاک با زمین‌نماهای کاملاً شناخته شده، منطبق است.

نتایج پیشبینی حاصل از مدل برازش داده شده در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که زمانی که پارامترهای حاصل از سرزمین، سنجش از دور و فرآیندهای ژئومرفولوژی همه با هم در پیش‌بینی شرکت کنند، نتایج پیش‌بینی بهتر و دقیقتری بدست خواهد آمد. به نظر میرسد جایی که توزیع پیشبینی کننده ها یکنواختتر باشد و تغییرپذیری کمتری داشته باشد، مدلها سریعتر رابطه پیشبینی کننده و متغیر وابسته را تشخیص میدهد و ارتباط برقرار می‌کند. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نقشه ژئومرفولوژی یک ابزار مهم برای روشهای نقشهبرداری رقومی خاک در مناطق خشک است. همچنین پیشبینی کنندههای انتخاب

شده با توجه به شرایط تشکیل خاک در زمیننما به تفسیر دادهها کمک میکنند زمانی که همه فاکتورهای خاکسازی بهطور همزمان در روش مدلسازی استفاده شوند، بهترین پیشبینی حاصل میشود.

منابع

Chaplot V., Lorentz S., Podwojewski P. and Jewitt G. ۲۰۱۰. Digital mapping of A-horizon thickness using the correlation between various soil properties and soil apparent electrical resistivity. Geoderma, ۱۵۷: ۱۵۴-۱۶۴.

Debella-Gilo, M. and Etzelmuller B. ۲۰۰۹. Spatial prediction of soil classes using digital terrain analysis and multinomial logistic regression modeling integrated in GIS: Examples from Vest fold County, Norway. Catena, ۷۷: ۸-۱۸

Grunwald, S. ۲۰۰۵. Environmental Soil-Landscape Modeling, Geomorphic Information Technologies and Pedometrics. Taylor and Francis, ۵۰۴p.

Jafari A., Finke P.A., Van deWauw J., Ayoubi S. and Khademi H. ۲۰۱۲. Spatial prediction of USDA- great soil groups in the arid Zarand region, Iran: comparing logistic regression approaches to predict diagnostic horizons and soil types. European Journal Soil Science, ۶۳: ۲۸۴-۲۹۸.

Kempen, B., Brus D.J., Heuvelink G.B.M. and Stoorvoge J.J. ۲۰۰۹. Updating the ۱:۵۰,۰۰۰ Dutch soil map using legacy soil data: A multinomial logistic regression approach. Geoderma, ۱۵۱: ۳۱۱-۳۲۶.

Lacoste M., Lemercier B. and Walter C. ۲۰۱۱. Regional mapping of soil parent material by machine learning based on point data.Geomorphology, ۱۳۳: ۹۰-۹۹.

Minasny, B. and McBratney A.B. ۲۰۰۶. Mechanistic soil-landscape modeling as an approach to developing pedogenetic classifications. Geoderma, ۱۳۳: ۱۳۸-۱۴۹.

Vaysse K. and Lagacherie P. ۲۰۱۵. Evaluating Digital Soil Mapping approaches for mapping Global Soil Map soil properties from legacy data in Languedoc-Roussillon (France). Geoderma Regional, ۴: ۲۰-۳۰.

Abstract

We evaluated the suitability and performance of multinomial logistic regression as a potential technique for soil mapping using in Bam region of Iran. A stratified sampling scheme was designed based on geomorphic mapping an area of ۱۰,۰۰۰ ha. Among the predictors, the geomorphology map was identified as an important tool for digital soil mapping approaches as it helped to increase the accuracy. After the geomorphic surface, terrain attributes and remote sensing indices were the most important predictors. The results showed that soils with better prediction were those much influenced by topographical and geomorphological characteristics and soils with very poor accuracy of prediction were only slightly influenced by topographical and geomorphological characteristics.

بررسی تنوع، عمق و پراکنش خاک‌ها، با هدف امکان‌سنجی جانمائی باغات در اراضی پایکوهی منطقه اسکندری فریدن

حمید قیومی محمدی [۱]، نورایر تومانیان [۱]
۱- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
بررسی تنوع، عمق و پراکنش خاک‌ها، به منظور تشخیص و تفکیک نوع و عمق خاک‌ها، با هدف شناسایی پهنه‌های با عمق مناسب برای جانمائی باغات و غرس درختان مثمر در اراضی پایکوهی منطقه اسکندری فریدن (غرب و سرآب حوضه آبی زاینده‌رود) اجرا شده است. اراضی مورد نظر با در نظر گرفتن موقعیت ژئومرفولوژیکی، پستی بلندی و ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها، در مجموع و بطورعام برای ایجاد باغ تناسب محدود و پراکنده‌ای دارند. ضمناً پهنه‌های محدودی از اراضی مورد مطالعه که دارای عمق و ضخامت نسبتاً مناسب برای استقرار و رشد درختان می‌باشند، صرفاً در صورت رعایت اصول و مبانی حفاظت خاک و آب و موازین کشاورزی و آبیاری علمی و اطمینان از جلوگیری فرسایش خاک و در صورت عدم وجود محدودیت‌های اقلیمی، قابلیت محدود تا متوسطی برای کشت برخی درختان دارند. بررسی حاضر فقط برای تعیین عمق خاک‌ها، تفکیک گروه‌های عمقی خاک‌ها و نقشه برداری آن‌ها با توجه به محدودیتی که برای کاشت باغات می‌توانند داشته باشند، به اجرا درآمده است.

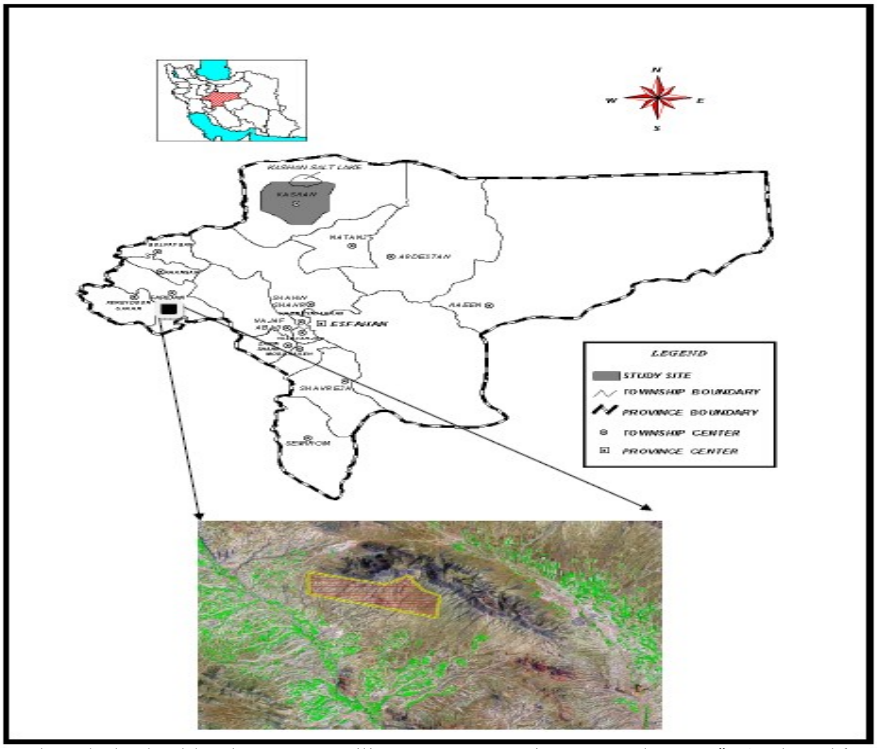
واژه‌های کلیدی: عمق خاک، تنوع خاک، جانمایی باغات، اسکندری فریدن، اراضی پایکوهی، سرآب حوضه زاینده‌رود

مقدمه
مطالعه و بررسی وضعیت و عمق خاک‌های منطقه اسکندری که بخشی از اراضی شهرستان داران از توابع استان اصفهان است، در مساحت ۱۰۰۰ هکتار بر اساس نیاز مدیریت کشاورزی آن شهرستان و سیاست‌های توسعه مدارانه سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان با استفاده از موازین تحقیقاتی موسسه تحقیقات خاك و آب انجام پذیرفت. این مطالعات به منظور تشخیص و تفکیک نوع و عمق خاک‌ها، با هدف شناسایی پهنه‌های با عمق مناسب برای درختان مثمر و جانمائی باغات اجرا شده است. اراضی مورد نظر با در نظر گرفتن موقعیت ژئومرفولوژیکی، پستی و بلندی و ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها، در مجموع و به طور عام برای ایجاد باغ تناسب کافی ندارند. هرچند که پهنه‌های محدودی از اراضی مورد مطالعه که دارای عمق و ضخامت مناسب برای استقرار و رشد درختان می‌باشد، در صورت رعایت اصول و مبانی حفاظت خاک و آب و موازین کشاورزی و آبیاری علمی و اطمینان از جلوگیری فرسایش خاک و در صورت عدم وجود محدودیت‌های اقلیمی، قابلیت محدودی برای کشت بعضی درختان دارند. طرح کلی سازمان جهاد برای توسعه باغات در منطقه می‌باشد (انتقال آب به منطقه و ایجاد سیستم کشاورزی آبی). چون منطقه از نظر طبیعی شیب‌دار و یا پست و بلند بوده و فاقد اراضی مسطح می‌باشد، لذا در استفاده از این اراضی مسئله‌دار، باید مدیریت محتاطانه و خاصی طراحی گردد. ولی باید اذعان نمود که منطقه از نظر اقلیمی وضعیت قابل تأملی دارد که باید مجریان طرح‌های عمرانی به این موضوع کاملاً توجه داشته باشند. مطالعه حاضر فقط برای تعیین عمق خاک‌ها و تفکیک گروه‌های عمقی خاک‌ها با توجه به محدودیتی که برای کاشت باغات می‌توانند داشته باشند، به اجرا درآمده است. هدف این مطالعه تفکیک و نقشه‌برداری محدوده‌هایی از خاک‌ها و اراضی می‌باشد که برای استقرار درختان دارای عمق مناسب می‌باشند.

مواد و روش‌ها
این بررسی با استفاده از عکس‌های هوائی و نقشه‌های عوارض طبیعی به مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه و در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰ ارائه شده است. عکس‌های هوایی با استریوسکپ برجسته‌نمایی و تفسیر شد و پس از آن کنترل زمینی انجام و متعاقب آن نقشه اولیه صحرایی تهیه گردید. عملیات میدانی، حفاری‌های نقاط مشاهداتی، مطالعه و یادداشت برداری‌های پروفیلی و نمونه برداری‌های خاک بر اساس موازین پژوهشی و نشریات فنی موسسه تحقیقات خاک و آب (از جمله نشریات شماره ۴۲۵ و ۴۶۶ و ۴۶۷ و ۵۰۰ منتشره توسط نهاد ریاست جمهوری) صورت گرفت و گزارش و نقشه‌های آن در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰ و در محیط الویس ارائه گردید. محدوده مورد بررسی به مساحت هزار هکتار قسمتی از اراضی پایکوهی زیرحوضه پلاسجان در غرب حوضه آبی گاوخونی می‌باشد (شکل ۱).

نتایج و بحث
منطقه مورد مطالعه با ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر شامل اراضی شیبدار و پست و بلند پایکوهی می‌باشد که توسط فرآیندهای فرسایش و انباشت مواد از ارتفاعات همجوار ایجاد شده‌اند. منطقه از رسوبات آهکی دوران دوم تشکیل شده و رسوبات کارستی تقریباً در کل منطقه پراکنده می‌باشند. محدوده از نظر ژئومرفیک شامل واحدهای تپه ماهوری و پایکوهی (انواع فن‌ها و گلاسی‌ها) می‌باشد. این

منطقه در قسمت شمالی شهر اسکندری (شهرستان داران) قرار گرفته است. بررسی آمار سی‌ساله هواشناسی ایستگاه کلیماتولوژیک قلعه شاهرخ بر اساس روش سیلیانف نشان‌دهنده وجود شرایط نیمه مرطوب سرد در منطقه مورد مطالعه است. آمار بارندگی ماهانه ایستگاه‌های قلعه شاهرخ (۳۸۳ میلی‌متر) و چلگرد (بیش از ۱۲۰۰) برای دوره سی‌ساله نشان‌دهنده وجود اختلاف میزان بارندگی نازل شده در فاصله کم موجود بین قلعه شاهرخ و چلگرد می‌باشدکه مؤید تغییرات زیاد بارندگی و درجه حرارت است. نقشه شماره یک محدوده مورد بررسی را در استان اصفهان نشان می‌دهد.

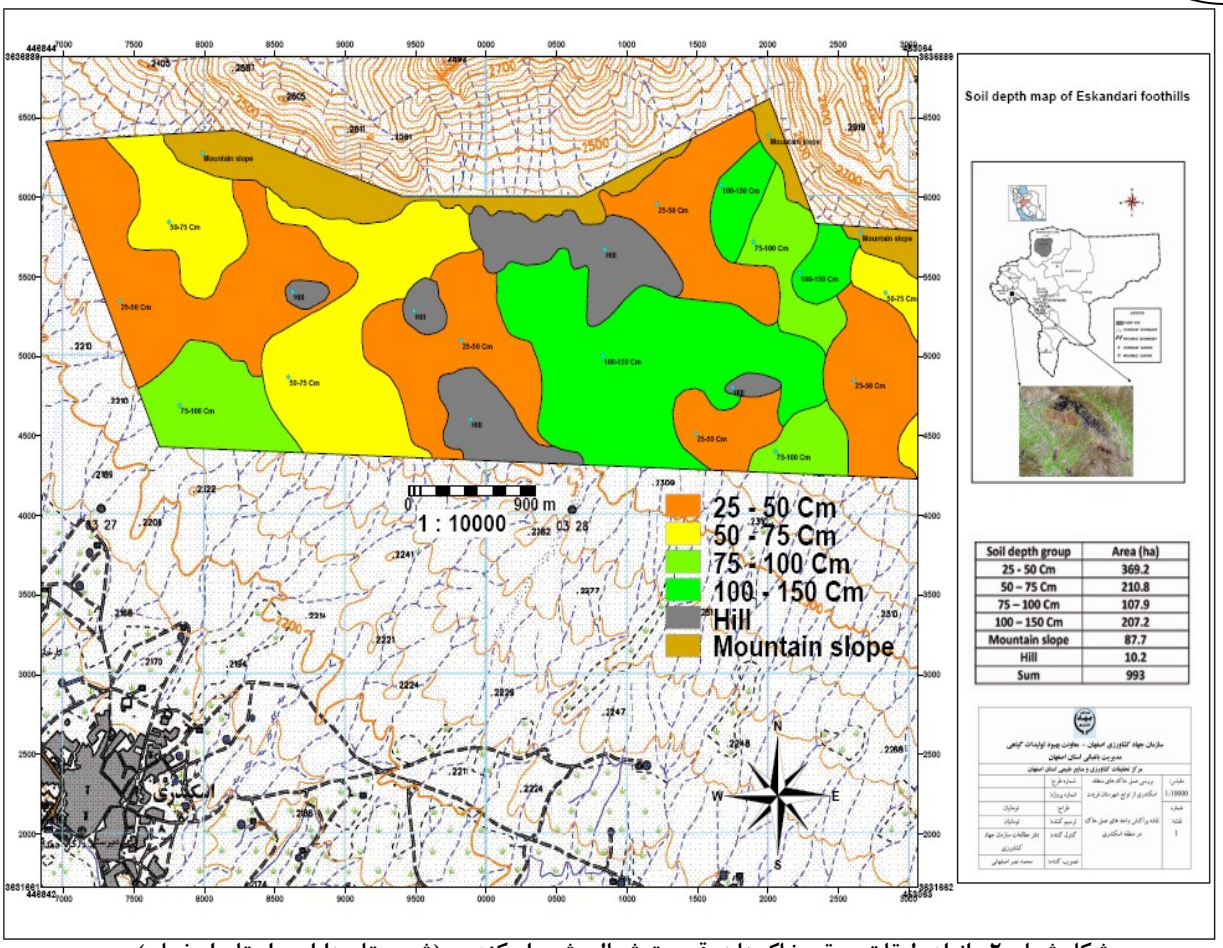


شکل شماره ۱- قسمت هاشورزده، سطح محدوده مورد مطالعه در شهرستان داران (استان اصفهان)

میزان بارندگی سالیانه در این ایستگاه ۶/۳۸۳ میلی‌متر در سال گزارش شده است که اکثراً به‌صورت برف در فصول سرد می‌باشد. میزان نم نسبی سالیانه در ایستگاه مورد اشاره ۱/۵۱ درصد در ساعت ۵/۱۲ محلی در سال گزارش شده است. متوسط بارش باران در واحد هیدرولوژیک چلگرد- قلعه شاهرخ برابر ۴۱۸ میلی‌متر بوده و کلاً حجم بارشی برابر ۲/۱۹۳ میلیون مترمکعب ایجاد می‌کند.

معدل حداکثر درجه حرارت در ایستگاه قلعه شاهرخ برابر ۶/۲۷ C مربوط به تیرماه (جولای) و معدل حداقل درجه حرارت در ایستگاه مزبور ۸- مربوط به دی‌ماه (ژانویه) و متوسط حرارت سالیانه C۴/۱۰ گزارش شده است. اجرای دقیق و مطمئن پروژه‌های مکانیزه کشاورزی منوط به داشتن اطلاعات و داده‌های محیطی بسیار است که عمده‌ترین آن‌ها داده‌های اقلیمی و خاک شناختی می‌باشد. از اطلاعات اقلیمی داده‌های مطلق حرارت و بارش از اهمیت بسیاری برخوردار است. نباتات بر اساس توانایی‌های ذاتی و ژنتیکی حساسیت‌های زیادی به این داده‌ها دارند، در نتیجه صرف‌نظر از نوع خاک و آب موجود در منطقه تصمیم‌گیری باید بیشتر بر اساس داده‌های اقلیمی مطلق و نه فقط داده‌های میانگین استوار شود. لذا برای تصمیم‌گیری کشت انواع درختان در منطقه باید به شاخص‌های معین و درجه تحمل گیاهان مورد نظر نیز توجه وافری معطوف گردد.

با در نظر گرفتن وضع ظاهری، فضای ژئومرفولوژیکی اراضی، منشاء مواد اولیه خاك، خصوصیات پروفیلی، افق‌های محدودکننده اعم از میزان تمرکز آهك (اولیه و یا ثانویه) و میزان سنگریزه و قلوه‌سنگ موجود در لایه‌های مختلف مقاطع خاک، با هدف تعیین پتانسیل باغ و تناسب عمق خاک برای غرس درختان، خاکهای منطقه به شش گروه عمقی تقسیم گشته‌اند. هر دسته از خاک‌ها به‌واسطه خصوصیاتی که دارا می‌باشند، میزان تناسب متفاوتی نسبت به کشت درختان خواهند داشت. توصیه می‌گردد که تصمیم‌گیری نهایی برای کشت درختان در این محدوده با توجه به بررسی توأمان تناسب خاک، لندفرم و اقلیم منطقه انجام گیرد، چون ممکن است شرایط اقلیمی و یا خاک تأثیرات تعیین‌کننده‌تری بر پایداری درختان محسوب گردد و تناسب اراضی را در جایگاه پائین‌تری قرار دهد (شکل ۲).



Soil depth group	Area (ha)
25 - 50 Cm	369.2
50 – 75 Cm	210.8
75 – 100 Cm	107.9
100 – 150 Cm	207.2
Mountain slope	87.7
Hill	10.2
Sum	993

شکل شماره ۲- انواع طبقات عمقی خاک‌ها در قسمت شمالی شهر اسکندری (شهرستان داران - استان اصفهان)

۱- اراضی دارای خاکهای خیلی کم‌عمق (۲۵ - ۵۰ Cm)

خاکهایی که وجود آهک خیلی زیاد یا درصد سنگریزه و قلوه‌سنگ و گاهی سنگ‌های درشت در لایه‌های میانی و زیرین آن‌ها موجب کاهش زیاد عمق خاک شده است. عمق مؤثر این خاک‌ها برای رشد ریشه درختان به‌واسطه وجود آهک اولیه و یا ثانویه خیلی زیاد و یا به واسطه وجود میزان بسیار زیادی از سنگریزه و قلوه‌سنگ محدود به ۵۰- ۲۵ سانتیمتر خاک سطحی شده و تناسب این خاک‌ها را برای کشت درختان غیرممکن نموده و حتی کشت نباتات سطحی نیز ممکن است خیلی به سختی انجام گردد. مساحت این واحد حدود ۳۷۰ هکتار می‌باشد.

۲- اراضی دارای خاکهای کم‌عمق (۵۰ - ۷۵ Cm)

خاکهایی که وجود آهک خیلی زیاد یا سنگریزه و قلوه‌سنگ‌های خیلی زیاد در لایه‌های نیمه سطحی آن‌ها موجب کاهش عمق خاک شده است. عمق مؤثر این خاک‌ها برای رشد و نمو ریشه درختان به واسطه وجود آهک اولیه و یا ثانویه خیلی زیاد یا قلوه‌سنگ‌های خیلی زیاد محدود به ۷۵ - ۵۰ سانتیمتر خاک روئی شده و تناسب این خاک‌ها را برای کشت درختان خیلی کاهش داده ولی کاشت محصولات سطحی در این خاک‌ها امکان‌پذیر می‌باشد. مساحت این واحد در محدوده مورد مطالعه حدود ۲۱۱ هکتار می‌باشد.

۳- اراضی دارای خاکهای نیمه عمیق (۷۵ - ۱۰۰ Cm)

خاکهایی که وجود سنگریزه و قلوه‌سنگ و آهک اولیه و یا ثانویه خیلی زیاد در لایه‌های تقریباً عمقی آن‌ها موجب کاهش نسبی عمق خاک شده است. عمق مؤثر این خاک‌ها برای رشد و نمو ریشه درختان به واسطه وجود آهک اولیه و یا ثانویه خیلی زیاد محدود به ۱۰۰- ۷۵ سانتیمتر سطح خاک شده و تناسب این خاک‌ها را برای کشت درختان کمی کاهش داده ولی کاشت محصولات سطحی در این خاک‌ها امکان‌پذیر می‌باشد. مساحت این واحد در محدوده مورد مطالعه حدود ۱۱۱ هکتار می‌باشد. کاشت برخی درختان با ریشه‌های کوتاه و متوسط در این گونه اراضی و خاک‌ها دارای تناسب متوسط می باشد.

۴- اراضی دارای خاکهای عمیق (۱۰۰ - ۱۵۰ Cm)
خاکهایی که تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری و گاهی تا ۱۵۰ سانتی‌متری سطح خاک تقریباً هیچ محدودیتی از نظر سنگریزه و آهک نداشته و بالا بودن میزان سنگریزه و قلوه‌سنگ در لایه‌های زیرین این خاک محدودیت زیادی ایجاد نمی‌نمایند. عمق مؤثر این خاک‌ها برای رشد و نمو ریشه درختان حداقل ۱۰۰ سانتی‌متر بوده و تناسب این خاک‌ها را برای کاشت درختان و محصولات سطحی بالا می‌برد. مساحت این واحد حدود ۲۱۰ هکتار می‌باشد. کاشت برخی درختان با ریشه های متوسط در این گونه اراضی و خاک ها دارای تناسب خوب تا متوسط می باشد.

۵- اراضی دارای خاکهای واقع شده بر شیب تند کوهستان
این خاک‌ها به واسطه بالا بودن لایه سنگی (ریشه کوه)، از صفر تا بیست وپنج سانتی‌متر عمق و ضخامت داشته دارای محدودیت بسیاری برای اقدامات کشاورزی می‌باشند. موازین حفاظت خاک و آب ایجاب می‌نماید که کاربری مرتعی این‌گونه واحدها همچنان حفاظت گردند. مساحت این واحد در محدوده مورد مطالعه حدود ۸۸ هکتار می‌باشد.

۶- اراضی دارای تپه‌های رخنمون دار و یا ظاهراً خاک‌دار
عمق خاک‌ها بر روی تپه‌ها به واسطه بالا بودن لایه سنگی، سخت و یا آهکی عمدتاً از صفر تا ۲۵ سانتی‌متر می‌باشد و دارای محدودیت بسیاری زیادی از نظر شیب و پستی و بلندی می‌باشند و برای اقدامات کشاورزی کاملاً نامناسب می‌باشند. مساحت این واحد ۱۱ هکتار می‌باشد. این گونه اراضی الزاما و همچنان باید کاربری طبیعی و مرتعی شان حفظ گردد. پراکنش گروه‌های عمقی خاک‌ها که نیازمند انواع مدیریت‌های مختلف هستند در محدوده مطالعه شده در نقشه شماره ۲ نشان داده شده است. راهنمای نقشه نشان‌دهنده انواع طبقات عمقی خاک‌ها در منطقه اسکندری فریدن می‌باشد.
در مجموع و بطورعام اولویت نخست و بهینه کاربری اراضی مورد بررسی مرتع می‌باشد. اما اراضی مورد نظر با در نظر گرفتن موقعیت ژئومرفولوژیکی، پستی و بلندی و ویژگی‌های ژنتیکی آن‌ها، برای ایجاد باغ تناسب محدود و پراکنده‌ای دارند. ضمناً پهنه‌های محدودی از اراضی مورد مطالعه که دارای عمق و ضخامت نسبتاً مناسب برای استقرار و رشد درختان می‌باشند، صرفاً در صورت رعایت اصول و مبانی حفاظت خاک و آب و موازین کشاورزی و آبیاری علمی و اطمینان از جلوگیری فرسایش خاک و در صورت عدم وجود محدودیت‌های اقلیمی، قابلیت محدود تا متوسطی برای کشت برخی درختان دارند.

منابع

نشریه فنی شماره ۸۳۲ موسسه تحقیقات خاک و آب، تحت عنوان راهنمای طبقه بندی اراضی چند جانبه (چند منظوره)، ترجمه نشریه ۲۱۲ تدوین دکتر ماهلر کارشناس فائو.
نشریه فنی شماره ۷۶۶ موسسه تحقیقات خاک و آب، تحت عنوان راهنمای طبقه بندی اراضی برای آبیاری ترجمه نشریه ۲۰۵ موسسه مذکور.
نشریه ۴۲۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری تحت عنوان: " شرح خدمات مطالعات خاک‌شناسی".
نشریه ۴۶۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری تحت عنوان: "دستورالعمل انجام مطالعات خاک شناسی".
نشریه ۴۶۷ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری تحت عنوان: "دستورالعمل تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌های خاک و آب".
نشریه ۵۰۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری تحت عنوان: "دستورالعمل نظارت و کنترل فنی مطالعات خاک‌شناسی".
Soil Survey Staff. ۲۰۱۰. Keys to Soil Taxonomy. USDA, NRSS, ۱۱th ed. Washington, USA.

Abstract
The soils evolved on piedmonts in north Eskandari region were surveyed for distinguishing the diversity, depth and their distribution. The aim was evaluating them for establishment of horticultural trees. Although the most of studied soils were not completely suitable, from the topographic, geomorphic and genetic point of view, but there were some delineation which has deep and proper soils which could be considered for such usage. The suitability of these localities depends on how the plantation is managed. The management of cultivation here should consider the fundamentals of scientific instructions of climatic, topographic and erosional hazards for each tree species .

مقایسه پتاسیل تولید محاسبه شده با شاخص‌های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تیپ‌بهره‌وری آفتابگردان

مسلم ثروتی [۱]، علی‌اصغر جعفرزاده [۲]، حسن محمدی [۳]، نیلوفر تیمورپور [۴]
۱- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ۲- استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز، ۳- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شاهد تهران، ۴- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

چکیده
این تحقیق به منظور مقایسه شاخص‌های اصلاح نشده و اصلاح شده اراضی برای تعیین پتانسیل تولید آفتابگردان انجام گردید. داده‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی از ۲۶ واحد اراضی اخذ گردید و بر اساس مدل AEZ پتانسیل حرارتی- تابشی تولید برآورد و در شاخص خاک محاسبه‌شده با روش‌های استوری و ریشه دوم اصلاح شده و نشده ضرب گردید. نتایج نشان داد که در روش‌های پارامتریک، شاخص‌های اصلاح‌نشده اراضی نسبتا پایین‌تر از حد قابل انتظار بود. برای رفع این مشکل شاخص‌های اراضی اصلاح گردید که نتایج باعث بهبود کلاس‌های تناسب اراضی گردید. ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۵۹/۰، ۷/۰، ۷۶/۰ و ۸/۰ برای مدل‌های استوری اصلاح نشده، ریشه دوم اصلاح نشده، استوری اصلاح شده و ریشه دوم اصلاح شده می‌باشد. بنابراین، ریشه‌دوم اصلاح شده با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای پایین‌تر نسبت به سایر روش‌ها، عملکرد مشاهده شده را بهتر پیش‌بینی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: AEZ، فائو، عملکرد مشاهده‌شده، خواجه

مقدمه
انتخاب یک روش مناسب ارزیابی زمین در کشورهای در حال توسعه مانند ایران جهت برنامه‌ریزی حال و آینده برای استفاده از اراضی دارای اهمیت بالایی می‌باشد. روش‌های ارزیابی به دو بخش کلی روش‌های کلاسیک و روش‌های فائو طبقه‌بندی می‌شوند (FAO, ۱۹۷۶). این روش‌ها با تشریح عامل‌های نسبتاً پایدار از نظر زمانی، اراضی را بر مبنای ویژگی‌های فیزیکی و برای انواع استفاده‌های کلی، نظیر کشاورزی، جنگل، مرتع و ... بررسی می‌کنند (گیوی ۱۳۷۷). فائو در سال ۱۹۷۶ گزارش نمود که ارزیابی قابلیت اراضی برای مقایسه کاربری‌های مختلف، به دلیل فقدان مقیاس اندازه‌گیری مشترک برای محدودیت‌های فیزیکی اراضی، روش مناسبی نیست. همچنین این روش واحدهای اراضی را با تعداد و شدت محدودیت‌های فیزیکی رده‌بندی می‌کند و چنین مقیاس عددی بدون منشأ ذاتی نمی‌تواند برای تعیین ارزش اقتصادی نسبی سطوح اراضی حتی در مورد یک کاربری خاص بکار رود. مهم‌تر از همه کاربران اراضی و برنامه‌ریزان اغلب تصمیمات خود را بر اساس ارزش‌های اقتصادی پیش‌بینی‌شده اتخاذ می‌کنند. بنابراین روش‌های فائو که تناسب اراضی تیپ‌های مختلف بهره‌وری را تعیین می‌کند، ارائه گردید (Rossiter, ۱۹۹۵). روش ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری‌های خاص به روش فائو شامل دو بخش کمی و کیفی بوده و در اکثر کشورهای در حال توسعه و اروپای شرقی محور اصلی محسوب می‌شود (FAO, ۱۹۷۶). در ارزیابی کیفی تنها جنبه‌های فیزیکی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد، ولی فائو معتقد است که تنها استفاده از معیارهای فیزیکی نمی‌تواند به عنوان معیار مناسب جهت تمایز و تفکیک اراضی مورد استفاده قرار گیرد، زیرا یکی از مهم‌ترین معیارهای تصمیم‌گیری زارعین و کاربران میزان درآمدزایی واحدهای تولیدی است (Rossiter, ۱۹۹۵). بنابراین انجام ارزیابی کمی و اقتصادی ضروری می‌نماید. کمالی (۱۳۸۲) ارزیابی تناسب اراضی را برای تیپ‌های بهره‌وری گندم آبی و جوی پاییزه، ذرت علوفه‌ای و چغندرقند در منطقه آبیک قزوین با استفاده از چهارچوب فائو و روش‌های پیشنهادی سایس (محدودیت ساده و پارامتریک) تعیین کرد. نتایج نشان داد که علاوه بر محدودیت‌های اقلیمی، شوری خاک، گچ و pH از جمله عوامل محدودیت‌های خاک در منطقه می‌باشد. همچنین نتایج به‌دست آمده از روش پارامتریک (ریشه دوم) نسبت به سایر روش‌ها همبستگی بیشتری با تولید مشاهده‌شده نشان داد. اشرف (۲۰۱۱) پتانسیل تولید در شمال دامغان (استان سمنان) را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر مبنای روش فائو برای گندم تعیین کرد که بین ۳۸۰ و ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. پایین بودن تولید پیش‌بینی‌شده در برخی واحدهای نقشه به علت محدودیت شوری و سدیمی بودن تشخیص داده‌شده و پتانسیل تولید این منطقه برای کشت جو توسط اشرف و همکاران (۲۰۱۱) بین ۳۵۳ و ۵۲۷۸ کیلوگرم در هکتار گزارش‌شده است. هدف از این تحقیق ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی آتابگردان در منطقه خواجه در راستای ایجاد توسعه پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (خواجه) با وسعتی حدود ۷۳۳۵ هکتار، در شمال‌شرق تبریز واقع‌شده و از شرق خواجه شروع و تا ساخسلو ادامه دارد. این منطقه در محدوده ۳۸°۷'۳۰" تا ۳۸°۱۱'۳۰" عرض شمالی و ۴۶°۳۷'۳۰" تا ۴۶°۴۴'۳۰" طول شرقی واقع شده است. دمای سالیانه خاك در عمق کمتر از ۵۰ سانتی‌متری C° ۵۸/۱۴ بوده و دارای رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. همچنین با توجه به برنامه نیوهال، رژیم رطوبتی منطقه از نوع اریدیک هم مرز با زریک[۱۷۳] است.

بر اساس نوع مطالعه (نیمه تفصیلی دقیق)، از روش شبکه‌بندی منظم به ابعاد ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ مترمربع (۱۰۰ هکتار) استفاده گردید. بنابراین تعداد ۸۰ خاکرخ و ۸۰ مته در ۷۳۳۵ هکتار به عنوان نقاط مطالعاتی انتخاب گردید. تمامی خاکرخ‌ها بر اساس دستورالعمل تشریح خاک (Schoeneberger, ۲۰۰۶) و کلید رده‌بندی آمریکایی (Anonymous, ۲۰۱۴) تشریح گردید. بر این اساس ۲۶ واحد اراضی جداسازی گردید که در ۱۷ واحد اراضی آفتابگردان کشت می‌شد.

از آنجایی‌که در مناطق مرطوب ویژگی‌های اراضی مورد استفاده در ارزیابی تناسب اراضی شامل اقلیم، توپوگرافی، زهکشی، سیلگیری، مجموعه بافت-سنگریزه-عمق و سه ویژگی مربوط به حاصلخیزی خاك (ظرفیت تبادل کاتیونی ظاهری (ACEC)، کاتیون‌های بازی یا pH و کربن آلی می‌باشد. برای مناطق خشک، ویژگی‌های گچ، آهک و شوری و قلیائیت جایگزین ویژگی‌های مرتبط با حاصلخیزی می‌گردد. بنابراین با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی در این تحقیق برای محاسبه شاخص‌های اراضی از ویژگی‌های مورد استفاده برای مناطق خشک استفاده گردید. شایان ذکر است به‌غیر از ویژگی‌های سیل‌گیری، زه‌کشی و توپوگرافی از میانگین وزنی و ضرایب عمقی تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری (با توجه به یکساله بودن تیپ بهره‌وری آفتابگردان) (Sys & etal., ۱۹۹۱a) برای محاسبه سایر ویژگی‌های بکار رفته استفاده شد. سپس، این ویژگی‌ها با نیازهای رویشی آفتابگردان بر اساس جدول‌های سایس و همکاران (۱۹۹۳) مقایسه و درجه تناسب هر ویژگی محاسبه و در نهایت با استفاده از فرمول ۱ (Khidir, ۱۹۸۶) و رابطه ۲ (Storie, ۱۹۷۶) شاخص اراضی اصلاح نشده (LI) برای هر واحد محاسبه گردید.

$$LI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (۱)$$

$$LI = \mathrm{A} \times \frac{\mathrm{B}}{100} \times \frac{\mathrm{C}}{100} \times \dots \quad (۲)$$

در این فرمول‌ها، A، B و C و...، درجات تناسب تخصیص یافته به هریک از ویژگی‌های اراضی، R_{min} درجه تناسب حداقل در بین ویژگی‌هاست. سپس شاخص‌های اصلاح‌نشده اراضی با استفاده از رابطه‌های ۳ تا ۷ برای روش استوری و رابطه‌های ۸ تا ۱۲ برای روش ریشه دوم (Sys and etal., ۱۹۹۱a)، به شاخص‌های اصلاح‌شده اراضی تبدیل شدند.

$CLI = 75 + (SLI - 43)0.439$	کلاس S_1	(۳)
$CLI = 50 + (SLI - 10)0.333$	کلاس S_2	(۴)
$CLI = 25 + (SLI - 1)0.424$	کلاس S_3	(۵)
$CLI = (SLI)0.625$	کلاس N_1	(۶)
$CLI = SLI$	کلاس N_2	(۷)
$CLI = 75 + (SQRI - 60)0.625$	کلاس S_1	(۸)
$CLI = 50 + (SQRI - 24)0.410$	کلاس S_2	(۹)
$CLI = 25 + (SQRI - 5)0.455$	کلاس S_3	(۱۰)
$CLI = (SQRI)0.625$	کلاس N_1	(۱۱)
$CLI = SQRI$	کلاس N_2	(۱۲)

چنانچه کمترین درجه تناسب مربوط به ۸ ویژگی، ۸۵ یا بیشتر باشد از رابطه‌های کلاس S_1، ۶۰ تا ۸۵ از رابطه‌های کلاس S_2، ۴۰ تا ۶۰ از رابطه‌های کلاس S_3، ۲۵ تا ۴۰ رابطه‌های کلاس N_1، کمتر از ۲۵ از رابطه‌های کلاس N_2 استفاده می‌گردد. در این رابطه‌ها CLI[۱۷۴] شاخص اصلاح‌شده اراضی، SLI[۱۷۵] شاخص اصلاح‌نشده اراضی به روش استوری و SQRI[۱۷۶] شاخص اصلاح‌نشده اراضی به روش ریشه دوم می‌باشد.

برای ارزیابی کمی تناسب اراضی بر اساس پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگی‌های گیاهی آن، با استفاده از داده‌های اقلیمی همانند تابش خورشید و درجه حرارت، مقدار تولید پتانسیل برآورد گردید. معادله نهایی برای برآورد تولید پتانسیل محصول با استفاده از پهنه‌بندی اکولوژیکی-زراعی از روابط ۱۳، ۱۴ و ۱۵ قابل محاسبه است (FAO, ۱۹۹۶).

$$Y = \frac{0.36\ \mathrm{bgm}\ .\mathrm{KLAI}\ .\mathrm{Hi}}{\frac{1}{L} + 0.25\ \mathrm{C_t}} \quad (۱۳)$$

---

۱۷۳ - Aridic border to Xeric
۱۷۴ -Corrected Land Index
۱۷۵ - Storie Land Index
۱۷۶ - Square Root Land Index

$$bgm = f \times bo + (1 - f) \times bc \quad (۱۴)$$

$$C_t = C_{30}\,(0.044 + 0.0019\,t + 0.001\,t^2) \quad (۱۵)$$

Y: تولید پتانسیل یا پتانسیل گرمائی-تابشی تولید (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)، bgm: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌توده (کیلوگرم بر هکتار در ساعت)، KLAI: نسبت حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌ت، Hi: شاخص برداشت که از تقسیم وزن دانه بر وزن کل بوته بدست می‌آید، I: طول سیکل رشد (روز)، Ct: ضریب تنفس، C۳۰: برای لگوم‌ها برابر ۰۲۸۳/۰ و برای غیرلگوم‌ها برابر ۰۱۰۸/۰ می‌باشد، t: متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد، f: بخشی از روز که آسمان ابری است، (۱-f): بخشی از روز که آسمان آفتابی است، bo: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست‌توده ناخالص در روزهای ابری (کیلوگرم بر هکتار در روز)، bc: حداکثر تولید زیست توده.

شاخص برداشت و شاخص سطح برگ در آزمایشگاه اندازه‌گیری و حداکثر سرعت فتوسنتز با توجه به تیپ بهره‌وری از روی نمودار مربوطه (Sys & etal., ۱۹۹۳) برآورد گردید. متوسط ۳۰ ساله اطلاعات هواشناسی منطقه بین سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۹ از ایستگاه هواشناسی تبریز نزدیکترین ایستگاه، فراهم شد. نهایتا با ضرب شاخص خاک (اصلاح شده و اصلاح نشده) در تولید تابشی حرارتی، میزان تولید در هر واحد اراضی با شاخص‌های اراضی اصلاح شده و نشده محاسبه گردید.

نتایج و بحث

مقادیر عددی متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه پتانسیل تابشی- گرمائی تولید آفتابگردان در جدول ۱ ارائه شده است. پتانسیل تولید در منطقه خواجه باروش‌های استوری و ریشه دوم اصلاح نشده و شده نیز در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر متغیرهای استفاده شده برای محاسبه پتانسیل تابشی-گرمائی تولید آفتابگردان

پارامترها	اطلاعات	پارامترها	اطلاعات
تیپ بهره‌وری	آفتابگردان	شاخص سطح برگ (m^2/m^2)	۵/۳
گروه فتوسنتزی	C_3 و گروه ۲	ضریب برداشت	۴۵/۰
KALI	۸۵/۰	bo	۳۳/۲۵۰
bgm	۸۶/۷۷۷	bc	۷۸/۴۶۷
C_t	۰۰۶۵/۰	f	۲۳/۰
متوسط درجه حرارت سیکل رشد	۱۳/۲۵	$C_{3.}$	۰۱۰۸/۰
حداکثر سرعت فتوسنتز	۳۸	متوسط درجه حرارت روزانه سیکل رشد	۲۶/۲۸
درصد رطوبت تیپ بهره‌وری	۱۹%	(عملکرد)	۱۱۰۰۰

جدول ۲- پتانسیل تولید برآورد شده با روش‌های مختلف

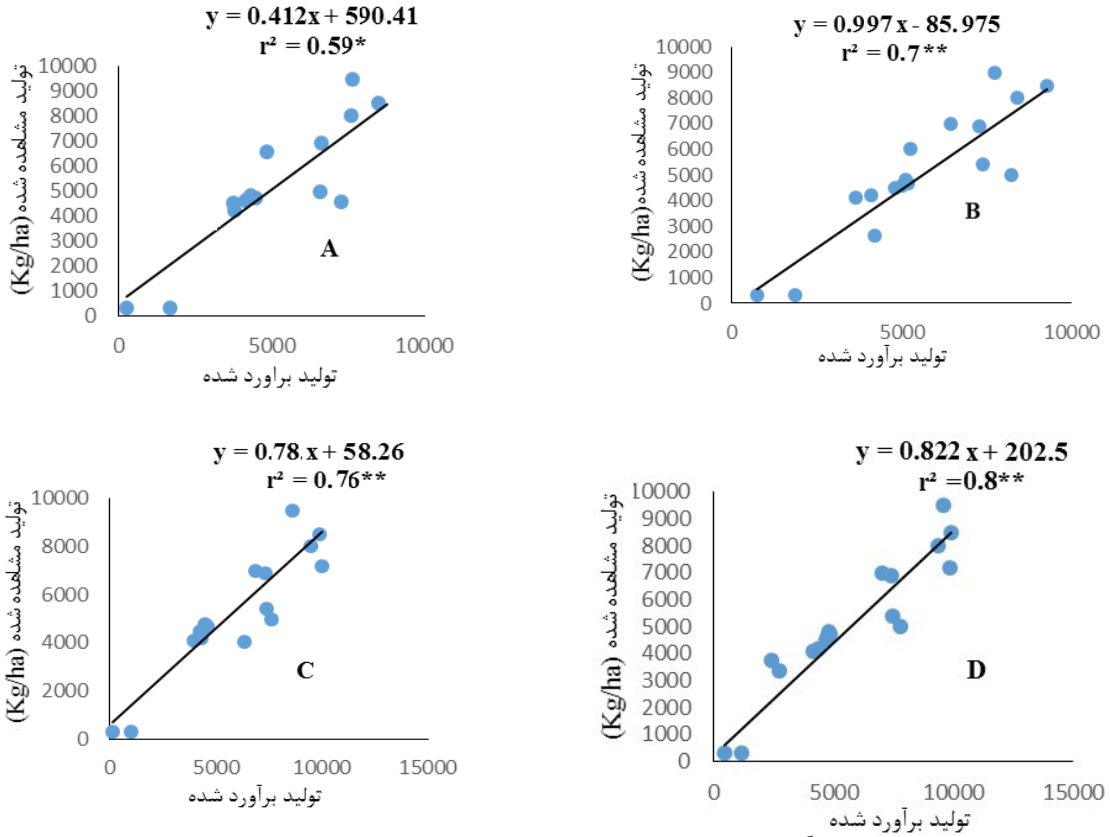
واحد اراضی	تولید براورد شده (استوری با شاخص اصلاح نشده)	تولید براورد شده (ریشه دوم با شاخص اصلاح نشده)	تولید براورد شده (استوری با شاخص اصلاح شده)	تولید براورد شده (ریشه دوم با شاخص اصلاح شده)
۱	۳۹۲۰	۴۱۵۰	۴۳۵۰	۴۵۳۰
۲	۴۴۱۰	۵۲۰۰	۴۵۵۰	۴۹۱۰
۳	۴۲۳۰	۵۱۰۰	۴۶۲۰	۴۸۳۰
۴	۳۰۴۰	۳۶۸۰	۴۰۹۰	۴۲۷۰
۵	۵۲۳۰	۶۵۴۰	۷۰۰۰	۷۱۶۰
۶	۳۷۲۰	۴۸۹۰	۴۳۴۰	۴۷۸۰
۷	۸۵۳۰	۹۳۴۰	۹۹۲۰	۹۹۶۰
۸	۶۷۷۰	۷۳۴۰	۷۳۵۰	۷۴۸۰
۹	۴۵۳۰	۵۲۴۰	۴۶۱۰	۴۹۵۰
۱۰	۷۶۵۰	۸۳۴۰	۷۶۳۰	۷۸۵۰
۱۱	۱۷۸۰	۱۸۳۰	۱۰۴۰	۱۲۴۰
۱۲	۸۰۲۰	۸۷۳۰	۹۷۶۰	۹۶۸۰
۱۳	۸۸۸۰	۹۲۱۰	۱۱۱۳۰	۱۰۸۶۰
۱۴	۷۶۰۰	۸۴۳۰	۹۵۴۰	۹۴۷۰
۱۵	۵۴۰۰	۵۶۰۰	۵۶۳۰	۵۷۴۰
۱۶	۴۰۰۰	۴۰۶۰	۴۱۲۰	۴۳۰۰
۱۷	۳۰۰	۷۰۰	۲۰۰	۵۰۰

آبیاری نامناسب، عدم مبارزه با علف‌های هرز، تاریخ نامناسب کاشت و عدم تامین به موقع سموم، آفت‌کش‌ها، کود و ... تعیین کننده در سطح مدیریت یک منطقه و واحد اراضی است. همچنین فقط در برآورد پتانسیل تولید به‌وسیله روش ریشه دوم اصلاح

شده است که در تمامی واحدها میزان تولید مشاهده‌شده کمتر از پتانسیل تولید آن واحد است. در بقیه روش‌ها گاهی مشاهده می‌شود که پتانسیل تولید کمتر از تولید مشاهده شده است که این ناشی از کم‌برآوردی روش‌های مذکور است.

بررسی دقت ارزیابی با استفاده از روابط رگرسیونی بین تولید مشاهده‌شده (واقعی) و تولید برآورد شده (پتانسیل تولید) در سطح منطقه مطالعاتی نشان داد که روش‌های اصلاح‌شده نسبت به روش‌های اصلاح‌نشده از دقت بالاتری برخوردار هستند. همچنین روش پارامتریک نسبت به روش استوری نتایج قابل‌قبول‌تری ارائه می‌نماید.

ضرایب تشخیص روابط رگرسیونی بین پتانسیل تولید اراضی و عملکرد مشاهده شده، به ترتیب ۵۹/۰، ۷/۰، ۷۶/۰ و ۸/۰ برای مدل‌های استوری اصلاح نشده، ریشه دوم اصلاح نشده، استوری اصلاح شده و ریشه دوم اصلاح شده می‌باشد. بنابراین، ریشه‌دوم اصلاح شده با توجه به ضریب تشخیص بالاتر و خطای پایین‌تر نسبت به سایر روش‌ها، عملکرد مشاهده شده را بهتر پیش‌بینی می‌کند.



شکل ۱-رابطه بین پتانسیل تولید (برآورد شده) و تولید مشاهده شده (A: استوری اصلاح نشده، B : ریشه دوم اصلاح نشده، C: استوری اصلاح شده، D: ریشه دوم اصلاح شده)

منابع

ایوبی، ش. و جلالیان. ا، ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربری‌های کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

کمالی، ا. ۱۳۸۲. بررسی و تعیین تناسب اراضی برای محصولات آبی عمده منطقه آبیک (قزوین) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Anonymous, ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy. ۱۱th edition. Soil Survey Staff, Natural Resource Conservation Service.

Ashraf, Sh, ۲۰۱۱. Estimating the land production potential for wheat, using GIS method. Australian Journal of Basic and Applied Science, ۵(۸): ۱۱۸-۱۲۲.

Ashraf, Sh., Ashraf, V. and Abbaspour, H. ۲۰۱۱. Assessment of land production potential for barley using geographic information system (GIS) method. Indian Journal of Science and Technology, ۴(۱۲):۱۷۷۵-۱۷۷۷.

FAO. ۱۹۷۶. A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin Series No. ۳۲. FAO, Rome.
FAO, ۱۹۹۶. Agro-ecological Zoning. Guidelines. FAO soils Bulletin No: ۷۶. FAO, Rome.
Khidir S.M. ۱۹۸۶. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. PhD Thesis of State University, Ghent, Belgium.
Rossiter, D.G, ۱۹۹۵. Economic land evaluation: Why and how. Soil Use and Management, ۱۱: ۱۳۲-۱۴۰.
Storie RE, ۱۹۵۰. Rating soils for agricultural forest and grazing use. Journal Transactions of Soil Science۱: ۳۳۶-۳۳۹.
Schoeneberger, P.J., Wysocki D.A., Benham, E.C. and Broderson, W.D. ۲۰۰۶. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
Storie, R.E. ۱۹۵۰. Rating soils for agricultural forest and grazing use. Journal Transactions of Soil Science,۱: ۳۳۶-۳۳۹.
Sys, C., Van Ranset, E. and Debaveye J.۱۹۹۱a. Land Evaluation, Part I, Principle in Land Evaluation and Crop Production Calculation, International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent., Belgium.
Sys. C., Van Ranset, E. and Debaveye, J. ۱۹۹۱b. Land Evaluation, Part II, Methods in Land Evaluation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent university, Ghent, Belgium.
Sys, C., Van Ranset, E., Debaveye, J. and Beernaert, F. ۱۹۹۳. Land Evaluation, Part III, Crop Requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.

Abstract

In this research Soil morphological and analytical data were carried out for ۲۶ land units. Then, based on AEZ model, radiation thermal production potential for Sunflower was estimated and then soil index which indicate the extent of soil limitations effectiveness on production reduction, was calculated by the square root formulas. Finally land production potential was calculated by multiplication of the soil index and radiation thermal production potential. The results revealed that parametric methods uncorrected land indexes had lower values than what it was expected in real conditions. For solving this problem land indexes were corrected and the results improved land suitability classes. Coefficient of correlation values between land production potential and observed yield were ۰.۵۹, ۰.۷, ۰.۷۶ and ۰.۸ for uncorrected storie, uncorrected root mean square, corrected storie and root mean square models respectively. Based on the results, it can conclude that Root Mean Square method can predict yield better that other methods because of higher regression coefficient and lower error.

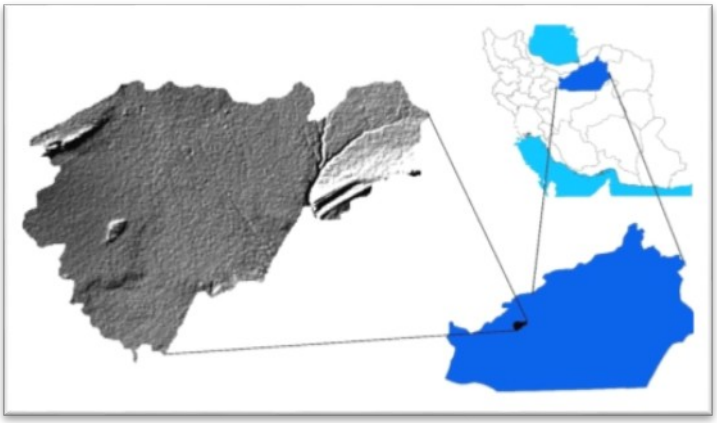
بررسی تاثیر سازندهای زمین شناسی بر روی روند بیابان زایی با استفاده از مدل IMDPA (مطالعه موردی جنوب سمنان)

عاطفه فتاحی [۱]، هایده آراء [۲]، علی احمد آبادی [۳]، علی اصغر ذوالفقاری [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیابانزدایی دانشگاه سمنان، ۲- استادیار دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان، ۳-استادیار دانشگاه خوارزمی، ۴- استادیار دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان

چکیده
زمین شناسی علم قدیمی و سابقه داری است.اصولا بشر اولیه،همیشه در مورد زمین کنجکاو بوده است.این کنجکاوی را می توان معلول دو علت اساسی دانست.اول اینکه بشر و سایر موجودات زنده ،هستی خود را مرهون زمین بوده و همیشه غذای خود را از آن بدست می آورده اند.نکته دومی که بشر را در مورد زمین نگران می کرده است،وقوع حوادث ناگواری مانند زلزله ،آتشفشان ، طوفان،سیل و تخریب سرزمین (بیابانزایی) بوده است. نقش سنگ شناسی و وضعیت زمین شناسی هر منطقه در وضعیت پستی و بلندی و ژئومورفولوژی بر کسی پوشیده نمی باشد.در رابطه با نقش وضعیت زمین شناسی در بیابانزایی و وضعیت ژئومورفولوژی میتوان گفت که ساختار سنگ شناسی و تشکیلات زمین شناسی ، مهمترین و اصلی ترین عامل تفکیک رخساره های ژئومورفولوژی می باشد که این عامل در مناطق با شیب کم و آبرفت های دوران چهارم به صورت غیر مستقیم تاثیر خواهد داشت.
هدف از انجام مطالعات زمین شناسی شناخت کلی از وضعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه و بررسی حساسیت ساختار سنگ شناسی نسبت به فرسایش می باشد و هدف این مطالعه بررسی نقش سازندهای منطقه جنوب سمنان در فرایند بیابانزایی می باشد.
کلمات کلیدی : بیابانزایی ،زمین شناسی ، سازند ،جنوب سمنان

مقدمه
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 عمده‌ای 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 نمون نموده است.استان سمنان در دامنه های جنوبی بلندی های البرز (مرکزی-خاوری) و در حاشیه شمالی کویر بزرگ قرار دارد و لذا از نگاه زمین شناسی به دو پهنه ساختاری البرز (مرکزی) و ایران مرکزی تعلق دارد. در شمال سمنان "گسل سمنان " به عنوان حد جداکننده البرز از ایران مرکزی دانسته شده است. در حالیکه در ۳۰ کیلومتری خاور سمنان،گسل عطاری مرز دو پهنه ساختاری-رسوبی ایران مرکزی معرفی شده است. گسل های سمنان و عطاری دو حادثه تکتونیکی عمده هستند که در راستای تقریبی شمال خاوری،جنوب باختری از بخش های شمالی استان سمنان عبور می کنند (سازمان زمین شناسی کشور).

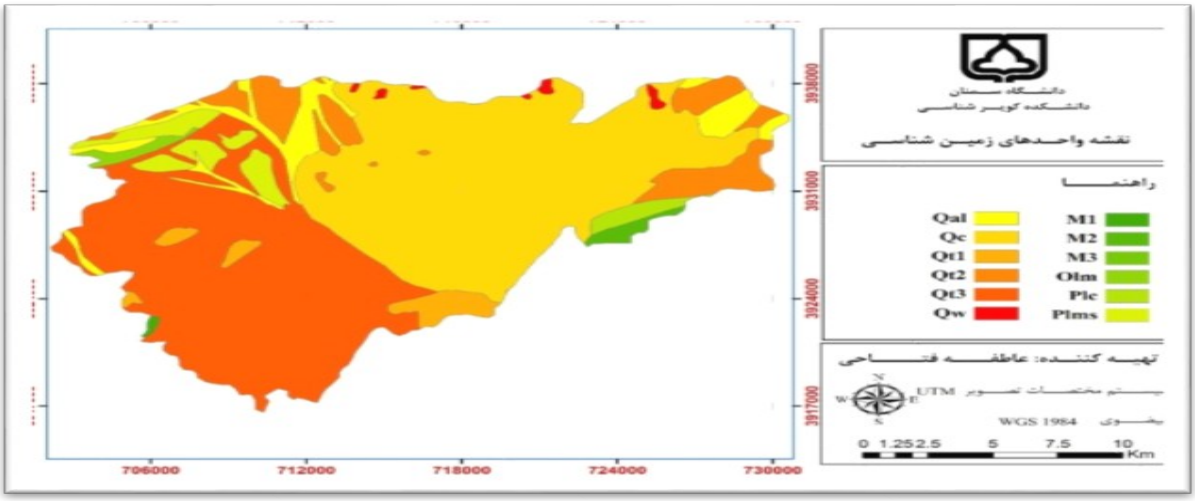
معرفی منطقه مورد مطالعه
منطقهٔ مورد مطالعه با وسعت حدود ۱۷/۳۵۴۶۴ هکتار در شهرستان سمنان واقع در استان سمنان قرار گرفته است. این منطقه دارای مختصات جغرافیایی ''۲۲ ۵۳ تا ''۵۴ ۵۳ طول شرقی و ''۳۷ ۳۵ تا ''۵۶ ۳۵ عرض شمالی است. منطقه مورد مطالعه از شمال به شهر سمنان، از غرب به روستاهای سرخه و بیابانک و از جنوب نیز به بیابان های سمنان محدود میگردد. از مهترین مراکز سکونتی موجود در منطقه مورد مطالعه صوفی آباد، مومن آباد، دلازیان و اعلاء می باشند. شکل (۱) نقشه منطقه مورد مطالعه را در استان و کشور نشان می دهد.



شکل(۱)منطقه مورد مطالعه

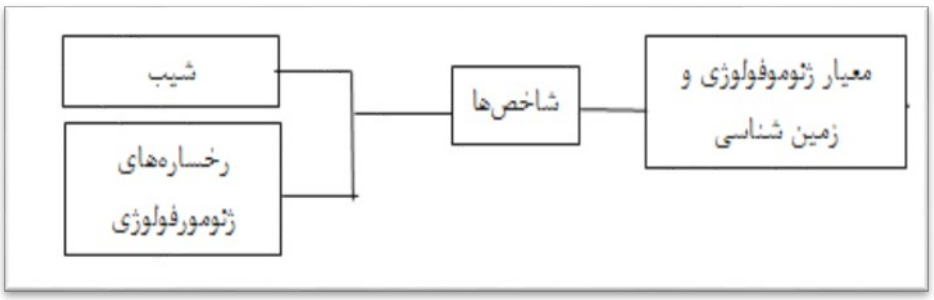
مواد و روش‌ها

۱-گرد آوری اطلاعات و ادبیات مورد نیاز با استفاده از روش کتابخانه ای و بررسی و مطالعه اسناد و مدارک موجود.
۲- نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی جهت بررسی وضعیت توپوگرافی و زمین شناسی منطقه
۳- بازدید صحرایی از منطقه برای تعیین دقیقتر مرز حوزه با توجه به عوارض طبیعی موجود در عرصه از منطقه مورد مطالعه
۴- استفاده از نرم افزار ARC GIS
تهیه نقشه زمین شناسی :
برای این کار ابتدا نقشه زمین شناسی استان سمنان را از سازمان نقشه برداری کشور تهیه نموده و پس از آن با استفاده از نرم افزار ARCGIS اقدام به تهیه نقشه زمین شناسی مورد مطالعه می نماییم.(شکل ۲)



شکل (۲)نقشه زمین شناسی منطقه

شکل زیر نمودار شماتیک مدل IMDPA در منطقه مورد مطالعه با توجه به معیارژئوموفولوزی و زمین شناسی رانشان می دهد.



.

شکل (۳). نمودار شماتیك مدل IMDPA در منطقه مورد مطالعه با توجه به معیارژئومورفولوزی و زمین شناسی

بر اساس مدل IMDPA و با در نظر گرفتن ویژگی‌های شاخص‌ها، امتیاز رخساره های ژئومورفولوژی موجود در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و وزن شاخص هر رخساره بر طبق جدول (۱)تعیین گردید.

جدول (۱). وزن شاخص رخساره ژئومورفولوژی

واحدها	رخساره ها	امتیاز
مرتع ضعیف تا متوسط	کفه رسی ـ نمکی ـ تپه ماسه	۴
	اهک مارنی، کنگلومرا مارنی، شیل	۳
	مارن، آهک مارنی، شیل، آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ	۵/۲
	کواترنر آبرفتی	۲
	آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ	۵/۱
	دولومیت، شیل، مرمر و اهک دوباره متبلور شده	۵/۱
	سنگهای اذرین با سنگهای اذرین دگرگون شده و سنگهای دگرگون	۱
	سنگهای آذر آواری	۱
کشاورزی آبی، اراضی آیش	کفه رسی- نمکی	۴
	کواترنر آبرفتی	۳
اراضی شهری و روستایی	کفه رسی-نمکی	۴
	کواترنر	۳
کویر+ جلگه‌های رسی- اراضی لخت	کفه رسی- نمکی	۴
	مارن آهک مارنی، شیل، آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ	۳
	کواترنر آبرفتی	۲
	سنگهای اذرین، سنگهای اذرین دگرگون شده و سنگهای دگرگونی	۱
	سنگهای آذرآواری	۱
تپه‌های ماسه‌ای	تپه ماسه	۴
	آهک مارنی، شیل، آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ	۳
	کواترنر ابرفتی	۲
جنگل‌های بیابانی و اراضی جنگل‌کاری شده	مارن، آهک مارنی، شیل، آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ	۴
	کواترنر ابرفتی	۳
	دولومیت، شیل، مرمر، آهک دوباره، متبلور شده	۲
	سنگهای اذرین، سنگهای اذرین دگرگون شده و سنگهای دگرگونی	۱
	سنگهای آذرآواری	۱

نتایج

قدیمی ترین برونزدهای عرصه مورد بررسی از نظر سن مربوط به میوسن هستند که در بخش جنوبی عرصه مورد بررسی پراکنش دارند. این نهشته ها عمدتا به صورت تپه ماهورهای فرسایش پذیر و تقریبا در هم ریخته قابل مشاهده هستند. به علاوه سطح زیادی از منطقه مورد مطالعه را رسوبات کواترنر تشکیل داده است که در تمامی سطح عرصه پراکنش دارند. بنابراین می توان گفت که منطقه مورد بررسی کاملا جوان بوده و از حساسیت نسبتا بالایی به فرسایش برخوردار هستند. تشکیلات مربوط به واحد ژئومرفولوژی دشت سر در منطقه مورد بررسی تماما جزء رسوبات عهد حاضر (کواترنری) هستند که سطح عمده منطقه طرح را شامل می شوند. این رسوبات به ترتیب شامل مخروط افکنه های کم ارتفاع و پادگانه های آبرفتی پست(QT^{r})، کنگلومرای ناهمگون(QP^{1})و مارن های خاکستری روشن رنگ به همراه سنگ آهک های مرجانی و نهشته های تبخیری به رنگ زرد روشن تا خاکی(Mb^{r}) و گچ(GP) می باشند .

منابع

احمدی ،حسن .ژئومرفولوژی کاربردی ،جلد ۲، انتشارات دانشگاه تهران .

اکبری، م، کریم زاده، ح ، مدرس، ر و چکشی، ب. ۱۳۸۶. ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با فن‌آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیائی، مطالعه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۲. صص ۱۲۴-۱۴۲
اختصاصی، محمدرضا. سپهر، عادل. (۱۳۹۰). روش‌ها و مدل‌های ارزیابی و تهیه نقشه‌ی بیابان‌زایی. دانشگاه یزد. چاپ اول.
سازمان زمین شناسی کشور ،نقشه زمین شناسی استان سمنان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
شایان، سیاوش. شریفی، محمد. (۱۳۸۵). مدل به عنوان تکنیکی در ژئومورفولوژی. فصلنامه‌ی علمی پژوهشی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۰، ص ۱۰۲-۱۲۰.
کریمی ،ک.۱۳۹۳ بررسی روند و پیش‌بینی بیابان‌زایی دشت عباس با استفاده از شبکه عصبی (با تاکید بر فاکتورهای بیوفیزیکی) .پایانامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
کیانیان ، محمد کیا،۱۳۹۲.جزوه زمین شناسی ،دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان.
عباس آبادی، م. ۱۳۷۸. ارزیابی کمی بیابان‌زایی در دشت آق‌قلا-گمیشان جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Abstract

on their land and all their food it has achieved And.nkth second man has been concerned about the incidence of adverse events such as earthquakes, volcanoes, hurricanes, floods and land degradation (desertification) respectively.geomorphology, which is a breakdown of operating in areas with low slope and Quaternary alluvial indirectly will have an impact. The aim of the studies done geological understanding of the status of general geology on the regional structure of sensitivity study and petrology to erosion and the goal of the study region rival south role in Semnan the deforestation.

تأثیر نوع لندفرم بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی خاکهای شالیزار گیلان

جواد سیدمحمدی ۱، حسن رمضانپور ۲، لیلا اسماعیلنژاد ۳
۱-دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تبریز، ۲-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۳-دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
با توجه به ضرورت آگاهی از ویژگیهای مختلف خاك به منظور حفظ اراضی و افزایش امکان بهره برداری از خاك، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی خاك در لندفرمهای مختلف واقع در نواحی مرکزی گیلان شامل: فلات، دشت آبرفتی رودخانهای، اراضی پست و دشت ساحلی بررسی شد. نتایج نشان داد که ویژگیهای خاک تحت تأثیر موقعیت لندفرم قرار میگیرد. از اراضی فلات به سمت ساحل مقدار شوری و سدیمی، رس، مادهآلی، کاتیونهای تبادلی افزایش یافته است. حفرات کانال مقاطع نازک در اراضی فلات و آبرفتی نسبت به لندفرم پست بیشتر انشعاب داشتند که ناشی از فعالیت بیشتر موجودات خاکزی از جمله کرم خاکی است. مقادیر و اشکال مختلف آهن و خصوصیات میکرومورفولوژیکی دلالت بر کاهش تحول خاکها از سمت فلات به ساحل داشت.

واژههای کلیدی: تحول خاک، لندفرم، گیلان

مقدمه
تغییرپذیری در خصوصیات خاك در نتیجه تغییر محیطهای رسوبگذاری و یا اختلاف در مراحل خاکسازی یا هیدرولوژیکی برای موقعیتهای مختلف لندفرم رایج بوده و میتواند تحت تأثیر آبیاری، افزایش کود، بالا بودن سطح آب زیرزمینی و یا مدیریت کشاورزی قرار گیرد. بررسی رابطه خاك - لنداسکیپ و تغییرپذیری خاك نشان داد که خصوصیات خاك در ارتباط با موقعیت لنداسکیپ میباشد (Zhang and Gong, ۲۰۰۳). مطالعه تحول و تکامل خاکها جدا از نقش بسیار مهمی که در چرخه تولید مواد غذایی دارد به علت بررسی فرایندهای خاک دارای اهمیت ویژهای است. ترکیب پیچیده عناصر خاکی و شرایط متنوع و متفاوت حاکم بر آن موجب بروز واکنشهای گوناگونی میگردد که به نوبه خود باعث ایجاد ویژگیهای اختصاصی برای خاکهای مختلف میشود (سیدمحمدی، ۱۳۸۵). با توجه به تأثیر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی خاك بر روی خواص مختلف آن لازم است ارتباط بین این عوامل با لندفرمهای مختلف خاك بررسی شود تا زمینه توسعه کشاورزی پایدار فراهم گردد. بر همین اساس هدف مهم این تحقیق تعیین ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و میکرومورفولوژیکی خاکهای منطقه مورد مطالعه و بررسی تأثیر لندفرمهای مختلف بر روی آنهاست.

مواد و روشها
منطقه مورد مطالعه از ناحیه فلاتها و تراسهای فوقانی رودخانه سفیدرود واقع در بالای سد سنگر تا جفرود در حاشیه دریای خزر را در بر میگیرد و در موقعیت جغرافیایی ۰۰ ۳۱ ۴۹ تا ۰۰ ۴۵ ۴۹ طول شرقی و ۳۰ ۷ ۳۷ تا ۸ ۲۷ ۳۷ عرض شمالی قرار دارد. نهشتههای رودخانه ای از مهم ترین رسوبات این ناحیه به شمار می رود که به دوره کواترنر تعلق دارد. جهت تفکیک واحدها و نمونهبرداری ابتدا تصاویر ماهوارهای و نقشههای توپوگرافی و زمین شناسی منطقه تفسیر گردیده و حدود واحدهای لندفرم شامل فلاتها و تراسهای فوقانی، آبرفتهای رودخانهای، اراضی پست و دشت ساحلی تعیین شد. در هر واحد پنج خ اکرخ حفر و تشریح گردید. از تمام افقهای آنها یک نمونه دست خورده و یک نمونه دست نخورده برای انجام آزمایشات فیزیکی، شیمیایی و مطالعات میکرومورفولوژیکی تهیه گردید. رژیم رطوبتی خاك در واحد فلاتها و تراسهای فوقانی یودیک و در واحدهای آبرفت های رودخانه ای، اراضی پست و دشت ساحلی آکوئیک و رژیم حرارتی خاک منطقه ترمیک گزارش شده است. اقلیم منطقه به روش دومارتن، خیلی مرطوب است. ویژگیهای فیزیکوشیمیایی بر اساس روشهای استاندارد تعیین شدند (Burt, ۲۰۰۴). مقاطع نازک با استفاده از راهنمای استوپز تفسیر گردید (Stoops, ۲۰۰۳).

نتایج و بحث
با توجه به جدول (۲)، مقدار رس در افق سطحی خاك واحد فلاتها نسبت به سایر واحدها پایین است. علت آن هوادیدگی و آبشویی در این خاکها میتواند باشد (Zhang and Gong, ۲۰۰۳). مقدار رس در افقهای تحتانی واحد آبرفتهای رودخانهای زیاد بوده ولی روند افزایش آن به شکل نامنظم است به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی سرعت هوادیدگی کم است. با توجه به اینکه در مقاطع نازک مطالعه شده آثار و شواهدی از تشکیل پوستههای رسی مشاهده نشد به نظر میرسد عدم تشکیل پوستههای رسی ناشی از

نوسان سطح آب زیرزمینی باشد نوسان آب به عنوان عامل پدوتوربیشن عمل میکند (Prakongkep et al., ۲۰۰۷). میانگین درصد ماده آلی در افقهای سطحی خاکهای شالیزار زیاد است و در ناحیه اراضی پست بالاترین مقدار را دارد چون این ناحیه تمام سال غرقاب میباشد لندفرم پست اینجا اثر خود را نشان میدهد.

در خاکهای اراضی پست عمدتاً هدایت الکتریکی در طول نیمرخ خاک بالا بوده که میتواند در ارتباط با جمع شدن آب از زمینهای مجاور باشد و همچنین احتمالاً به علت آزاد شدن Fe^{+2} و Mn^{+2} از اکسیدها در شرایط احیایی میباشد. هدایت الکتریکی در خاکهای لندفرم فلات عمدتاً پایین میباشد در اراضی ساحلی و اراضی پست بعلت بالا بودن آب زیرزمینی و تجمع زهآب نواحی مجاور مقدار آن بالاست. بیشترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در اراضی پست بوده که علت آن مقدار زیاد ماده آلی و در افقهای تحتانی به دلیل حضور مقدار زیاد رس میباشد. واحد فلات و دشت آبرفتی نسبت به اراضی پست تا حدودی آهک زیادی دارند (جدول ۲) این امر نشان میدهد که در اراضی پست به علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی مقداری از آهک خاک حل شده و از خاک خارج شده است. کاتیونهای تبادلی کلسیم، منیزیم، پتاسم و سدیم در اراضی پست و آبرفتی دارای مقادیر قابل توجه بودند که علت آن بالا بودن میزان رس و پایین بودن آبشویی در این مناطق میباشد که ناشی از شکل توپوگرافی آنها است. مقدار سدیم در افقهای تحتانی اراضی ساحلی زیاد است علت آن نفوذ آب دریا در این مناطق است.

ساختمان خاک در افقهای تحتانی بجز اراضی ساحلی و افق C واحد فلات، بلوکی زاویهدار و بدون زاویه بود که ناشی از تجمع ماده آلی در اثر بالا بودن سطح آب زیرزمینی است. غالب حفرات در مقاطع نازک خاک افق سطحی واحد آبرفتها از نوع صفحهای و واگ بود. حفرات صفحهای به دلیل انقباض خاک سنگین شالیزار تشکیل شدهاند که نتیجه کاهش رطوبت مزرعه پس از یک دوره خیسی طولانی میباشد. مقدار رس، یکنواختی مواد خاکی و وجود سیکل منظم خشک و مرطوب شدن خاک به عنوان دلایل اصلی تشکیل اینگونه حفرات ذکر شده است (Stoops, ۲۰۰۳; Prakongkep et al., ۲۰۰۷). این حفرات به دلیل شرایط سطح آب زیرزمینی بالا در خاک لندفرم پست مشاهده نشد. در مقاطع نازک تهیه شده از خاک این واحد حفرات واگ و کانال مشاهده شد. حفرات واگ، دارای دیوارههای با صافی نامنظم بودند. به نظر میرسد اینگونه حفرات به دلیل تجمع ذرات رس و اتصال قوی آنها با سایر ذرات درشت خاک تشکیل شده باشند (Stoops, ۲۰۰۳). حفرات کانال در خاک فلات و آبرفتی عمدتاً دارای انشعاب ولی در اراضی پست فاقد انشعاب بودند. این امر احتمالاً به علت کم بودن فعالیت کرمها و سایر جانوران حفار است که در شرایط احیایی ناشی از تهویه ناقص امکان فعالیت ندارند.

جدول ۱- خصوصیات مورفولوژیکی و طبقهبندی خاکرخهای شاهد

افق	عمق (cm)	مرز افق	رنگ خاک (مرطوب)	بافت	ساختمان	حفرات	ریشه	قوام خاک (خیس)	جوشش	عوارض اکسید و احیاء
خاکرخ شاهد واحد فلاتها و تراسهای فوقانی Coarse-loamy, mixed, active, thermic Typic Eutrudepts										
Apg	۰-۱۵	aw	۲/۴YR۱۰	SiC	.P- .fgr۱S	vf۳	f۴	vs/vp	e	۶/۵YR۱۰D,۱F
ABg	۱۵-۴۲	cs	۲/۴YR۱۰	SiC	.mabk۲P .msbk۱vfgr&۱S	f۲	vf۱	s/p	e	۶/۵YR۱۰D,۲C
Bw	۴۲-۸۰	cw	۳/۴YR۵/۷	SC	.mabk۳P .mabk۲S	f۲	-	s/ps	e	۶/۵YR۱۰P,۲C
C	>۸۰		۴/۴YR۱۰	S	P. sg S. sg	f۲	-	-	e	-
خاکرخ شاهد واحد آبرفتهای رودخانهای Fine, mixed, active, thermic Fluventic Endoaquepts										
Apg	۰-۱۸	aw	۲/۴Y۵	CL	.P- .fgr۱S	vf-m۲	f۴	s/p	e	۶/۵YR۱۰P,۱F
AB	۱۸-۴۰	gs	۳/۴YR۵/۷	SiC	.mabk۲P .msbk۱vfgr&۱S	vf۲	vf۱	s/p	e	۶/۵YR۱۰P,۲C
Bg۱	۴۰-۷۵	cs	۲/۴YR۵/۷	C	.mabk۳P .mabk۲S	f۲	-	s/p	e	۶/۵YR۱۰P,۲M
Bg۲	۷۵-۱۰۵	cw	۲/۴YR۱۰	C	.msbk&abk۳P .msbk&abk۲S	f۱	-	s/p	e	۶/۵YR۱۰P,۲M
BCg	۱۰۵-۱۶۰		۱/۴Y۵	SC	.msbk&abk۱P .fsbk&abk۱S	f۱	-	ss/ps	e	۱/۵Y۵D,۲M
خاکرخ شاهد واحد اراضی پست Fine, mixed, active, thermic Typic Endoaquepts										
Apg	۰-۱۹	as	۲/۴Y۵	SiCL	.P- .fgr۱S	m۲	f۴	vs/vp	e	-
ABg	۱۹-۴۲	cs	۲/۴Y۵	SiC	.msbk۱P .fsbk۱S	f۲	f۲	vs/vp	e	۱/۵Y۵D,۲M
Bg۱	۴۲-۸۰	cs	۲/۳Y۵	SiC	.msbk۲P .fsbk۱S	f۲	-	vs/vp	e	۱/۵Y۵D,۲C
Bg۲	۸۰-۱۵۰		۱/۳GY۵	C	.msbk۲P .msbk۱S	f۱	-	vs/vp	e	۱/۵Y۵D,۲C

خاکرخ شاهد واحد دشت ساحلی Mixed, thermic Typic Psammaquents										
Apg	۰-۲۳	as	۲/۴YR۱۰	CL	-.P .fgr۱S	f-m۲	f۲	ss/ps	e	۶/۵YR۱۰D,۲C
Cg۱	۸۰-۲۳	cs	۲/۴YR۱۰	S	.P S. sg	f۲	vf۱	so/po	-	-
Cg۲	>۸۰		۲/۳Y۵/۲	S	.P S. sg	f۲	-	so/po	-	-

بیفابریک در اکثر افقها، لکهای و به صورت نقاط مجزا بود (جدول ۳). در خاکهای دشت آبرفتی در اثر هماوری مواد آبرفتی ریز از سوسپانسیون در طول ته نشینی باعث ایجاد فابریک لکهای میشود (Prakongkep et al., ۲۰۰۷). بیفابریک متقاطع فقط در واحد ساحلی مشاهده شد. الگوی توزیع نسبی ذرات در خاکهای آبرفتی و پست و افقهای فوقانی خاک فلات و ساحلی پورفیریک بود که علت آن را میتوان به ریز بافت بودن این خاکها نسبت داد. در افقهای تحتانی اراضی ساحلی و فلات به دلیل درشت بافت بودن، الگوی توزیع نسبی مونیک، گفوریک و انولیک بود (Stoops, ۲۰۰۳). نودول اکسیدآهن با تیپهای هاله و ژئودیک در لندفرم آبرفتی یکی از مهمترین عوارض خاکزایی مشاهده شده بود. نودول اکسیدآهن به دلیل شرایط سطح آب زیرزمینی بالا در خاکهای اراضی پست و دشت ساحلی مشاهده نشد (Zhang and Gong, ۲۰۰۳).

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخهای شاهد

افق	عمق (cm)	ذرات خاک (%) رس	سیلت	شن	جرم مخصوص (g/cm^3) ظاهری	حقیقی	درصد تخلخل	درصد اشباع	Fe_d[۱] (g/kg)	$Fe.^{۲}$ (g/kg)	$\frac{Fe.}{Fe_d}$
خاکرخ شاهد واحد فلاتها و تراسهای فوقانی											
Apg	۰-۱۵	۱/۲۹	۴۸	۹/۲۲	۳/۱	۵/۲	۴۹	۷۳	۷/۳۸	۶/۲۵	۶/۰
ABg	۱۵-۴۲	۱/۱۷	۵۲	۹/۳۰	۳/۱	۵/۲	۴۷	۶۱	۸/۳۸	۴/۲۵	۶/۰
Bw	۴۲-۸۰	۱/۵	۳۰	۹/۶۴	۵/۱	۶/۲	۴۲	۴۹	۳/۳۷	۷/۱۴	۴/۰
C	>۸۰	۱۱	۴	۸۵	۶/۱	۷/۲	۳۸	۳۲	۵/۳۰	۸/۱۵	۵/۰
خاکرخ شاهد واحد آبرفتهای رودخانهای											
Apg	۰-۱۸	۳۸	۶/۳۷	۴/۲۴	۴/۱	۶/۲	۴۶	۸۹	۰/۳۹	۴/۲۸	۷/۰
AB	۱۸-۴۰	۸/۴۷	۲/۴۱	۱۱	۴/۱	۷/۲	۴۶	۷۸	۳/۳۸	۶/۲۹	۸/۰
Bg۱	۴۰-۷۵	۶/۴۰	۲/۳۶	۲/۲۳	۵/۱	۵/۲	۴۱	۸۴	۸/۳۹	۳/۲۴	۶/۰
Bg۲	۷۵-۱۰۵	۸/۴۲	۳۸	۲/۱۹	۶/۱	۵/۲	۳۴	۸۰	۰/۳۶	۵/۱۷	۵/۰
BCg	۱۰۵-۱۶۰	۳۶	۱۷	۴۷	۸/۱	۶/۲	۳۱	۷۷	۶/۳۱	۵/۱۶	۵/۰
خاکرخ شاهد واحد اراضی پست											
Apg	۰-۱۹	۳۹	۲/۴۴	۸/۱۶	۴/۱	۵/۲	۴۴	۹۱	۱/۳۰	۳/۱۶	۵/۰
ABg	۱۹-۴۲	۳۹	۴۵	۱۶	۵/۱	۶/۲	۴۳	۶۹	۸/۲۹	۱/۱۵	۵/۰
Bg۱	۴۲-۸۰	۸/۴۱	۴۲	۲/۱۶	۵/۱	۶/۲	۴۱	۶۹	۷/۲۴	۲/۱۱	۴/۰
Bg۲	۸۰-۱۵۰	۲/۴۸	۳۰	۸/۲۱	۶/۱	۷/۲	۳۹	۷۹	۵/۱۹	۳/۹	۵/۰
خاکرخ شاهد واحد دشت ساحلی											
Apg	۰-۲۳	۲/۲۱	۴/۵۱	۴/۲۷	۳/۱	۶/۲	۴۸	۶۳	۳/۳۸	۶/۲۹	۸/۰
Cg۱	۲۳-۸۰	۶	۸/۴	۲/۸۹	۲/۱	۸/۲	۴۵	۲۰	۴/۳۰	۶/۵	۲/۰
Cg۲	>۸۰	۶	۶/۵	۴/۸۸	۷/۱	۹/۲	۴۱	۲۱	۸/۱۱	۵/۲	۲/۰

افق	عمق (cm)	pH (۱:۲) $CaCl_۲$	آب	ECe (dSm^{-1})	Na	K	Mg	Ca	CEC cmol(+)/kg	BS	TNV	OC
					cmol(+)/kg					درصد		
خاکرخ شاهد واحد فلاتها و تراسهای فوقانی												
Apg	۰-۱۵	۳/۷	۶/۷	۳/۰	۰۹/۰	۳/۰	۹/۷	۳/۱۸	۶/۲۷	۹۶	۸/۰	۸/۳
ABg	۱۵-۴۲	۵/۷	۷/۷	۲/۰	۰۶/۰	۷/۰	۳/۴	۴/۹	۵/۱۵	۹۳	۳/۲	۴/۱
Bw	۴۲-۸۰	۴/۷	۷/۷	۴/۰	۰۸/۰	۱/۰	۳/۱	۸/۲	۴/۶	۶۸	۸/۲	۷/۰
C	>۸۰	۹/۶	۲/۷	۳/۰	۰۲/۰	۲/۰	۱/۱	۵/۲	۸/۵	۶۷	۷/۳	۱/۰
خاکرخ شاهد واحد آبرفتهای رودخانهای												
Apg	۰-۱۸	۱/۷	۵/۷	۱/۱	۲/۰	۲/۰	۲/۹	۷/۱۷	۳/۲۷	۸/۹۹	۸/۶	۴/۲
AB	۱۸-۴۰	۳/۷	۷/۷	۸/۰	۱/۰	۳/۰	۳/۸	۱/۱۹	۸/۲۷	۱۰۰	۱/۷	۱/۱
Bg۱	۴۰-۷۵	۲/۷	۶/۷	۵/۰	۴/۰	۶/۰	۱/۷	۴/۱۵	۷/۲۳	۹/۹۹	۴/۷	۱
Bg۲	۷۵-۱۰۵	۴/۷	۴/۷	۵/۰	۳/۰	۷/۰	۵/۷	۴/۱۶	۲/۲۵	۸/۹۹	۸/۹	۲/۱
BCg	۱۰۵-۱۶۰	۴/۷	۶/۷	۱/۲	۳/۰	۷/۰	۶	۱۳	۱/۲۰	۱۰۰	۸/۶	۸/۰
خاکرخ شاهد واحد اراضی پست												

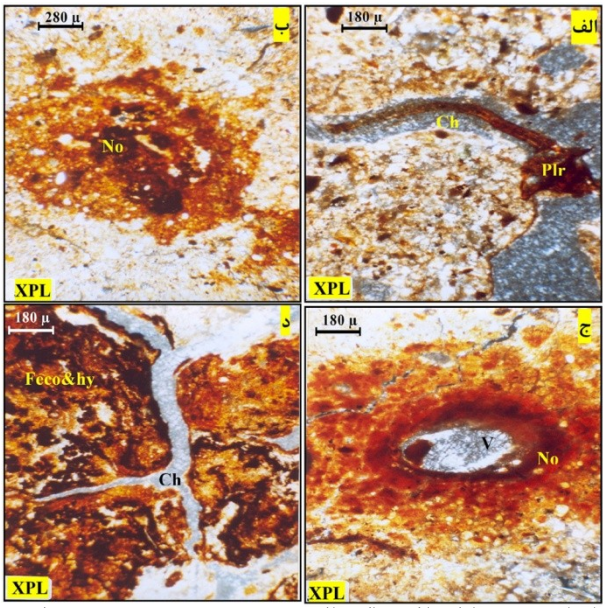
Apg	۰-۱۹	۲/۷	۲/۷	۲/۱	۱/۰	۵/۰	۶/۹	۸/۲۱	۲/۳۲	۹۹	۳/۱	۹/۳
ABg	۱۹-۴۲	۴/۷	۴/۷	۳/۱	۳/۰	۵/۰	۹/۶	۵/۱۴	۴/۲۲	۱۰۰	۶/۲	۱
Bg۱	۴۲-۸۰	۵/۷	۹/۷	۴/۱	۱/۰	۳/۰	۹/۶	۳/۱۶	۱/۲۳	۱۰۰	۳/۲	۸/۰
Bg۲	۸۰-۱۵۰	۴/۷	۸	۹/۰	۲/۰	۵/۰	۶/۷	۸/۱۵	۱/۲۵	۹۶	۳/۲	۵/۰
خاکرخ شاهد واحد دشت ساحلی												
Apg	۰-۲۳	۴/۷	۶/۷	۲/۱	۲/۰	۱/۰	۴/۵	۷/۱۱	۱/۱۸	۹۶	۴/۵	۱/۲
Cg۱	۲۳-۸۰	۴/۷	۸/۷	۴/۱	۴/۰	۰۶/۰	۲/۱	۱/۲	۹/۴	۷۵	-	۲/۰
Cg۲	>۸۰	۴/۷	۸/۷	۲/۲	۵/۰	۰۴/۰	۷/۰	۳/۱	۸/۳	۶۸	-	۱/۰

جدول ۳- برخی خصوصیات میکرومورفولوژیکی خاکرخهای شاهد

افق	عمق (cm)	ریز ساختمان	نوع خاکدانه	درجه تکامل	نوع حفرات (درصد)	کانیهای عمده	اجزاء مواد آلی	الگوی توزیع نسبی(c/f)	بیفابریک	C/F (۵μ)
خاکرخ شاهد واحد فلاتها و تراسهای فوقانی										
Apg	۱۵-۰	Gr	Gr	W	Vu,Chn (۴۵)	Qu,F,Op	Tf	Po	Ss	۷۰/۳۰
ABg	۴۲-۱۵	Gr&sbk	Gr&Sb	W&M	Vu,Chn (۴۵)	Qu,F,Op	Tf,Cf	Po,Ge	Ss	۷۰/۳۰
Bw	۸۰-۴۲	abk	Ab	M	Vu,Chn (۴۰)	Qu,F,Op	-	Ge,En	Ss,Mos	۴۰/۶۰
C	>۸۰	بدلیل حضور قلوه سنگهای درشت نمونهبرداری با جعبه کوبینا امکانپذیر نبود								
خاکرخ شاهد واحد آبرفتهای رودخانهای										
Apg	۱۸-۰	Gr	Gr	W	Chn,Pn (۴۵)	Qu,F,Mu	Tf	Po	Ss	۷۰/۳۰
AB	۴۰-۱۸	Gr&sbk	Gr&Sb	M	Vu,Chn,Pn (۴۵)	Qu,F,Op	-	Po	Ss	۷۵/۲۵
Bg۱	۷۵-۴۰	abk	Ab	M	Vu,Chn (۴۰)	Qu,F,Op	-	Po	Un	۶۵/۳۵
Bg۲	۱۰۵-۷۵	abk-sbk	Sb&Ab	M	Vu,Chn (۳۵)	Qu,F,Op	-	Po	Ss	۶۵/۳۵
BCg	۱۶۰-۱۰۵	abk-sbk	Sb&Ab	W	Vu,Chn (۳۰)	Qu,F	-	Po	Ss	۵۰/۵۰
خاکرخ شاهد واحد اراضی پست										
Apg	۱۹-۰	Gr	Gr	W	Chn,Vu (۴۵)	Qu,F	Tf	Po	Ss	۶۵/۳۵
ABg	۴۲-۱۹	sbk	Sb&Ab	W	Chn,Vu (۴۰)	Qu,F,Op	Tf	Po	Ss	۶۵/۳۵
Bg۱	۸۰-۴۲	sbk	Sb	W&M	Chn,Vu (۴۰)	Qu,F	-	Po	Ss,Pos	۷۰/۳۰
Bg۲	۱۵۰-۸۰	sbk	Sb	W	Chn,Vu (۴۰)	Qu,F	-	Po	Ss,Pos	۷۰/۳۰
خاکرخ شاهد واحد دشت ساحلی										
Apg	۲۳-۰	Gr	Gr	W	Vu (۴۵)	Qu,F,Bi	Tf	Po	Ss	۵۵/۴۵
Cg۱	۸۰-۲۳	Sg	Sg	-	Sp (۴۵)	Qu,F,Py,Ol	-	Mo,Ge	Crs	۱۰/۹۰
Cg۲	>۸۰	Sg	Sg	-	Sp (۴۰)	Qu,F,Py,Ol	-	Mo,Ge	Crs	۱۰/۹۰

کوارتز، فلدسپار، کانیهای تیره مهمترین کانیهای مقاطع نازک مطالعه شده بودند. در افقهای سطحی اراضی فلاتها و آبرفتها به دلیل هوادیدگی در طول تشکیل خاك، آهن از کانیهای آهندار آزاد شده و باعث تلقیح متن خاک شده است مقدار آهن اندازهگیری شده در این افقها هم زیاد میباشد (جدول ۲). در اراضی پست شرایط غرقابی مانع هوادیدگی شده است. در مناطق ساحلی بیشتر در اثر آبشویی از خاك حذف شده است. نتایج آزمایشها پایین بودن مقدار آهن آنها را تأیید کرد. در خاکهای مطالعه شده روند نسبت Fe_o/Fe_d از سطح به عمق خاک کاهشی است. در واحد دشت ساحلی تفاوت فاحشی بین نسبت Fe_o/Fe_d در افق سطحی و افقهای تحتانی خاک وجود دارد این وضعیت میتواند به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی در این خاکها باشد. در واحد اراضی پست مقدار آهن آمورف اندازهگیری شده به ویژه در افقهای تحتانی کم بود که دلیل آن احتمالاً خارج شدن آهن احیاء در اثر نوسان سطح آب زیرزمینی از خاک است. مقایسه نتایج مربوط به نسبت Fe_o/Fe_d در خاکرخهای مطالعه شده در خاک لندفرمهای مختلف نشان میدهد

که خاک واحد فلاتها و آبرفتها در مقایسه با خاک واحدهای اراضی پست و ساحلی از تحول بیشتری برخوردار میباشند که این مسأله ناشی از تفاوت در سطح آب زیرزمینی است (Zhang and Gong, ۲۰۰۳). بنابراین نوسان سطح آب زیرزمینی و بالا بودن سطح آب میتواند تغییرات میکرومورفولوژیکی زیادی در خاك ایجاد نماید و توسعه و تحول خاك را تحت تأثیر قرار دهد.



شکل ۸- تصاویر میکروسکوپ پولاریزان از برخی مقاطع نازک خاک (الف: ریشه برنج در حفره؛ ب: نودول تیپ هاله؛ ج: نودول تیپ جئودیک؛ ج: حفره کانالی انشعابدار)

منابع

سیدمحمدی، ج. ۱۳۸۵. بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکرومورفولوژی خاکهای شالیزار روی لندفرمهای مختلف (بخشی از استان گیلان). پایاننامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

Burt R. ۲۰۰۴. Soil Survey Laboratory Methods Manual. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, USA, ۷۰۰p.

Prakongkep N., Suddhiprakarn A., Kheoruenromne I. and Gilkes R. J. ۲۰۰۷. Micromorphological properties of Thai paddy soils. Kasetsart Journal (Natural Sciences), ۴۱:۴۲-۴۸.

Stoops G. ۲۰۰۳. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. ۱st Ed., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA. ۱۸۵p.

Zhang G.L. and Gong Z.T. ۲۰۰۳. Pedogenic evolution of paddy soils in different soil landscapes. Journal of Geoderma, ۱۱۵:۱۵-۲۹.

Abstract

With regard to information necessity of different soil properties for land conservation and increase of soil revenue possibility, soil physicochemical, morphological and micromorphological characteristics investigated in different landforms include: plateaus, river alluvial plain, lowland and coastal plain, located in central areas of Guilan. Results showed that soil properties impress from landform position. Amount of salinity and alkality, clay, organic matter and exchangeable cations are increased from plateaus to coastal landform. In studied soil thin sections, channel voids in plateaus and alluvial soils have high branches, because of soil organisms' activity such as earthworm. Different forms of Iron and its amounts and micromorphological characteristics denote that soil evolution decrease from plateaus to coastal lands.

چگونگی پیدایش خاک های شور و سدیمی واقع در کشت و صنعت فکا در جنوب اصفهان

شبنم آزادی پور [۱]، احمد جلالیان [۲]، ناصر هنرجو [۳]، مینا علیجانی حوضماهی [۱]
۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاك دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)، ۲-استاد گروه علوم خاك دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)، ۳-استادیار گروه علوم خاك دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)

چکیده
پدیده شوری یکی از عوامل موثر در روند بیابان زایی است که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک ایجاد می شود. این تحقیق بر روی خاک های منطقه فکا در جنوب اصفهان انجام شده، از افق های ۹ پروفیل حفر شده نمونه هایی برای تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، مینرالوژی و میکرومورفولوژی برداشت شد. نتایج نشان داد قسمت اعظم املاح خاک کلر، سدیم و سولفات است که با جایگزینی سدیم به جای کلسیم و منیزیم خاک باعث ایجاد قلیائیت خاک شده است. خاک های این منطقه در دو رده Aridisols و Vertisols تا گروه بزرگ Calcigypsids و Gypsitorrerts قرار گرفت. عمده رس های این منطقه ایلایت و کلرایت بوده که منشاء توارثی دارند. خاک این منطقه دوره های اقلیم خشک و مرطوب را تجربه کرده است. بررسی چگونگی پیدایش خاک های شور و سدیمی در اراضی واقع در اطراف شرکت فکا از اهداف این تحقیق بوده است.

واژگان کلیدی: شور و سدیمی، مینرالوژی، میکرومورفولوژی

مقدمه
پدیده شوری یکی از عوامل موثر در روند بیابان زائی است که در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک ایجاد می شود. بنابراین شناخت و آگاهی از علل تخریب خاک و شور شدن اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک و ارائه راهکارهایی در جهت شناخت و اصلاح عوامل تخریب در این مناطق الزامی به نظر می رسد(شریفانی و همکاران، ۱۳۸۵). مشکل شوری به خاطر زیاد بودن تبخیر از سطح خاک، بارندگی کم، پستی و بلندیهای زمین، آبیاری با آب دارای کیفیت نامناسب و سنگهای مادری است. این عوامل باعث بوجود آمدن شوره زارهای زیادی گردیده است. بررسی تاریخچه کشاورزی نشان می دهد که بدون در نظر گرفتن موازنه نمک آب و خاک و احداث زهکش ها، کشاورزی بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک پایدار نمی باشد(برزگر، ۱۳۷۹).
کانی های رسی موجود در خاك تأثیر شگرفی بر تمامی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك دارند. از این نظر شناخت ویژگی های آنها و نیز شیوه تشکیل و تبدیل این کانی ها به یکدیگر جهت درك بهتر از تشکیل و تکوین خاك امری لازم و ضروری به نظر می رسد (نتلتون و براشر[۱۷۷]، ۱۹۸۳).
بخش اعظم ایران بخصوص مناطق مرکزی، جنوبی و شرقی در منطقه خشک از کره زمین قرار گرفته است. حدود ۷۴ درصد سطح ایران سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلیمتر بارش دریافت می کند. کمبود بارندگی و زیاد بودن پتانسیل تبخیر و تعرق زمینه مناسبی برای به وجود آوردن خاک های شور در این مناطق فراهم می کند(هنرجو، ۱۳۸۹).
کریم زاده و همکاران (۱۳۸۳) مطالعه کانی های رسی خاک های گچی زمین ریخت های مختلف در شرق اصفهان را انجام دادند. نتایج نشان می دهد که در همه نیمرخ های خاک، کانی های پالیگورسکیت، میکا، کائولینیت، کلریت، کوارتز، به مقدارناچیز ورمیکولیت و کانی های مخلوط نامنظم وجود دارند.
به منظور تکمیل مطالعات مورفولوژی و تکامل خاک ها، بهره گیری از مطالعات میکرومورفولوژی خاک ضروری است. میکرومورفولوژی خاک ابزاری دقیق برای مطالعه پیدایش و تکامل، رده بندی و مدیریت خاک می باشد(استوپس[۱۷۸]، ۲۰۰۳).
ایوبی و همکاران(۱۳۸۵) در بررسی شواهد میکرومورفولوژیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک های قدیمی منطقه اصفهان نشان دادند که در طول دوره کواترنر هم زمان با دوره های یخچالی عرض های جغرافیایی بالاتر فلات ایران رطوبت موثر بیشتری دریافت کرده و در دوره های بین یخچالی شرایط خشک تری حاکم بوده است. نوسانات اقلیمی مزبور آثار خود را به صورت شواهد پدوژنیک در خاک های منطقه اصفهان به ارث گذاشته است.
اهداف این تحقیق شامل بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه، بررسی چگونگی پیدایش خاک های شور و سدیمی منطقه است.

[۱۷۷]۱- Nettleton&Brasher
[۱۷۸]۲- Stoops

مواد وروش‌ها

اندازه گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی با روش های معمول انجام گرفت. مطالعات کانی شناسی انجام شده از روش کیتریک و هوپ[۱۷۹]، ۱۹۶۳ استفاده شد. مطالعات میکرومورفولوژی استوپس و همکاران، ۲۰۰۳ صورت گرفت.

نتایج و بحث

جداول ۱ مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکرخ های این منطقه است که در آزمایشات شیمیایی و با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در نواحی خشک و نیمه خشک ایران واقع شده به علت بارندگی کم و تبخیر و تعرق زیاد و زهکشی ضعیف در بعضی قسمت های منطقه و ایجاد حالت ماندابی کانی های تبخیری دیده شود که از آن جمله کاتیون های غالب منطقه سدیم و کلسیم و آنیون های غالب کلر و سولفات می باشد که با جایگزینی سدیم به جای کلسیم و منیزیم در خاک میزان سدیم قابل تبادل در خاک افزایش یافته و سبب متلاشی شدن خاکدانه ها و در نتیجه شرایط برای گسترش فرسایش بادی فراهم گردیده است. همچنین بافت در منطقه مورد مطالعه بیشتر در اعماق پایین نسبتا سنگین مشاهده می شود و در سطح به دلیل رسوبات بادی موجود به سمت بافت سبک متمایل است.

رسوبات تبخیری اصولاً در نواحی خشک و در عرضهای جغرافیایی پایین به ویژه در مناطقی که دما و تبخیر خیلی بالاست و میانگین نزولات سالیانه خیلی کم تشکیل می گردد. (هلام[۱۸۰] ۱۹۹۳، وارن[۱۸۱] ۲۰۰۶) برزگر (۱۳۸۷) بیان کرد عوامل طبیعی موثر در شور و سدیمی شدن اراضی شامل وضعیت زمین شناسی، شرایط آب و هوایی و انتقال املاح به وسیله ی آب است. فعالیت بشر شامل مدیریت منابع آب، آبیش، چرای بی رویه و تسطیح نامناسب از عوامل موثر در شور و سدیمی شدن اراضی می باشد. خاک های این منطقه در دو رده Aridisols و Vertisols تا گروه بزرگ Calcigypsids و Gypsitorrerts قرار گرفت.

جدول ۱- برخی ویژگی های شیمیایی خاکرخ شماره ۱و۴

Horizon	Depth	EC	SAR	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	HCO^{3-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	$Caco_3$	$Caso_4$	P	N	OM	CEC	چگالی	بافت
	cm	ds/m			meq/l									mg/kg	%	%	Cmol/kg	g/cm^3	
Ap	۰-۴۴	۴/۲	۴/۵	۸/۲۴	۵۴/۷	۴۴/۵	۲۷/۶					۸/۶۳	۵/۱۵	۳۲/۳۴	۳۷/۹	۰۷/۰	۲۸/۱	۷۲/۳	۴/۱ SCL
۲Bd	۴۴-۹۰	۳/۱	۱۹/۱۴	۰۲/۱	۰۶/۰	۳۱/۱۰	۷۷/۴۹	۵/۳۶	۵۲/۱۳	۳۸/۴۸	۶	۸۲/۱	۶۸/۲۹	۸/۱۴	۶/۲۱	۷۵/۷	۹۶/۶	۷۸/۵	۹۰-۴۴
۲Bky۱	۹۰-۱۱۷	۳/۱	۰۲/۱۸	۰۲/۱	۰۶/۰	۱۰ ۷۴/	۳۳/۴۱	۵/۲۰	۱۶/۳۰	۹۳/۳۴	۵	۲۵/۱	۰۴/۳۴	۶/۱۳	۲/۲۱	۷۱/۷	۱۶/۸	۲۷/۶	۱۱۷-۹۰
۲Bky۲	۱۱۷-۱۴۳	۲/۱	۴۵/۱۲	۰۹/۱	۰۶/۰	۳۰/۴۹	۲۴/۴۸	۵/۱۳	۷۲/۱۸	۰۷/۳۸	۶/۴	۸۳/۰	۵۶/۳۰	۴/۶	۶/۲۳	۶۶/۷	۸۹/۷	۴۹/۵	۱۴۳-۱۱۷
۲Bky۳	۱۴۳-۱۷۲	۲/۱	۱۵/۱۲	۲۸/۱	۰۷/۰	۷۳/۶۷	۰۳/۴۷	۵/۲۸	۱۲/۲۹	۵۷/۵۰	۶	۹۱/۰	۳۸/۵۲	۴/۱۰	۲۲	۳۸/۷	۰۱/۱۳	۲۷/۷	۱۷۲-۱۴۳
۲Bky۴	۱۷۲-۱۹۲	۲/۱	۰۵/۲۲	۷۷/۰	۰۴/۰	۱۶/۸۶	۳۴/۳۵	۵/۲۶	۳۲/۲۱	۳۵/۶۳	۶/۵	۵۷/۰	۵۰/۵۸	۱۲	۲/۱۹	۷۳/۷	۸۱/۱۴	۱۴/۸	۱۹۲-۱۷۲
۲Bky۵	۱۹۲+	۲/۱	۹۳/۲۳	۴۵/۰	۰۲/۰	۵۰/۳۹	۲۰/۳۱	۲۰	۳۲/۲۱	۵۱/۷۲	۴/۵	۸۸/۰	۳۵/۶۶	۶/۱۷	۴/۱۴	۷۸/۷	۵۹/۱۶	۸۸/۸	
Ap	۰-۲۸	۲/۱	۷۶/۱۹	۱۴/۰	۰۰۸/۰	۸۹/۹	۰۱/۱۶	۵/۲۱	۹۲/۱۲۷	۳۷/۸۳	۸/۷	۹۸/۱	۵۱/۱۶۱	۶/۲۱	۳۴	۶۵/۷	۶۳/۳۰	۲۷/۲۴	
Bw	۲۸-۵۰	۲/۱	۶۷/۱۷	۵۲/۲	۱۵/۰	۳۴/۱۷	۵۵/۱۶	۱۴	۱۲/۹۴	۰۴/۱۴۱	۶	۰۹/۱	۰۷/۱۹۲	۴/۲۰	۶/۲۷	۵۱/۷	۲۱/۳۹	۴۴/۲۰	
Bd	۵۰-۸۳	۲/۱	۰۶/۱۹	۸۳/۰	۰۵/۰	۷۲/۶۲	۷۲/۴	۵/۳۹	۵۲/۵۲	۴۳/۳۸	۱۰	۰۴/۱	۱۱/۶۱	۲/۱۳	۶/۲۵	۸۰/۷	۸۷/۱۳	۴۰/۱۳	
۲Bss۱	۸۳-۱۰۸	۲/۱	۷۱/۱۰	۲۸/۱	۰۷/۰	۹۰/۶۸	۸۸/۲	۳۵	۹۲/۶۲	۳۷/۴۰	۶/۵	۰۱/۱	۰۸/۷۵	۶/۱۳	۲/۱۹	۸۰/۷	۵۴/۱۸	۷۰/۱۰	
C ۲Bss۲	۱۰۸-۱۳۸	۲/۱	۱۰/۲۰	۸۳/۰	۰۵/۰	۹۶/۰	۸/۵	۶۶/۸	۹۲/۶۲	۳۵	۵۵/۵								
C ۲Bss۳	۱۳۸-۱۶۲	۲/۱	۲۸/۲۴	۶۰/۱	۰۹/۰	۶۶/۷۴	۴۱/۲	۲۰	۵۲/۶۵										

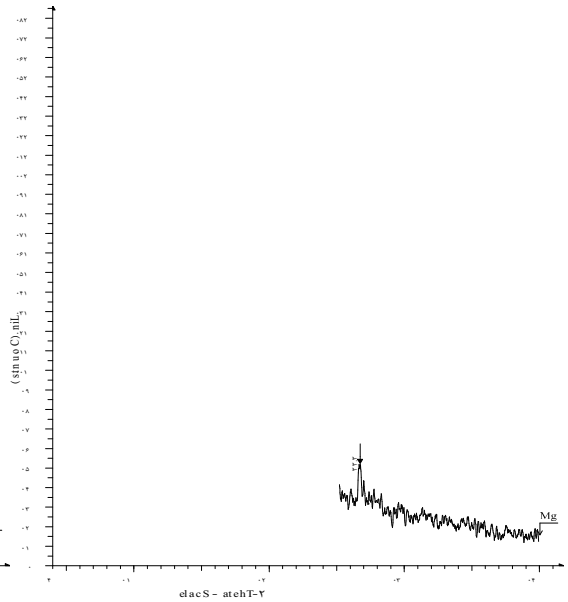
۱۷۹-Kittrick and Hope

۱۸۰-Hallam

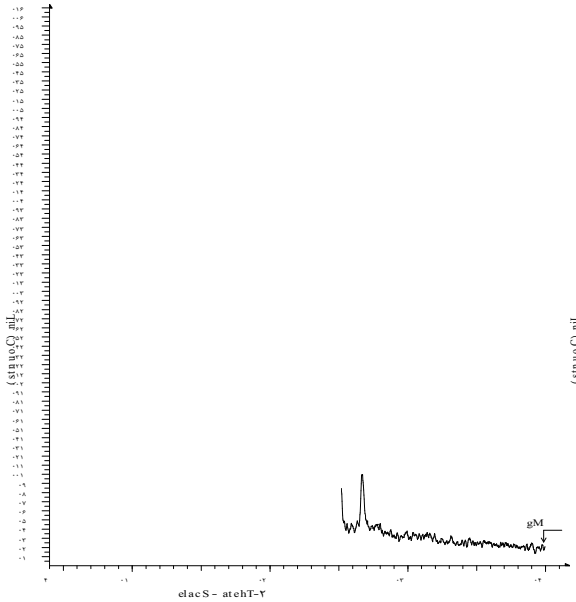
۱۸۱-Warren

C	۲/۱	۲۳/۲۳	۲۸/۱	۰۷/۰	۴۴/۷۴	۶۱/۲	۲۳	۹۲/۴۹	۸۲/۲۹	۸	۴۶/۱	۴۸/۶۵	۴/۱۰	۴/۱۰	۹۰/۷	۸۹/۱۶	۸۹/۹	۱۹۰-۱۶۲	۲Bss۴
C	۲/۱	۹۳/۲۳	۹۶/۰	۰۶/۰	۲۳/۷۴	۰۹/۳	۵/۳۴	۶۴/۱۷۲	۳۷/۱	۶/۷	۶۲/۲	۵۹/۱۲۶	۸/۲۸	۶/۲۳	۷۵/۷	۷۳/۲۴	۲۵/۲۰	۱۹۰+	۲Bss۵

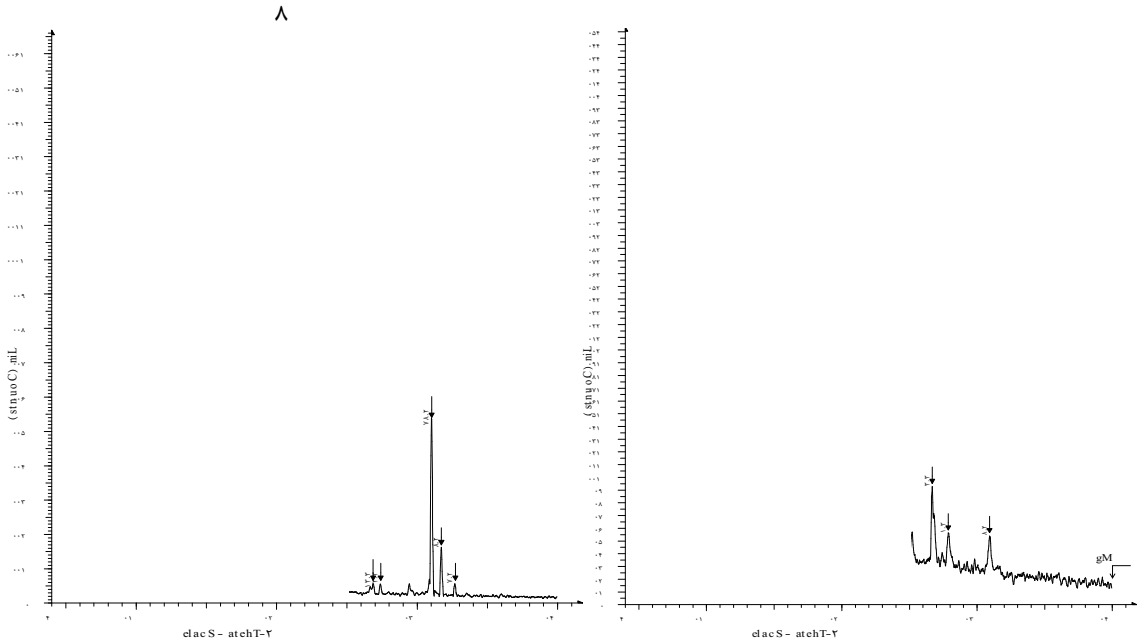
شکل های ۱ تا ۴ نشان دهنده بررسی های کانی شناسی منطقه است که می توان به این نتیجه رسید که به علت خشک بودن منطقه و حداقل بودن هوادیدگی، توزیع بسیاری از کانی های رسی در خاك های مورد مطالعه به شدت تحت تأثیر ترکیب کانی های رسی مواد مادری این خاك ها بوده و هیچ گونه هوادیدگی و تحول در کانی هایی مانند ایلایت و کلرایت مشاهده نمی شود. همچنین درجه زهکشی و عمق آب زیرزمینی تنها عامل کنترل کننده میزان نسبی کانی اسمکتایت در این خاك ها بوده به طوری با کاهش ارتفاع و کم شدن عمق آب زیرزمینی شرایط نوتشکیلی این کانی از محلول خاك فراهم شده و به مقدار این کانی در خاك افزوده می شود همچنین پالیگورسکیت های شناسایی شده نیز منشأ پدوژنیک داشته که با توجه به شوری زیاد این خاك ها شرایط لازم برای تخریب اسمکتیت و تشکیل پالیگورسکیت از اجزای تشکیل دهنده آن به خوبی فراهم است. کانیهای ایلایت، کلرایت و کائولینایت منشا توارثی داشته و کانی اسمکتایت هم منشا توارثی و هم نو تشکیلی دارد.



شکل۱- دیفرکتوگرام نمونه رس خاک افق ۲Bky۱ در خاکرخ ۶



شکل۲- دیفرکتوگرام نمونه رس خاک افق Ap در خاکرخ ۶



شکل۳- دیفرکتوگرام نمونه رس خاک افق $2Bky_2$ در خاکرخ ۷

شکل۴- دیفرکتوگرام نمونه رس خاک افق Ap در خاکرخ ۸

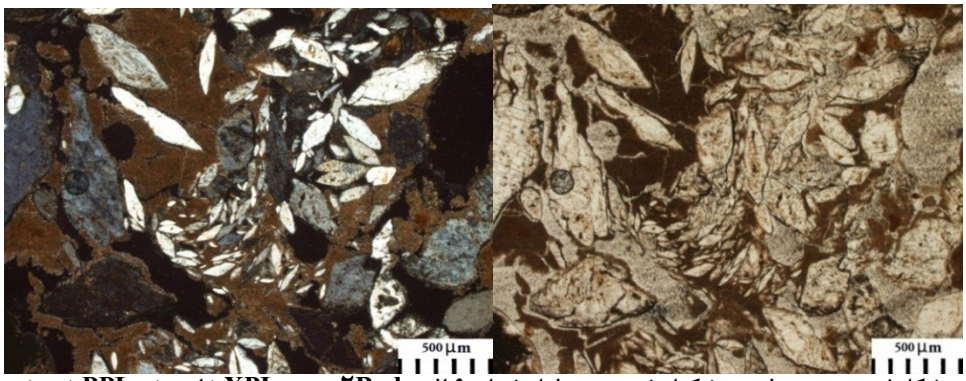
بیات و همکاران (۱۳۹۰) نیز در مطالعات انجام شده در اصفهان دریافتند با توجه به مواد مادری و شرایط محیطی خاک های مورد بررسی کانی های کلرایت، ایلایت، کائولینایت و کوارتز می تواند به ارث رسیده از مواد مادری باشد.

خادمی و مرموت (۱۹۹۸) با مطالعه خاکهای اریدی سول در استان اصفهان کانی پالیگورسکایت را غالب گزارش کرده اند. آنها معتقدند که این کانی بصورت درجا در خاک تشکیل شده است و دلیل آن را عدم وجود این کانی در مواد مادری و نیز اشکال کشیده و درشت در زیر میکروسکوپ الکترونی عبوری می دانند. کانیهای میکا، اسمکتایت، ورمیکولایت، کلرایت و کائولینایت نیز در این خاکها شناسایی شده است.

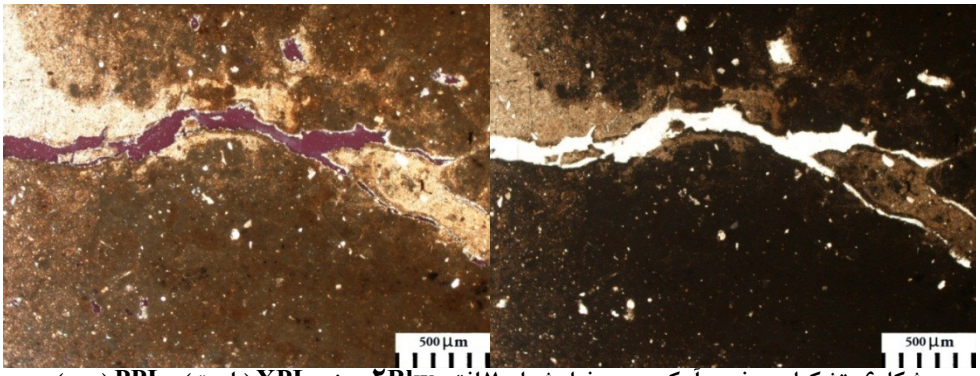
محمدنژاد و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه بر خاک های شور و سدیمی در استان گیلان، از جمله نمک هایی که با آزمایش تفرق اشعه ایکس تشخیص دادند را گچ و کلرید سدیم اعلام نمودند.

شکل های ۵ و ۶ نشان دهنده بررسی های میکرومرفولوژیکی منطقه است که در نتایج مطالعات میکرومرفولوژی C/F در بیشتر موارد Open Coarse Enoulic بوده که نشان دهنده تشکیل خاکدانه های درشت است. این مسئله در مشاهده ریز ساختار خاک که اغلب به شکل Moderately Separated Blocky Mirostructure می باشد نیز دیده می شود. انواع پدوفیچرهای خاص مناطق خشک در لایه های زیربن خاک شامل انواع پرشدگی های گچی و آهکی داخل خلل و فرج خاک و نیز تشکیل بلورهای گچ در ابعاد مختلف از ۵۰ تا ۱۷۵۰ میکرومتر و به فراوانی مشاهده می شود که گویای حاکمیت شرایط اقلیمی خشک در دوره هایی از عمر تشکیل این خاک هاست. از طرف دیگر تشکیل پوسته های رسی در خاک های منطقه نشان دهنده وجود شرایط پرباران در دوره هایی از اقلیم گذشته منطقه می باشد.

بنابراین منطقه در معرض تغییر اقلیم در طول سالیان مختلف بوده است بطوری که در دوره هایی اقلیم به شدت خشک می شده و عوارضی همچون پوشش آهکی، پر شدگی های گچی و آهکی و بلورهای گچی در افق های زیرین خاک تشکیل می شده و در دوره هایی هم اقلیم مرطوب می گردیده و منجر به انتقال رس از لایه های بالایی به لایه های زیرین و تشکیل پوسته های رسی بر دیواره خلل و فرج خاک و بر سطوح خاکدانه می گردیده است.



شکل۵- دو نوع پدوفیچر تشکیل شده در پروفیل شماره ۶ افق $2Byd_1$ در نور XPL (راست) و PPL (چپ)



شکل۶- تشکیل پدوفیچر آهکی در پروفیل شماره ۷ افق $2Bky_1$ در نور XPL (راست) و PPL (چپ)

قازانچایی و همکاران (۱۳۸۷) بیان داشتند وجود لایه های متناوب لس و پالئوسول در توالی مورد مطالعه، نشان دهنده تحولات کلی شرایط جغرافیایی و آب و هوایی در زمان تجمع لس ها است که موجب شده بیشتر خصوصیات این لایه ها تغییر کرده و در نهایت، اثرات شرایط فوق در زمان های مختلف، خاکی را بر جای گذاشته که ترکیبی از شواهد اقلیمی و خاکسازی متناوب را در خود نشان می دهد. وجود انواع کوتینگ ها و هیپوکوتینگ های رسی در پالئوسول ها شواهدی از وجود بارندگی کافی برای آب شویی و انتقال رس است. این امر همچنین نشان دهنده ثبات تقریبا طولانی سطح زمین تحت شرایط مناسب اقلیمی و نیز وجود دوره های خشکی جهت تجمع رس می باشد (مک کیگو[۱۸۲]، ۱۹۸۳). حضور پدوفیچرهای مرکب نشان دهنده پلی ژنتیک بودن این خاک ها و پشت سر گذاشتن چندین سیکل تکامل در نتیجه تغییر شرایط آب و هوایی می باشد.

منابع

ایوبی، ش. کریمیان اقبال، م. جلالیان، ا. ۱۳۸۵. بررسی شواهد میکرومورفولوژیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک های قدیمی منطقه اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره ی ۱، صفحات ۱۳۷ تا ۱۵۰.
برزگر، ع ا. ۱۳۸۷. خاکهای شور و سدیمی، شناخت و بهره وری. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
بیات، ا. کریم زاده، ح ر. خادمی، ح. ۱۳۹۰. کانی های رسی در دو خاک قدیمی روی سطوح زمین ریخت شرق اصفهان. مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ی ۱، صفحه های ۴۵ تا ۵۸.
شریفانی، ف. جعفری، م. آذرنیوند، ح. عباسی، ح ر. سوری، م. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر کشت گیاه بر بیابانی شدن دشت سگزی اصفهان. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۳، شماره ی ۴، صفحات ۳۵۹ تا ۳۶۷.
قازانچایی، ر. پاشایی اول، ع. خرمالی، ف. ایوبی، ش. ۱۳۸۷. بررسی برخی خصوصیات میکرومورفولوژیک توالی لس - پالئوسول منطقه ناهار خوران گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۵، شماره ی ۲.
کریم زاده، ح ر. جلالیان، ا. خادمی، ح. ۱۳۸۳. مطالعه کانی های رسی خاکهای گچی زمین ریخت های مختلف در منطقه شرق اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم ، شماره ی ۱، صفحه ی ۷۳.

[۱۸۲]- McKeague

محمدنژاد، م. خرمالی، ف. رقیمی، م. ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروسکوپی الکترونی خاک های شور و سدیمی در استان گلستان. مجله پژوهش های حفاظت آب وخاک، جلد ۱۹، شماره ۱.
هنرجو، ن. ۱۳۸۹. خاک ها و آب های شور و سدیمی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان. ۲۱۸ صفحه.
Hallam A. ۱۹۹۳. Jurassic climates az inferred from the sedimentary and fossil record. Philos, Royal London Society, Series B. v ۳۴۱ : ۲۸۷ - ۳۲۶
Khademi H. and Mermut A.R. ۱۹۹۸. Source of palygorskite in gypsiferous Aridisls and associated sediments from Central Iran. Clay Miner, ۳۳ : ۵۶۱-۵۷۸.
Nettleton W.D. and Brasher B.R. ۱۹۸۳. Correlation of clay minerals and properties of soils in the western United States. Soil Sci, Soc, Am, J, ۴۷ : ۱۰۳۲- ۱۰۳۶.
Stoops G. ۲۰۰۳. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. SSSA. Inc. Madison, Winsconsin. ۱۸۴p.
Warren J K. ۲۰۰۶. Evaporite, Sediments, Resources and Hydrocarbons. Springer - Verlag Berlin, ۱۰۳۵p.

Abstract

Salinity phenomenon is one of the factors which is has effects on desertification of arid and semi-arid zones. This research done on the soil of the region FKA in south of Isfahan, of the horizon ۹ profiles drilled samples to determine physical properties, chemical, mineralogical and micromorphological harvest. The results showed most of this saline was chlorine, sodium and sulfate. Substitution of sodium in place of calcium and magnesium soil caused creation soil alkalinity. The soil of the region in two categories Vertisols and Aridisols and large groups were Calcigypsids and Gypsitorrerts. that most of the zone clays are illite and chlorite the origin of their inheritance. Soil in this region was experimented terms of climate is dry and moist, This research aimed to study saline and sodic soils appearance in land sides company FKA.

کانی شناسی خاکهای دشت رسوبی گرگان رود متاثر از شرایط زهکشی

معصومه ذوقی [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، علی شهریاری [۳]،حسن آزرم دل [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳-استادیارگروه علوم خاک دانشگاه زابل، ۴-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
رسوبات آبرفتی دشت رسوبی گرگانرود بیشتر منشا لس داشته که حدود ۹۰-۷۰ درصد آن را مواد سیلتی با قطر متوسط تشکیل میدهد که در اثر هوادیدگی و تجزیه و تخریب شیمیایی می تواند درصد مواد رسی آن به کمتر از ۱۰ درصد در لس های جوان وحتی ۲۰ تا ۲۵ درصد در لس های قدیمی تر برسد. هدف اصلی این تحقیق بررسی کانی شناسی خاک های دشت رسوبی گرگانرود متاثر از وضعیت زهکشی می باشد. بدین منظورتعداد ۷ پروفیل سری‌های مختلف از شرق به غرب (گنبد تا دریا) درطول مسیر رسوبی گرگانرود انتخاب و مطالعه گردید. خاکهای تشکیل شده بر روی دشت های رسوبات آبرفتی شرقی با زهکشی مناسب بیشتر در رده انسپتی‌سول بودند که در اراضی پست غرب و نزدیک دریا به اردیدی‌سول تغییر می‌کنند. نتایج بررسی کانی های رسی خاک های مورد مطالعه نشان دادکه کانی های غالب مواد مادری لسی که بیشتر خاک ها از آن مشتق شده اند ایلیت ، اسمکتیت ، کائولینیت وکلریت است. ایلیت کانی رسی غالب در بیشتر خاک های مورد مطالعه با زهکشی مناسب، به خصوص در سمت شرق استان بود.در حالی که اسمکتیت در خاک های با زهکشی ضعیف در اراضی پست سمت غرب افزایش می‌یابد. بنابراین به نظر می رسد که علاوه بر منشا ارثی در مورد اسمکتیت وضعیت زهکشی وافزایش شوری نیزنقش مهمی را در حضور این کانی ایفا نموده است.

کلمات کلیدی: وضعیت زهکشی، مواد لسی، اینسپتی‌سول، اریدی سول

مقدمه
رسوبات لسی در دوره‌های یخچالی پلئیستوسن در شرایط محیطی سرد و خشک رسوب کرده و با آغاز دوره‌های بین یخبندان با مساعد شدن شرایط محیطی، خاکهای تا حدودی تکامل یافته بر روی این رسوبات تشکیل شده بنابراین رسوبات لسی منشاء یخچالی داشته و توسط باد کیلومترها از محل اولیه خود جابه‌جا شده‌اند (امینی جهرمی و همکاران، ۱۳۸۷). نوع کانی تشکیل شده در خاک بیشتر تحت تاثیر عوامل اقلیم و مواد مادری می‌باشد (Khormali & Abtahi, ۲۰۰۳). کانی غالب مواد مادری لس را اسمکتیت وکلریت تشکیل می‌دهدکه حاوی مقداری کائولینیت واسمکتیت می‌باشد (Khormali & Kehl, ۲۰۱۱).
در استان گلستان با حرکت از مناطق با بارندگی کم (کمتر از ۲۰۰ میلیمتر) بر مقدار اسمکتیت در مناطق با بارندگی ۶۰۰ میلی‌متر افزوده می‌شود در حالی که در مناطق مرطوب‌تر (رژیم رطوبتی یودیک) ورمی‌کولیت حتی کانی غالب خاک‌ها را تشکیل می‌دهد (خرمالی و همکاران ،۱۳۸۴). امینی جهرمی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی کانی‌شناسی خاکهای با مواد مادری لسی در دو منطقه استان گلستان اظهار داشتند که مقدار کانی‌های ایلیت و کلریت در این خاک‌ها نسبت به دیگر کانی‌ها بیشتر بوده و معتقد بودند که حضور کائولینیت در این خاک‌ها بیشتر منشاء ارثی دارد. همچنین خرمالی و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعه پراکنش کانی‌های رسی در خاکهای سه منطقه اقلیمی شرق استان گلستان، در یافتند که ایلیت و کلریت و کائولینت کانی‌های غالب مادری را در این مناطق تشکیل می‌دهند. قرقره‌چی و خرمالی (۱۳۸۷) درمطالعه اثر تراز آب زیرزمینی و نوع کاربری بر منشاء و توزیع کانی‌های رسی در خاکهای لسی جنوب غرب استان گلستان مشاهده کردندکه کانی های ایلیت، اسمکتیت و کائولینیت در همه خاکهای مورد بررسی حضور دارند و نتیجه گرفتند که در اراضی غرقابی با تراز آب زیر زمینی بالا؛ زهکشی ضعیف مقدار کانی اسمکتیت حداکثر بوده و بیشتر منشاء نو تشکیلی دارد.

مواد و روش‌ها
این تحقیق در اراضی جنوب گرگانرود واقع در استان گلستان انجام شد که مشخصات عمومی این اراضی به شرح زیر می باشد. اراضی جنوب گرگان رود دشتی است به وسعت ۳۳۷۰۰۰ هکتار واقع در استان گلستان که بین طول جغرافیای ′ ۵۹ -۵۵ ۳۱ ۵۳شرقی وعرض جغرافیایی ″ ۳۶ ۴۴-۳۷ ۳۰شمالی قرار دارند. ارتفاع منطقه بین ۲۷۰-۲۵ متر از سطح دریا می باشد. با توجه به آمار هوا شناسی مربوط به اراضی مورد مطالعه،منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک ورژیم حرارتی ترمیک می باشد. این اراضی دارای ۳ واحد فیزیو گرافی دشت های رسوبی ،اراضی پست وتراس رودخانه ای می باشند.
تعداد ۷ پروفیل در این منطقه حفر گردید که مطالعه و تشریح خاکرخ‌ها بر اساس کلید رده‌بندی تاکسونومی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) انجام شد. کلیه نمونه ها جهت آزمایشات فیزیکی ،شیمیایی وکانی شناسی هوا خشک گردیده وپس از کوبیده شدن از الک ۲ میلیمتری (شماره ۱۰) عبور داده شد. بافت خاک با روش هیدرومتری (Bouyoucos, ۱۹۶۲) تعیین شد.کربنات کلسیم معادل به روش مواد خنثی شونده با اسیدکلریدریک وتیتراسیون اسید اضافی با سود صورت پذیرفت(Page et al., ۱۹۸۲). کربن آلی خاک با

استفاده از روش اکسیداسیون تر مواد آلی اندازه‌گیری شد (Walkley & Black, ۱۹۳۴). وزن مخصوص ظاهری با استفاده از روش کلوخه محاسبه گردید. اسیدیته خاک در حالت گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری و هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی، در عصاره اشباع اندازه‌گیری شد(Page et al., ۱۹۸۲).

نمونه های خاک عبور داده شده از الک ۲ میلیمتری به منظور خالص سازی رس استفاده شد. برای از بین رفتن عوامل شیمیایی سیمان کننده و جداشدن ذرات رس از یکدیگر روش های Kittrick & Hope (۱۹۶۳)، Mehra & Jackson (۱۹۶۰) و Jackson (۱۹۷۵) بکار گرفته شد. سپس از هرنمونه رس بدست آمده چهار تیمار شامل منیزیم، منیزیم و گلیسرول، پتاسیم در دمای معمولی و پتاسیم در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد تهیه گردید و جهت شناسایی کانی های رسی نمونه ها از دستگاه پرتو ایکس[۱۸۳] استفاده گردید.

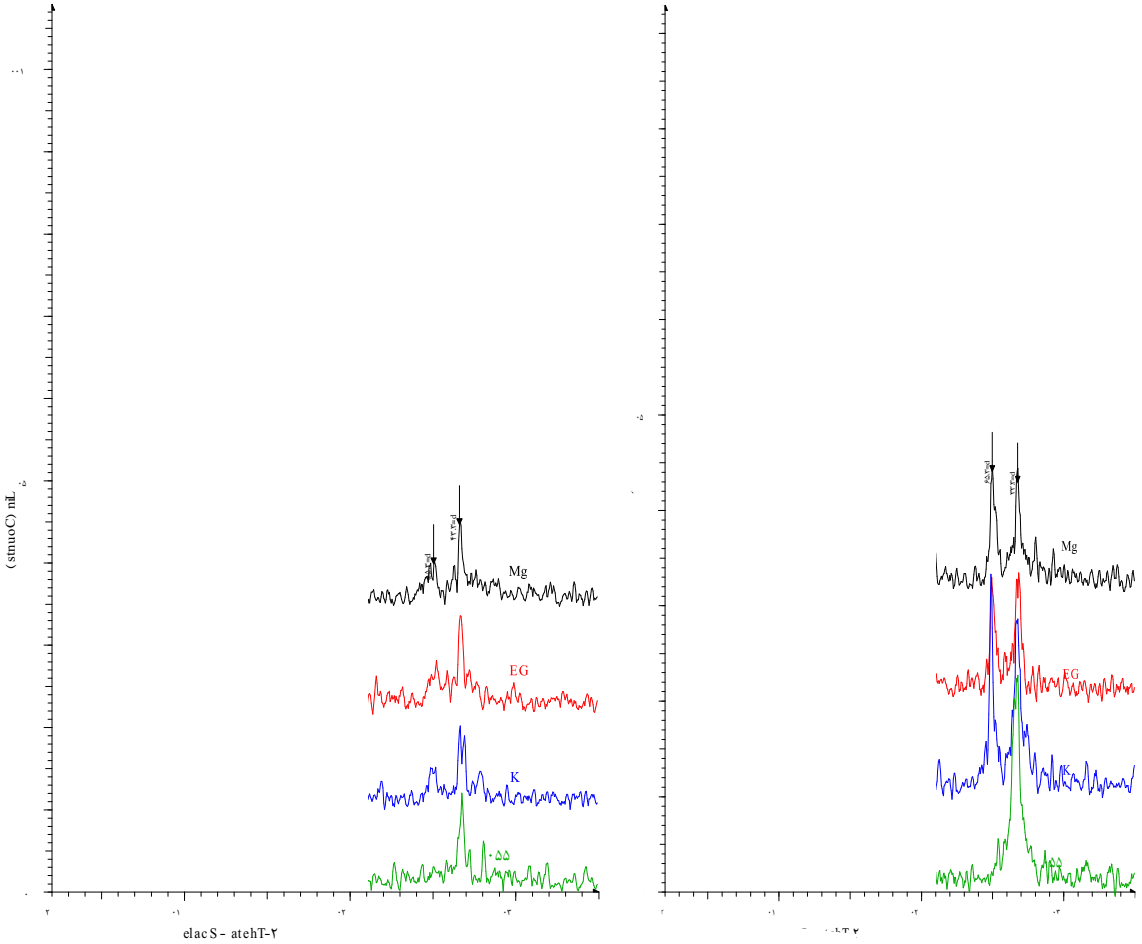
نتایج و بحث

نتایج مطالعات صحرایی نشان داد که خاکهای تشکیل شده بر روی دشت های رسوبات آبرفتی شرقی با زهکشی مناسب بیشتر در رده انسپتی‌سول بودند که در اراضی پست غرب و نزدیک دریا به اردیدی‌سول تغییر می‌کنند. با توجه به نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی در جدول ۱ مشاهده شد که در بیشتر افق‌ها در خاک رخ‌های مورد مطالعه از بین ذرات خاک، ذرات سیلت غالب بودند که به دلیل منشأ لسی این خاک‌ها می‌باشد. ذرات رس در جایگاه دوم قرار داشتند که در بعضی موارد به دلیل شستشو و حرکت در عمق بیشتر می‌شوند. اما ذرات شن مقدارشان کم است ولی هرچه از سمت شرق به سمت غرب استان می‌رویم، این ذرات در افق‌های خاک مقدارشان بیشتر می‌شود که نشان‌دهنده فرایندهای رسوب گذاری و منشأ رسوبی این خاک‌ها است.

جدول۱. خصوصیات فیزیکو شیمیایی اصلی خاکرخ‌های مورد مطالعه

[۱۸۳] (در زوایای θ ۲ بین ۲ تا ۳۰ درجه، ولتاژ ۴۰ کیلو ولت و جریان ۳۰ میلی آمپر) D8 ADVANCE مدل (XRD) دستگاه پرتو ایکس

افق	شن %	سیلت %	رس %	کربن آلی %	pH	هدایت الکتریکی dSm^{-1}	CCE %	وزن مخصوص ظاهری gcm^{-3}
سری سیجوال(Gypsic Aquisalids)								
Ap	۲۸	۴۶	۲۶	۴۳/۲	۶/۷	۱۹	۱۳	۶۴/۱
ABy	۱۸	۵۰	۳۲	۰۹/۰	۸	۲۳	۵/۱۱	۱۲/۱
Czg	۲۷	۴۸	۲۵	۹۰/۰	۹/۰	۳۹	۵/۲۰	۴۴/۱
سری خاندوز(CalcixerollsAquic)								
Ap	۲۱	۴۰	۳۹	۵۹/۱	۸	۱	۱۲	۴۴/۱
Bk	۲۸	۳۸	۳۴	۸۴/۰	۸	۶۶/۰	۵/۴	۳۳/۱
Bkg۱	۲۲	۳۹	۳۹	۹۲/۰	۱/۸	۱۷/۰	۳۴	۷۲/۱
Bkg۲	۳۷	۳۷	۲۶	۱۲/۰	۱/۸	۷۶/۰	۵/۲۹	۵۴/۱
سری وشمگیر(Typic Haploxerepts)								
Ap	۲۹	۴۴	۲۷	۳۴۴/۱	۸/۷	۳۱/۱	۵/۳	۲۲/۱
Bw	۲۴	۴۳	۳۳	۹۳/۰	۱/۸	۴۴/۲	۱۱	۳۲/۱
C	۲۱	۵۳	۲۶	۲۱۳/۰	۸	۴۴/۳	۱۹	۲۱/۱
سری گنبد(HaploxereptTypic)								
Ap	۲۲	۴۵	۳۳	۵۷۹/۰	۱/۸	۳۵/۰	۵/۱۱	۲۳/۱
Bk۱	۱۰	۵۳	۳۷	۹۳/۰	۸	۹۵/۰	۱۰	۶۳/۱
Bk۲	۲۴	۳۹	۳۷	۲۹۲/۰	۳/۸	۷۶/۰	۵/۱۴	۵۲/۱
سری ایمر(Aquic Calcixerepts)								
Ap	۶	۵۱	۴۱	۰۲/۱	۳۳/۷	۵۴/۸	۵/۴	۸/۱
Bk	۸	۴۶	۴۴	۹۳/۱	۹۳/۷	۳۰/۸	۱۱	۷/۱
Bkg۱	۵	۵۶	۳۸	۱۷/۰	۶۵/۷	۳۱/۹	۱۶	۷/۱
Bkg۲	۱۱	۶۱	۲۶	۱۷/۰	۹۵/۷	۶۷/۹	۱۵	۷/۱
سری یارتی قایه(Gypsic Haploxerepts)								
Ap	۴۸	۳۶	۱۴	۳/۱	۶۶/۷	۳۵/۳	۱۵	۶/۱
Bg	۵۶	۴۱	۱	۹۳/۳	۰۸/۳	۶۵/۲	۵/۲۲	۵/۱
Cyg۱	۵۶	۳۹	۳	۵۵/۰	۵۳/۷	۱۳/۱	۵/۱۶	۴/۱
Cyg۲	۵۶	۴۱	۱	۵۳/۰	۶۳/۳	۹۰/۶	۵/۲۴	۵/۱
سری یامپی(Gypsic Aquisalids)								
Ap	۳۱	۵۶	۱۱	۲۲/۰	۳۶/۷	۱۷	۵/۷	۵/۱
AB	۲۶	۵۹	۱۳	۲۰/۰	۱۵/۷	۲۳	۵/۲۰	۵/۱
Byz	۲۱	۶۴	۱۳	۲۳/۱	۸۵/۷	۳۲	۳۶	۴/۱
Cyzg	۱۹	۶۹	۱۱	۱۶/۰	۶۸/۷	۳۱	۵/۲۲	۴/۱
Bygb	۴۱	۴۹	۸	۹۳/۰	۹۹/۷	۴/۵	۵/۱۹	۶/۱
Cgb	۱۳	۷۳	۱۳	۹۰/۰	۸۹/۷	۹	۵/۱۳	۵/۱



شکل ۱.ب شکل ۱. الف

شکل ۱.الف: پرتونگار اشعه ایکس بخش رس، پیک ۵۴/۱۶ در تیمار گلیسرول نشان دهنده‌ی کانی اسمکتیت می‌باشد(سری خاک سیجوال افق Cg). ب: پرتونگار اشعه ایکس بخش رس، پیک ۳۱/۱۴ نشان دهنده کانی کلریت می‌باشد (سری خاک ایمر، افق Bkg۱).

نتایج کانی شناسی خاکهای مورد مطالعه نشان داد که کانی‌های رسی که در نمونه‌ها مشاهده شده‌اند، شامل ایلیت، کلریت، اسمکتیت، کائولینیت و کانی‌های مختلط می‌باشند. ایلیت در بیشتر خاک‌ها کانی غالب بوده و به طور واضح در پرتونگار اشعه ایکس بخش رس سری‌های خاک قابل تشخیص است. منشأ این کانی و کانی‌های کائولینیت و کلریت در این خاکها ارثی می‌باشد(قرقره‌چی و خرمالی، ۱۳۸۷؛ امینی جهرمی و همکاران، ۱۳۸۷؛ خرمالی و همکاران، ۱۳۸۴). میزان این کانی عموما از سطح به عمق کاهش می‌یابد که این کاهش همراه با افزایش کانی اسمکتیت (به خصوص در خاکهایی بازهکشی نا مناسب و یا دارای آب زیر زمینی بالا) و در برخی موارد حضور کانی‌های مختلط ایلیت-اسمکتیت است که نشان دهنده تبدیل ایلیت به اسمکتیت است (خرمالی وابطحی، ۲۰۰۳؛ شهریاری و همکاران، ۱۳۹۰). باید توجه داشت که وضعیت زهکشی ضعیف، شرایط مناسبی برای تشکیل اسمکتیت از تغییر شکل ایلیت یا نوتشکیلی آن از محلول خاک را فراهم می‌نماید (نبی‌الهی و همکاران، ۱۳۸۵) و به عبارت دیگر کانی اسمکتیت در این خاک‌ها علاوه بر منشا ارثی منشا نوتشکیلی نیز دارد که این یافته با نتایج شهریاری و همکاران (۱۳۹۰) همخوانی دارد.

منابع

امینی جهرمی،ح.، ناصری، م .ی.، خرمالی، ف. و س.ع.ر. موحدی نائینی.۱۳۸۷. کانی‌شناسی خاکهایی با مواد مادری لسی در دو منطقه استان گلستان(هوتن وگرگان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.جلد ۱۵.شماره ۵. ۲۵۰صفحه.
خرمالی ،ف.، ر.قربانی و ر.عموزاده عمرانی.۱۳۸۴. منشاء و پراکنش کانی‌های رسی در لندفرم های مختلف سه حوزه آبخیز شرق استان گلستان.گزارش پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.۷۸ صفحه

شهریاری، ع.، خرمالی، ف. و ح. آزرم‌دل. ۱۳۹۰. کانی شناسی خاک های مالی سولز وشبه مالی سولز تحت تاثیر فیزیوگرافی در اراضی لسی جنوب گرگانرود، استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد ۱۸، شماره ۴، صفحه ۸۰-۶۳.

قرقره چی ،ش. و ف. خرمالی.۱۳۸۷.اثر تراز آب زیر زمینی ونوع کاربری بر منشاء و توزیع کانی‌های رسی در خاکهای لسی جنوب غرب استان گلستان.مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. جلد ۱۵. شماره سوم.۲۳۴ صفحه.

Bouyoucos, G.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵.

Jackson, M.L. ۱۹۷۵. Soil Chemical Analysis. Advanced Course. University of Wisconsin, College of Agriculture, Department of Soils, Madison, Wisconsin, USA.

Khormali ,F.and M.Kehl.۲۰۱۱.Micromorphology and development of loss-derived surface and Buried soils along a precipitation gradiant in Northern Iran Quaternary International.۲۳۴:۱۰۹-۱۲۳

Khormali, F. and A.Abtahi, ۲۰۰۳. Orgin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-aridSoils of Fars Province, Southern Iran. Clay Minerals, ۳۸:۵۱۱-۵۲۷.

Kittrick, J.A., and Hope, E.W. ۱۹۶۳. A procedure for particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Sci. ۹۶:۳۱۲-۳۲۵.

Mehra, O.P., and Jackson, M.L. ۱۹۶۰. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system with sodium bicarbonate. Clays and Clay Minerals. ۷:۳۱۷-۳۲۷.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties, Part ۲. Agronomy Monographs, ۹, ASA-SSA, Madison, WI. Pp: ۵۸۱-۵۹۳.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to soil Taxonomy, ۱۲th ed. U.S. department of agriculture, Natural resources conservation service

Walkley, A., and Black, I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. ۳۷:۲۹-۳۸.

Abstract

Alluvial plain of Gorganrood river is mainly composed of reworked loess containing more than ۷۰ percent of silt size particles and its clay fraction which result mainly from chemical degradation of coarser fractions can range from ۱۰% in younger soils up to ۲۵ percent in more developed ones. In this study, ۷ different pedons in an east-west direction (Gonbad to the Caspian Sea) along Gorganrood were studied. Physical, chemical and mineralogical studies of samples from different horizons were performed. Soils formed on alluvial plains in eastern parts with proper drainage were mainly Inceptisols grading into Aridisols in the western lowlands with poor drainage conditions. The results showed that clay minerals of the loess parent materials are mainly illite, chlorite, smectite and kaolinite. Illite was the dominant clay mineral in most of the studied soils, especially toward the in the eastern part of the plain, in well-drained soil. In contrast, smectite in soils with poor drainage in the western lowlands increased. Drainage and salinity conditions therefore seems to play an important role for the occurrence of smectite besides its partly inherited origin in the studied area.

بررسی تغییرات کاربری اراضی در بخشی از منطقه ارسباران استان آذربایجان شرقی با استفاده از RS و GIS

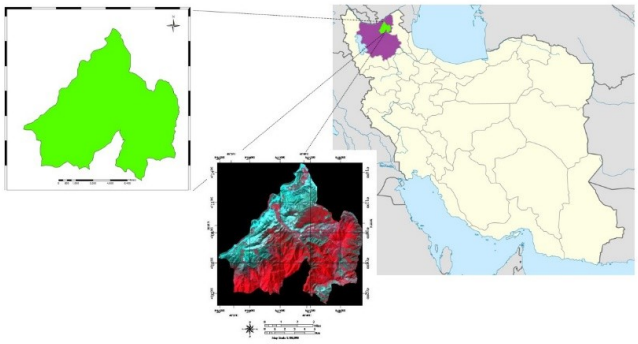
آذر فاریابی [۱]، حمید رضا متین فر [۲]
۱-دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک دانشگاه لرستان، ۲-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک ، دانشگاه لرستان

چکیده
سنجش از دور می تواند تغییرات دوره ای پدیده های سطح زمین را نشان دهد و در مواردی چون بررسی تغییر مسیر رودخانه‌ها، تغییر حد و مرز پیکره‌های آبی دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها، تغییر مورفولوژی سطح زمین و غیره بسیار کارساز است. به منظور بررسی تغییرات تخریب اراضی دو سری داده های ماهواره ای مورد استفاده عبارت بودند از: هشت باند اخذشده مربوط به ETM+ اطلاعات لندست ۷ژوئن سال ۲۰۰۱میلادی و یازده باند اخذ شده مربوط به لندست ۸ ژوئن سال ۲۰۱۴ می باشند. نتایج نشان می دهد که کاهش اراضی جنگلی اتفاق افتاده است . وسعت اراضی تحت پوشش اراضی دیم در سالهای ۲۰۱۴ و ۲۰۰۱ با کاهش همراه بوده است. که این امر به دلیل کاهش بارندگی در فاصله این سالها می باشد. همانطور که در مورد مناطق آبی مشاهده می کنیم با افزایش مناطق آبی مواجه هستیم .که نشان دهنده افزایش سد ها در این مناطق می باشد.

کلمات کلیدی: تغییرات تخریب اراضی، لندست ۸، GIS ، RS، ارسباران

مقدمه
داده‌های مکانی متداول برای بررسی تغییرات کاربری اراضی عبارتند از: ۱) نقشه‌های رقومی که حاوی اطلاعاتی مانند فرسایش پذیری خاك، نفوذپذیری، خصوصیات نگهداشت آب، بافت و ساختمان باشد؛ ۲) نقشه‌های توپوگرافی و DEM که مشخصات هندسی حوزه (شیب، جهت شیب، سایه، مسیر جریان و...) و خصوصیات شبکه زهکشی (تراکم زهکشی و رتبه‌بندی آبراهه) را از آنها استخراج کرد؛ ۳) عکس‌های هوایی، نقشه‌های پوشش زمین و کاربری زمین یا داده‌های سنجش از دور که بتوان از آنها طبقات پوشش زمین را به دست آورد. خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و موفولوژیکی که در سطح خاك به دلیل تخریب خاك ایجاد شده است، توسط ابزارهای RS تعیین می‌شود، اما برای مواد آلی، اکسید آهن، رطوبت، بافت خاك و زبری محدودیت ندارد. روش‌های سنجش از دور بین روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی که به طور معمول از اندازه‌گیری و تفسیر شکل منحنی بازتاب تشکیل شده‌اند و روش‌های ماهواره‌ای که با بررسی‌ها و تفسیر پرتوها و تصاویر رقومی سر و کار دارد، تمایز قائل می‌شود(علوی پناه و مسعودی،۱۳۷۵). چن و رائو به منظور پایش تخریب اراضی در شمال چین با استفاده ازاطلاعات چند زمانه لندست TM و ETM+در سالهای ۱۹۹۸، ۱۹۹۶و ۲۰۰۱اقدام به تهیه نقشه های توزیع تخریب اراضی برای هر سه سال نمودند. ایشان از تفاوت بین نقشه های توزیعی، نقشه های تغییرات در فاصله سالهای ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۶ و ۱۹۹۶تا ۲۰۰۱راتهیه نمودند و اظهارداشتندکه تغییرات آب و هوایی و فعالیتهای انسانی از عوامل مؤثردرتخریب اراضی منطقه مورد مطالعه هستند (Chen&Rao, ۲۰۰۸).

مواد و روش‌ها
تشکیل بانك اطلاعات منطقه: داده¬های این پژوهش، با استفاده ازداده¬های قابل سفارش دهی سایت USGS بود . دو سری داده های ماهواره ای مورد استفاده عبارت بودند از: هشت باند اخذشده مربوط به ETM+. اطلاعات لندست ۷ژوئن سال ۲۰۰۱میلادی و یازده باند اخذ شده مربوط به لندست ۸ ژوئن سال ۲۰۱۴ می باشند. که بخاطر بررسی تغییرات پوشش گیاهی از تصاویر مربوط به یک ماه یکسان در این دو سال متفاوت استفاده کردیم. (شکل ۱)

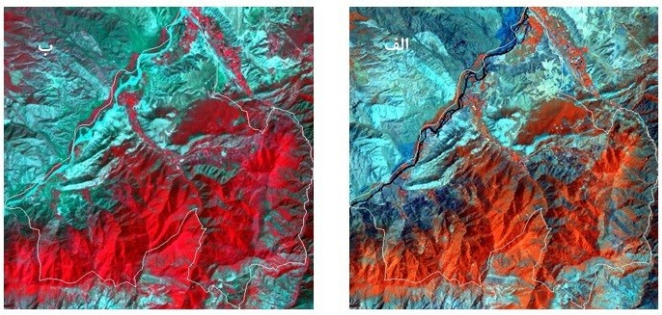


شکل ۱ منطقه مورد مطالعه و تصویر رنگی کاذب ۴،۵ و۳ لندست ۸

به کمک نقشه های مختلف موجود و تصاویر ماهواره ای دید کلی از عوارض و کاربری های مختلف به دست آمد. به کمک نقشه های رقومی شده زمین شناسی، کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقه داده های کلی از منطقه بدست آمد. سپس عملیات زمینی آغاز شد. در آغاز یک بازدید کلی از منطقه انجام شد تا انواع کاربری های منطقه مشخص شود. سطح زیادی از ایم منطقه را اراضی جنگلی تشکیل می دهد. دیگر کاربری های این منطقه شامل مراتع، بوته زار ، زراعت آبی، زراعت دیم و مناطق آبی می باشد. آماده سازی داده های ماهواره ای: مهمترین بخش کار با تصاویر ماهواره ای آماده سازی این داده هاست،مراحل آماده سازی زیر بر روی داده های ماهواره ای انجام شد که عبارتند از تصحیح هندسی و ثبت داده های ماهواره ای، تصحیح اتمسفری. پس از زمین مرجع نمودن اطلاعات رقومی،به منظور انتخاب باندهای مناسب از روش فاکتورنمایی بهینه وتجزیه اطلاعات به مؤلفه های اصلی استفاده شد (Chavez etal, ۱۹۸۲, Chavez, ۱۹۸۴ & Ramadan and Kontny , ۲۰۰۴).پس ازانتخاب باندها،با توجه به اطلاعات قبلی وشناخت پدیده های موجود در داده های مورد استفاده،ازروش طبقه بندی نظارت شده باروش بیشترین شباهت استفاده گردید.. سپس با معرفی نمونه های آموزشی به نرم افزار ENVI،طبقه بندی تصاویرانجام شد . به منظوراطلاع ازوضعیت طبقه بندی نمونه ها ازروش ماتریس خطا استفاده شد. بدین منظور،با کمک نقشه های خاک،عکس های هوایی و نقشه های توپوگرافی موجود،به روش نمونه گیری تصادفی ازنقاطی که با پیمایش میدانی،مختصات آنها به کمک GPS تعیین شده بود؛ گروهی دیگر از اطلاعات مکانی به دست آمد. این اطلاعات مکانی به منظورتعیین صحت طبقه بندی داده های رقومی مورد استفاده قرار گرفتند. به عبارتی،جمع آوری داده های واقعیت زمینی هم برای کلاسهای آموزشی وهم برای تأیید آنها ضروری است . برای محاسبه صحت طبقه بندی باید محل های مناسب برای ازمون و متفاوت ازمحل نمونه های آموزشی به کارگرفته شود وسپس تصاویرطبقه بندی شده با داده های واقعیت زمینی در یک ماتریس خطا مورد مقایسه قرار گیرند. با استفاده از این ماتریس،صحت تصاویرماهواره ای طبقه بندی شده مشخص گردید. برای بررسی صحت طبقه بندی، علاوه بر محاسبه صحت کلی ، شاخص کاپا نیزمحاسبه شد .

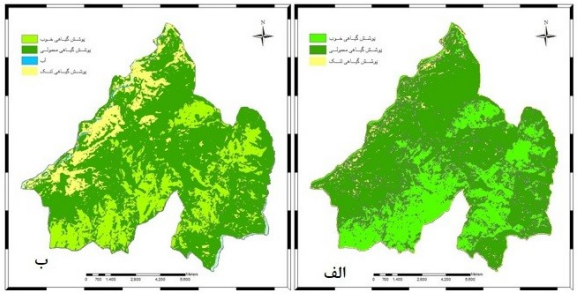
نتایج و بحث

شاخص های پوشش گیاهی به طور گسترده به عنوان معیارهایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی ازجمله پوشش گیاهی و فاکتورهای دیگر مورد استفاده قرارمی گیرند (Morawitz et al,۲۰۰۶ Koh et al,۲۰۰۶&). در بررسی تغییرات پوشش گیاهی منطقه در فاصله سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۴ از محاسبه شاخص NDVI استفاده کردیم تا بدین وسیله پوششهای گیاهی به راحتی از سایرپوششها جدا شوند. وهمچنین با اعمال تغییرات در طبقات آن بتوان اراضی کشاورزی ، جنگلی ومرتعی را از هم جدا نمود. لازم به ذکر است که شاخص NDVI یکی از پرکاربردترین شاخصها برای پایش تغییرات پوشش گیاهی است(Binh et al,۲۰۰۵,). با استفاده از شاخص مذکور پوشش های گیاهی را از لحاظ تراکم جداسازی کردیم.



شکل ۲ تصویر ماهواره ای همراه با مرز منطقه مربوط به الف) سال ۲۰۰۱ با ترکیب رنگی ۴، ۵ و ۷ ب) سال ۲۰۱۴ با ترکیب رنگی ۵، ۴ و ۳

که سه ناحیه پوشش گیاهی خوب، پوشش گیاهی معمولی و پوشش گیاهی تنک را داشتیم. پوشش گیاهی خوب مربوط به اراضی جنگلی می باشد که در این فاصله ۱۳ ساله کاهش پوشش گیاهی در این اراضی را شاهد هستیم. پوشش گیاهی معمولی مربوط به اراضی مرتع و بوته زار می باشد که در این قسمت هم مقداری کاهش را مشاهده می کنیم. پوشش گیاهی تنک مربوط به اراضی زراعت و دیم می باشد که در این مورد با افزایش این نوع پوشش گیاهی روبرو هستم . شکل ۳ نقشه های پوشش گیاهی اراضی براساس شاخص NDVI را در سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ را نشان می دهد.



شکل۳--پوشش گیاهی اراضی براساس شاخصNDVI الف) در سال ۲۰۰۱ ب) در سال ۲۰۱۴
طبقه بندی نظارت شده

پس از اجرای طبقه بندی به صورت نظارت شده نقشه کلاس های داده های منطقه بدست آمد. (شکل ۵). برای ارزیابی دقت طبقه بندی جدول ماتریس خطا (جدول ۱) آماده شد.

جدول۱ ماتریس خطای روش طبقه بندی بیشترین احتمال مربوط به سال ۲۰۰۱

کاربری	زراعت دیم	زراعت آبی	مرتع	جنگل	بوته زار	مناطق آبی	صحت تولیدکننده(درصد)	خطای تولیدکننده	جمع
زراعت دیم	۱۰۳	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۳
زراعت آبی	۰	۳۴	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۳۴
مرتع	۰	۰	۱۳		۱۹	۱	۱۵/۴۸	۸۵/۵۱	۳۳
جنگل	۰	۰		۱۰۳	۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۳
بوته زار	۰	۰	۱۴		۷		۹۲/۲۶	۰۸/۷۳	۲۱
مناطق آبی	۰	۰	۰	۰	۰	۸۴	۸۲/۹۸	۱۸/۱	۸۴
صحت کاربر(درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۳۹/۳۹	۱۰۰	۳۳/۳۳	۱۰۰			
خطای کاربر	۰	۰	۶۱/۶۰	۰	۶۷/۶۶	۰			
جمع	۱۰۳	۳۴	۲۷	۱۰۳	۲۶	۸۵			۳۷۸

با توجه به نتایج ماتریس خطای طبقه بندی بیشترین احتمال مربوط به سال ۲۰۰۱ (جدول ۱) مشخص گردید که این اطلاعات در تفکیک اراضی بوته زار و مرتع به دلیل شباهت بازتاب ها ضعف داشته و به خوبی نتوانسته اند این واحد ها را تفکیک نمایند. این مسئله می تواند توجیهی برای افزایش وسعت اراضی مرتعی در سال ۲۰۰۱ باشد. با توجه به نتایج ماتریس خطای طبقه بندی بیشترین احتمال مربوط به سال ۲۰۱۴ (جدول ۲) مشخص گردید که این اطلاعات در تفکیک اراضی بوته زار به دلیل شباهت بازتاب ها ضعف داشته و به خوبی نتوانسته اند این واحد را تفکیک نمایند. این مسئله می تواند توجیهی برای افزایش وسعت اراضی مرتعی

در سال ۲۰۱۴ باشدکه به خاطر شباهت طیفی با اراضی بوته زار ، مقداری از این اراضی جزء مرتع طبقه بندی شدند. لازم به ذکر است که در جدول خطا، خطای حذف[۱۸۴] وخطای کاری[۱۸۵] نیزمورد بررسی قرار گرفتند.

جدول۲ ماتریس خطای روش طبقه بندی بیشترین احتمال مربوط به سال ۲۰۱۴

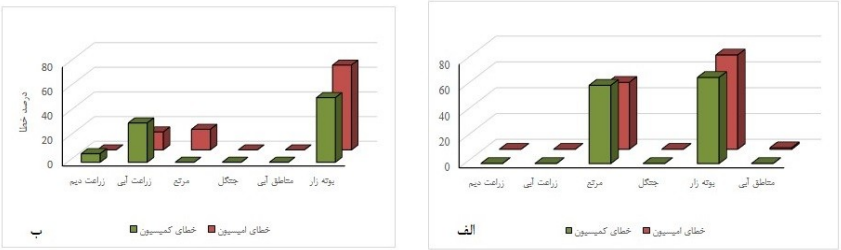
کاربری	زراعت دیم	زراعت آبی	مرتع	جنگل	بوته زار	مناطق آبی	صحت تولیدکننده(درصد)	خطای تولیدکنند(درصد)	جمع
زراعت دیم	۶۷	۰	۵	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۷۲
زراعت آبی	۰	۴۷	۰	۰	۲۲	۰	۴۵/۸۵	۵۵/۱۴	۶۹
مرتع	۰	۰	۴۰	۰	۰	۰	۳۳/۸۳	۶۷/۱۶	۴۰
جنگل	۰	۰	۰	۱۲۸	۰	۰	۱۰۰	۰	۱۲۸
بوته زار	۰	۸	۳	۰	۱۰	۰	۲۵/۳۱	۷۵/۶۸	۲۱
مناطق آبی	۰	۰	۰	۰		۶۲	۱۰۰	۰	۶۲
صحت کاربر(درصد)	۰۶/۹۳	۱۲/۶۸	۱۰۰	۱۰۰	۶۲/۴۷	۱۰۰			
خطای کاربر (درصد)	۹۴/۶	۸۸/۳۱	۰	۰	۳۸/۵۲	۰			
جمع	۶۷	۵۵	۴۸	۱۲۸	۳۲	۶۲			۳۹۲

جدول ۳ ماتریس خطای روش طبقه بندی بیشترین احتمال مربوط به سال ۲۰۰۱ نسبت به سال ۲۰۱۴ میزان صحت کمی بالاتر را نشان می دهد.

جدول ۳ صحت کلی برای روش طبقه بندی بیشترین احتمال سال های ۲۰۰۱و ۲۰۱۴

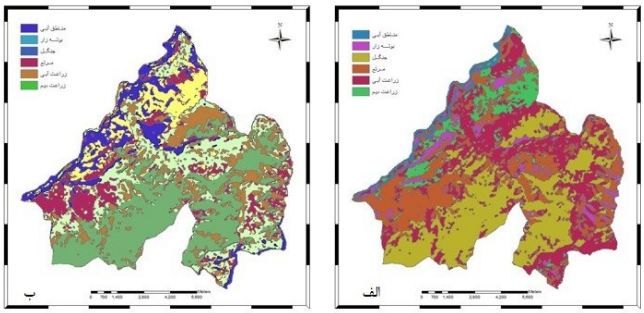
سال	صحت کلی	ضریب کاپا
۲۰۰۱	۰۱/۹۱	۸۹/۰
۲۰۱۴	۳۱/۹۰	۸۸/۰

خطای کاری نشان دهنده مساحت اراضی یک کلاس است که واقعًا به آن کلاس تعلق ندارد و خطای حذف، بیانگرمیزان مساحت اراضی یک کلاس که جز کلاس های دیگر طبقه بندی شده اند،می باشد. ازمقایسه نمودار ترکیبی خطای امیسیون و کمیسیون(شکل ۴) در روش طبقه بندی بیشترین احتمال سال ۲۰۰۱ و سال ۲۰۱۴ می توان نتیجه گرفت که میزان خطای امیسیون از کمیسیون در کلاس داده های طیفی بوته زار بیشتر است، این نشان می دهد که مساحت اراضی بوته زار بر روی زمین بیشتر از آنچه بر روی نقشه نشان داده شده است، می باشد. در ضمن در روش بیشترین احتمال، میزان خطای کمیسیون داده های طیفی بوته زار و مرتع زیاد می باشد. که نشان دهنده تدرون طیفی داده های طیفی بوته زار و مرتع می باشد. می توان به منظور بررسی روند تغییرات اراضی در طی ۱۳ سال گذشته، مجموع وسعت عوارض مذکور را با توجه به نقشه پوشش اراضی (شکل ۵) در سالهای ۲۰۱۴ و ۲۰۰۱ با یکدیگر مقایسه نمود. وسعت جنگل در سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴ به ترتیب ۰۲/۳۱ و ۱۶/۲۹ درصد است که کاهش اراضی جنگلی اتفاق افتاده که ممکن است بخاطر کاهش اقدامات حفاظتی در منطقه و کاهش بارندگی در این سالها باشد(شکل ۶).

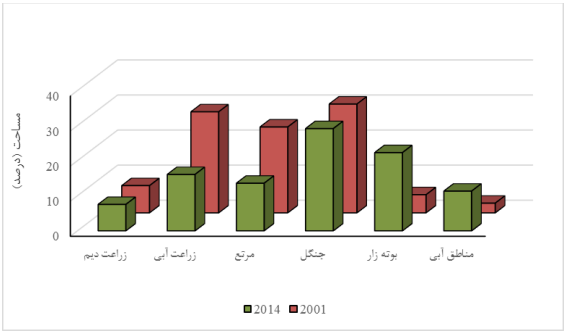


شکل ۴ مقایسه خطای امیسون و کمیسیون در روش طبقه بندی بیشترین احتمال الف) سال ۲۰۰۱ ب) سال ۲۰۱۴

[۱۸۴] Omission error
[۱۸۵] Commission error



شکل ۵ نقشه کلاس های اطلاعاتی پوشش اراضی الف) سال ۲۰۰۱ ب) سال ۲۰۱۴



شکل ۶ مشاهده تغییرات کاربری اراضی در سا لهای ۲۰۰۱ و ۲۰۱۴

منابع

علوی پناه، س. ک. و م. مسعودی. ۱۳۷۵ . تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های رقومی ماهوارهای لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه موردی منطقه موک استان فارس مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۱): ۷۶-۷۵

Binh, T.N.K.D., Vromant, N., Hung, N.T., Hens, L., Boon, E.K., (۲۰۰۵). Land cover changes between ۱۹۶۸ and ۲۰۰۳in Cai Nuoc, Ca Mau Peninsula Vietnam. Environment, Developmentand Sustainability ۷, ۵۱۹-۵۳۶.

Chavez, P. S., G. L. Berlin and L. B. Sowers. ۱۹۸۲. Statistical method for selecting Landsat MSS ratios. J. Appl. Photographic Eng. ۸: ۲۳-۳۰.

Chavez, P. S., J. C. Guptill and J. A. Bowell. ۱۹۸۴. Image Processing Techniques for Thematic Mapper Data. American Society of Photogrametry and Remote Sensing, pp. ۷۲۸-۷۵۲.

Chen, Y., P. Yang, "Recent progresses of internaternational study on land use and cover change (LUCC)," Economic geography, vol. ۲۸(۳), ۲۰۱۰.

Koh, C.N., Lee, P.F., Lin, R.S., (۲۰۰۶). Bird species richness patterns ofnorthern Taiwan: primary productivity,human population density, and habitatheterogeneity. Diversity & Distributions۱۲ (۵), ۵۴۶-۵۵۴.

Morawitz, D., Blewett, T., Cohen, A., Alberti, M., (۲۰۰۶). Using NDVI toassess vegetative land cover.

Abastract

Remote sensing can show cyclical changes in Earth's surface phenomena and in some cases because the investigation redirect rivers, the boundaries of bodies of water lakes, seas and oceans, the land surface morphology, etc is very effective. To evaluate changes in land degradation were used two sets of satellite data: ۸ band related to ETM+ Information Landsat ۷ June ۲۰۰۱ and ۱۱ band related to Landsat ۸ June ۲۰۱۴. The results show that the reduction of forest lands occurred. The dry land area in the years ۲۰۱۴ and ۲۰۰۱ has been associated with reduction. This is due to the decrease in precipitation during these years. As we see in the water areas are facing increasing water areas.

بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک با استفاده از روش‌های زمین آماری در منطقه هشتگرد

راضیه عبدالهی [۱]، فریدون سرمدیان [۲] و روح الله تقی زاده مهرجردی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۲- استاد دانشکده علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، ۳- استادیار دانشکده علوم و مهندسی خاک دانشگاه اردکان یزد

چکیده

یکی از پایه‌ای‌ترین اطلاعات منابع اراضی، نقشه خصوصیات خاک می‌باشد. در این تحقیق هدف، بررسی تغییرات برخی خصوصیات خاک با استفاده از روش‌های زمین آماری در منطقه هشتگرد، واقع در استان البرز می‌باشد. در همین راستا، اقدام به نمونه‌برداری به صورت شبکه‌های ۲ کیلومتری گردید. نهایتا ۵۵ نمونه خاک تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل درصد آهک، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب خاک می‌باشند. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها اقدام به ترسیم واریوگرام گردید. برای درون‌یابی پارامترهای اندازه‌گیری شده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ انتخاب شد. با استفاده از اعتبارسنجی تقاطعی و استفاده از شاخص‌های MAE، RMSE و MBE مناسب‌ترین روش درون‌یابی انتخاب شد. نتایج نشان داد به منظور تخمین درصد آهک وو میزان فسفر قابل جذب خاک روش کریجینگ و برای پتاسیم قابل جذب خاک روش کوکریجینگ ارجحیت داشت و به عنوان روش درون‌یابی برتر انتخاب شد. در نهایت با در نظر گرفتن بهترین روش میان‌یابی، نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه شد.

واژه های کلیدی: زمین آمار، خصوصیات خاک، هشتگرد

مقدمه

دانش درباره توزیع خصوصیات خاک بسیار مهم است زیرا اطلاعات مهمی درباره راهبرد نمونه‌برداری، اقدامات مدیریتی و مطالعه درباره رابطه بین خصوصیات خاک و الگوی توزیع پارامترهای دیگر است. (کروز کاردیناس و همکاران ۲۰۱۲). به طور معمول، پیش‌بینی مکانی لایه‌های خاک، خصوصیات شاخص خاک و در نهایت فرآیندهای متقابل خاک و محیط زیست به منظور مدیریت محیط زیست در مقیاس‌های مختلف مناسب است.(مور و همکاران، ۱۹۹۳). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عمدتا تحت تاثیر سیستم‌های مدیریتی خاک و تغییرات در کاربری اراضی می‌باشد. (کلیک و همکاران، ۲۰۱۲).تغییرات خصوصیات خاک از مقیاس مزرعه‌ای تا مقیاس بزرگتر تحت تاثیر هر دو فاکتورهای ذاتی (فاکتورهای تشکیل دهنده خاک) و غیر ذاتی (مدیریت خاک، کوددهی و تناوب زراعی) می‌باشد.(کمبرلا و کارلن، ۱۹۹۹).پیش‌بینی مکانی فرآیند تخمین و محاسبه مقادیر متغیر مورد نظر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده می‌باشد. تخمین مکانی وقتی در کل منطقه مورد مطالعه به کار برده می‌شود،منجر به درون‌یابی مکانی و در نهایت تهیه نقشه می‌شود. (هنگل و همکاران، ۲۰۰۴)روش‌های متداول آمار کلاسیک، موقعیت مکانی نمونه‌های برداشت شده از محیط را در نظر نمی‌گیرد و هیچ‌گونه ارتباط ریاضی بین مقدار این تغییرات مکانی و فاصله برقرار نمی‌کند، اما روش‌های زمین آماری به ارائه تخمینگرهای آماری در برآورد پارامتر مورد نظر در مکان‌هایی که در آنها نمونه‌برداری انجام نشده است، می‌پردازد و در این تخمین از اطلاعات نقاط نمونه‌برداری شده استفاده می‌کند. (جوانگ و همکاران، ۲۰۰۰). اولین گام در بهره‌گیری از روش‌های زمین آماری، بررسی ساختار مکانی داده‌ها می‌باشد که معمولا از طریق تهیه و بررسی نیم‌تغییر نمای تجربی انجام می‌شود. این نمودار رابطه بین میزان تغییرنما و فاصله جفت نقاط می‌باشد. نیم‌تغییر نما شامل پارامترهای آستانه، سقف و اثر قطعه‌ای می‌باشد و توسط مدل‌های مختلف از جمله کروی، نمایی و.. تعریف می‌شود. (تعریف پارامتر آستانه). در ارتباط با بررسی تغییرات خصوصیات خاک تحقیقات بسیاری انجام شده است. (رابینسون و مترنیخت، کروز کاردیناس و همکاران، لیاهو و همکاران). کروز کاردیناس و همکاران ۲۰۱۴، به بررسی تغییرات مکانی ۹ خصوصیت خاک با استفاده از روش‌های زمین آماری پرداخته و به مقایسه سه روش کریجینگ عمومی، کریجینگ معمولی و کریجینگ ساده با استفاده از میانگین ریشه مربعات خطا (RMSE) و میانگین خطا (ME) پرداختند. نتایج نشان داد در برآورد خصوصیات خاک کریجینگ ساده دارای کمترین میزان دقت بوده است. لیاهو و همکاران ۲۰۱۳، در برآورد بافت خاک سطحی با استفاده از داده‌های سنجش از دور به مقایسه سه روش کریجینگ، کریجینگ و رگرسیون کریجینگ پرداختند و نتایج نشان داد که روش کوکریجینگ با استفاده از متغیر ثانویه دارای کمترین میزان خطا در برآورد بافت خاک سطحی بود. رابینسون و مترنیچت به مقایسه ۴ روش فاصله معکوس، اسپیلاین، کریجینگ معمولی و کریجینگ لاگ نرمال در برآورد خصوصیات میزان pH، قابلیت هدایت الکتریکی پرداختند و نتایج تحقیقات آنها نشان داد که روش اسپیلاین در برآورد ماده آلی، روش کریجینگ معمولی در برآورد pH و رو کریجینگ لاگ نرمال در برآورد میزان قابلیت هدایت الکتریکی خاک بیشترین دقت را داشته است. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه کارایی دو روش کریجینگ معمولی و کوکریجینگ در بررسی تغییرات مکانی و در نهایت تهیه نقشه برخی خصوصیات خاک از جمله فسفر قابل جذب خاک، پتاسیم قابل جذب خ اک و درصد آهک خاک که جزء پارامترهای مهم در کشاورزی می‌باشند.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و تجزیه خاک

منطقه مورد مطالعه، بخشی از اراضی شهرستان هشتگرد واقع در استان البرز به مساحت تقریبی ۴۰ هزار هکتار واقع گردیده بود. نمونه‌برداری با استفاده از شبکه نمونه‌برداری منظم با ابعاد ۲×۲ کیلومتر انجام شد و نهایتا ۵۵ نمونه خاک از عمق ۰الی ۳۰ سانتی‌متری جمع آوری گردید. به علت برخی مشکلات در نمونه‌برداری مثل وجود کانال، رودخانه و... تمام نقاط نمونه‌برداری دقیقا بر روی گره‌های شبکه نمونه‌برداری فرضی قرار نگرفته و در نزدیک‌ترین فاصله نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های جمع آوری شده به آزمایشگاه انتقال یافته و پس از هوا خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت، از الک ۲ میلی‌متری عبور یافته و پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شدند. درصد آهک خاک به روش کلسیمتری، میزان فسفر قابل جذب به روش اولسن و میزان پتاسیم قابل جذب خاک به روش استات آمونیوم در آزمایشگاه برآورد شدند.

آنالیزهای آماری

برای هر یک از خصوصیات اندازه‌گیری شده میزان چولگی و کشیدگی در محیط نرم افزار SPSS بدست آمد. به منظور دستیابی به نتایج قابل قبول در استفاده از روش‌های زمین آماری بایستی داده‌ها از توزیع نسبتا نرمال برخوردار باشند. به همین منظور تبدیل مناسب بایستی بر روی داده ها صورت گیرد. به منظور بررسی همبستگی داده‌ها جدول همبستگی پیرسون در محیط نرم افزار SPSS تهیه شد. با استفاده از این جدول می‌توان بیشترین همبستگی بین متغیرهای مختلف را تشخیص داد. با توجه به اینکه کدام متغیر همبستگی بیشتری دارد، در مورد پارامترهای مورد استفاده در روش کوکریجینگ تصمیم‌گیری می‌شود.

واریوگرام و وابستگی مکانی

اولین گام در تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری، تعیین وابستگی مکانی بین داده‌های هر یک از پارامترها می‌باشد. به همین منظور میزان نیم تغییرنما با استفاده از معادله ۱ به دست می‌آید(گورتس،۱۹۹۹):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}\{Z(x) - Z(x+h)\}^2 \quad (1)$$

که در این معادله هر یک از پارامترها به صور زیر می‌باشد.

: (h) مقدار نیم تغییرنما برای جفت نقاطی است که به فاصله hهم قرار دارند،

: n تعداد زوج نقاطی است که به فاصله hهم قرار دارند،

: z(xi) مقدار مشاهده‌ای متغیر xدر موقعیت i

z(xi + h): مقدار مشاهده‌ای متغیر در فاصله h از xi

به این ترتیب مقدار واریوگرام تجربی بدست می‌آید که به سه عامل بستگی دارد،که این سه عامل عبارتند از: دو عامل غیروابسته (جهت و فاصله) و یک عامل وابسته (میزان مشاهده‌ای xi). (گنسر و اسکانچ، ۲۰۰۸). نمودار نیم تغییرنما با ترسیم مجموع مربع تفاضل زوج نقاطی که به فاصله معلوم hاز یکدیگر قرار دارند در مقابل h به دست می آید.

نهایتا پارامترهای اصلی واریوگرام محاسبه شده و برای هر یک از متغیرهای مورد نظر بهترین مدل مطابقت داده شد. به منظور ارزیابی وابستگی مکانی از نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه استفاده می‌شود. چنانچه این نسبت از ۲۵/۰ کمتر باشد، وابستگی مکانی قوی؛ اگر بین ۲۵/۰ تا ۷۵/۰ باشد، وابستگی مکانی متوسط و چنانچه از ۷۵/۰ بیشتر باشد، متغیر از وابستگی مکانی قوی برخوردار است. (رابینسون و مترنیچت، ۲۰۰۶؛ ویو و همکاران ۲۰۰۸).

مقایسه تخمینگرهای زمین آماری

به منظور اعتبار سنجی روش‌های زمین آماری، روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از مهم‌ترین این روش‌ها اعتبارسنجی تقاطعی می‌باشد. معیاری که برای مقایسه مقادیر مشاهده ای و برآورد شده مورد استفاده قرار گرفت عبارت است از:

میانگین ریشه مربعات خطا[۱۸۶]، میانگین خطای بیاس[۱۸۷]، میانگین خطای واقعی[۱۸۸] که مقادیر این پارامترها به صورت معادله‌های ۲،۳ و ۴ می‌باشد:

$$\mathrm{RMSE} = \frac{1}{N}\sum_{x=1}^{n}|\hat{z}(x) - z(x)]^2 \quad (2)$$

$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{N}\sum_{x=1}^{n}|\hat{z}(x) - z(x)] \quad (3)$$

[۱۸۶] Root Mean Squer Error

[۱۸۷] Mean Bias Error

[۱۸۸] Mean Absolut Error

$$MBE = \frac{1}{N}\sum_{x=1}^{n}[\hat{z}(x) - z(x)] \quad (۴)$$

در این معادلات z(x) مقدار برآورد شده و z(x) مقدار اندازه‌گیری شده و n تعداد نمونه می‌باشد. هر چه مقدار پارامترهای خطا به صفر نزدیکتر باشد، دقت روش بالاتر می‌باشد. (کروزکاردیناس و همکاران، ۲۰۱۴).

پهنه بندی خصوصیات

به منظور پهنه‌بندی خصوصیات، ابتدا روش مناسب با استفاده از اعتبار سنجی تقاطعی به دست آمده و سپس تهیه نقشه در محیط ArcGIS ۹.۳ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیزهای آماری

. به منظور ایجاد توزیع نرمال قابل قبول، از کلیه داده‌ها تبدیل ریشه چهارم صورت گرفت و داده‌ها نرمال سازی شدند.(کروز کاردیناس و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۱- خلاصه آماری خصوصیات خاک

	تعداد	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	دامنه	کمینه	بیشینه
پتاسیم*(ppm)	۵۵	۳/۴	۵۵۹/۰	-۱۶/۰	۲۹۲/۰	۸۹/۲	۶۸/۲	۵۷/۵
آهک*(%)	۵۵	۹/۱	۱۶/۰	-۳۲۱/۰	-۰۵۵/۰	۷۷/۰	۵/۱	۲۷/۲
فسفر*(ppm)	۵۵	۰۲/۲	۳۸۴/۰	۳۳/۰	-۳۹۴/۰	۶۱/۱	۳۵/۱	۹۶/۲

در روش کوکریجینگ پس از تشکیل ماتریس همبستگی، برای پیش‌بینی خصوصیات خاک از پارامتری به عنوان متغیر کمکی استفاده شد که دارای بیشترین ضریب همبستگی با متغیر مورد نظر باشد. (سرمدیان و تقی‌زاده، ۱۳۸۷).

پارامترهای اصلی واریوگرام برای هر یک از خصوصیات فسفر، پتاسیم و درصد آهک با استفاده از نرم افزار GS+ ۵.۱ محاسبه شده و کلاس وابستگی مکانی برای هریک از خصوصیات تعیین شد. در جدول ۲ نتایج واریوگرافی مشاهده می‌شود.

جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل نیم تغییر نما برای خصوصیات مورد نظر

پارامتر	مدل انتخابی	نسبت اثر قطعه‌ای به استانه	کلاس وابستگی مکانی
پتاسیم	نمایی	۰۰۲/۰	قوی
فسفر	نمایی	۰۰۱/۰	قوی
آهک	کروی	۱۹/۰	قوی

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مدل تطابق داده شده با خصوصیت فسفر، پتاسیم و درصد آهک به ترتیب نمایی، نمایی و کروی بوده و میزان اثر قطعه‌ای به آستانه نشان دهنده وابستگی مکانی قوی در هر سه خصوصیت می‌باشد.

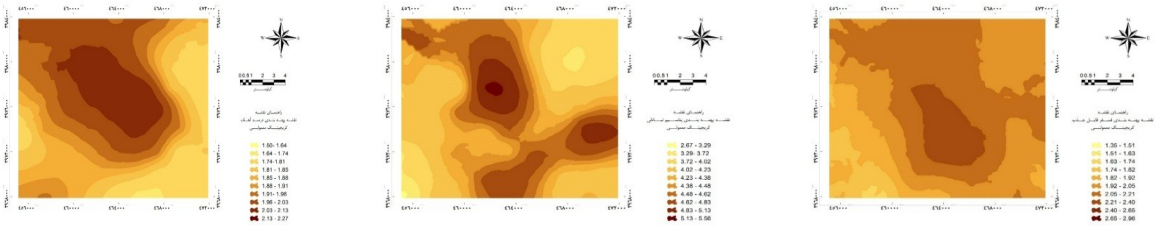
پهنه بندی و تهیه نقشه

مقایسه دقت تخمینگر و انتخاب روش مناسب، بر اساس پارامترهای خطا صورت گرفته و نتایج آن در جدول ۳ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود تخمینگر کریجینگ در درون‌یابی میزان فسفر قابل جذب و درصد آهک و تخمینگر کوکریجینگ در درون‌یابی میزان پتاسیم قابل جذب دارای دقت بالاتری بوده است.

جدول ۳- مقایسه دقت درون‌یابی دو روش کریجینگ و کوکریجینگ در برآورد سه خصوصیت درصد آهک، پتاسیم و فسفر خاک

خصوصیات	کوکریجینگ			کریجینگ		
	MBEMAE	RMSE	MAE	RMSE	MBE	
آهک	۱۲/۰	۰۰۰۴۹/۰	۱۹۴۸/۰	۱۱۳/۰	۰۰۰۴۵/۰	۱۶۴/۰
فسفر	۳۱۴/۰	۰۰۸۴/۰	۳۰۸/۱	۲۳۴/۰	-۰۰۱۶/۰	۲۳/۱
پتاسیم	۴۱۵/۰	۰۱۱۹/۰	۴۷/۲	۴۵۱/۰	۰۲۴۴/۰	۵/۲

نهایتا پهنه‌بندی هر یک ازخصوصیات با استفاده از روش مناسب انجام شد. در شکل ۱نقشه‌های پهنه‌بندی هر یک از خصوصیات دیده می‌شود.



شکل ۱ - نقشه‌های پهنه بندی خصوصیات خاک به ترتیب از راست به چپ : فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و میزان آهک خاک

همانطور که در نتایج مشاهده شد، کلیه خصوصیات مورد بررسی در فاصله نمونه‌برداری انجام شده، دارای همبستگی مکانی خوبی می‌باشند،در نتیجه از نقشه‌های بدست آمده می‌توان در اقدامات مدیریتی در این اراضی استفاده کرد. به طور کلی با استفاده از روش‌های درون‌یابی زمین آماری می‌توان در تهیه نقشه‌های کیفی خاک‌ها به منظور استفاده در اقدامات مدیریتی مزرعه استفاده نمود، زیرا تغییرات به قالبی پیوسته از اطلاعات تبدیل می‌شوند (آدریانا، ۲۰۰۷). با توجه به رشد سریع جمعیت و توسعه مناطق صنعتی و مسکونی که عامل موثری در محدود شدن اراضی برای کشاورزی بخصوص در مناطق خشک به شمار می‌آید، نیاز به استفاده بهینه از اراضی موجود احساس می‌شود. کشاورزی پایدار در صورتی تحقق می‌یابد که اراضی بر حسب تناسب برای انواع مختلف کاربری‌ها طبقه‌بندی شوند. بنابراین، به منظور عدم گسترش آثار ناشی از بهره‌برداری غلط از اراضی، لزوم یک برنامه‌ریزی صحیح و طولانی مدت در زمینه استفاده از اراضی بر اساس استعدادشان و نوع احتیاجات جامعه امروز انسانی مشهود است. در این راستا، یکی از اطلاعات پایه منابع اراضی بدون شک نقشه خصوصیا خاک می‌باشد. لذا با کمک گرفتن از روش‌های نوین زمین آماری می‌توان با تعداد داده‌های محدود اقدام به تهیه نقشه‌های خاک نمود.

منابع

سرمدیان فریدون، روح الله تقی‌زاده. ۱۳۸۸. بررسی کارایی روش‌های زمین‌آماری به منظور پهنه‌بندی برخی از ویژگی‌های خاک در منطقه اختراباد. نشریه مرتع و آبخیزداری ایران. دوره ۶۲ شماره ۳. پاییز ۱۳۸۸. ۳۸۵-۳۸۲

Wu, W., D. T. Xiu and H. B. Liu. ۲۰۰۸. Spatial variability of soil heavy metals in the three gorges area, Multivariate and Geostatistical analysis. J. Environ Moint Assess.

Adriana, L.D. ۲۰۰۷. On the use of soil hydraulic conductivity functions in the field. Soil Sci. ۹۳: ۱۶۲-۱۷۰.

Liao, K. Xu, S. WU, J and ZH, Q. ۲۰۱۳. Spatial estimation of surface soil texture using remote sensing data. Soil Science and Plant Nutrition journal. ۵۹:۴, ۴۸۸-۵۰۰.

Juang, K. W. and D. Y. Lee. ۲۰۰۰. Comparison of three nonparametric kriging methods for delineating heavy-metal contaminated soils. J. Environ. Qual. ۲۹: ۱۹۷-۲۰۵.

Cruz-Cardenas, G., Villase or, J.L., Lopez-Mata, L., Ortiz, E., ۲۰۱۲. Potential distribution of the Humid Mountain Forest in Mexico. Botanical Sciences ۹۰, ۳۳۱-۳۴۰.

Robinson, T.P., Metternicht, G., ۲۰۰۶. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computers and Electronics in Agriculture ۵۰, ۹۷-۱۰۸.

Goovaerts, P., ۱۹۹۹. Geostatistics in soil science : state-of-the-art and perspectives. Geoderma ۸۹, ۱-۴۵

Moorei,. D.,Gessler,P. E., Nielsen,Ga. ,, and Petersen,G.A.۱, ۹۹۳, Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Science America, Journal, ۵۷,۴۴۳-۴۵۲.

Kilic. K, Kilik. S, kockigit. r. Assessment of spatial variability of soil properties in areas under different land use. bulgarian journal of agricultural science, ۱۸ (No ۵) ۲۰۱۲, ۷۲۲-۷۳۲.

Abstract

In this research, the spatial distribution of some soil characteristics were assessed on some soils of Hashtgerd (in Alborz province). The Characteristics icluding Calcium Carbonate, , Exchangble potassium and phosphorus were detemined, in an area of about ۴۰ thousand hectares. Soil sampling on a systematic regular grid of ۲ × ۲ km was used. Finally, ۵۵ soil samples have been collected and for each sample, all characteristics have been measured in a laboratory. After data normalization, all characteristics varigrams were fitted to the best models and the main parameters of variograms were detemined. The performance of methods was evaluated by using mean absolute error (MAE), mean bias error (MBE) and root mean square error (RMSE). Error parameters for each property was

measured. Finally, methods that had the lower error have been chosen. The result showed that ordinary kriging was more accurate than cokriging for phosphorous and calcium carbonate interpolation. Whereas cokriging method had more accuracy for potassium interpolation. Interpolation maps were generated.

اثر موقعیت زمین‌نما و کاربری اراضی بر خصوصیات کانی‌شناسی بخش رس خاک در منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری

فریده کریمی [۱]، احمد جلالیان [۲]، عبدالمحمد محنت کش [۳]، ناصر هنرجو [۴]
۱-مدرس دانشگاه علمی کاربردی استان چهارمحال و بختیاری، ۲-استادگروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان، ۳-عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری ، ۴-استادیار گروه گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان

چکیده
کانی‌های رسی با خصوصیات ویژه خود جزء فعال خاک به شمار می‌روند و بدون شناخت آن‌ها، اظهار نظر درباره فرسایش و حفاظت خاک و فرآیندهای تشکیل خاک صحیح نخواهد بود. به منظور بررسی نوع و خاستگاه کانی‌های رسی، خاکرخ‌هایی در اراضی تپه ماهوری لردگان و در دو کاربری دیم و جنگل و در موقعیت‌های مختلف شیب حفر و تشریح شد و از افق‌های سطحی و زیرسطحی کلیه خاکرخ‌ها نمونه‌هایی برای بررسی به روش پراش پرتو ایکس تهیه شد. نتایج نشان داد که کانی‌های غالب بخش رس در این خاک‌ها ایلایت، اسمکتایت ، کلرایت و کانی‌های مختلط کلرایت- اسمکتایت می‌باشند و منشا تمام کانی‌ها در هر دو کاربری و در موقعیت‌های مختلف شیب موروثی بود.

واژه های کلیدی: کانی‌های رسی خاک، میکرومورفولوژی خاک، موقعیت شیب، تغییر کاربری اراضی، لردگان

مقدمه
خاک یکی از منابع مهم طبیعی به حساب می‌آید و زیر بنای کلیه فعالیت‌های کشاورزی است. ضمناً زیر بنای تمدن هر کشور را به وجود می‌آورد. به طوری که مسیر پیشرفت هر جامعه را اصول و چگونگی بهره‌برداری از خاک تعیین می‌کند و بنابراین ارزش خاک هنگامی معلوم می‌شود که مانند آزادی به مخاطره افتد.
اثر موقعیت شیب و تغییر کاربری اراضی بر کانی‌شناسی خاک:
زارعیان و باقرنژاد (۲۰۰۷) در بررسی اثر توپوگرافی بر تنوع کانی‌ها در منطقه بیضاء استان فارس نشان دادند که مقدار نسبی کانی‌های ایلایت، کلرایت، اسمکتایت و ورمی‌کولایت متفاوت و تابع شرایط پستی و بلندی می‌باشد. به طوری که در نواحی پست اسمکتایت و در مخروط افکنه کلرایت و ایلایت غالب می‌باشند. موسوی و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعات خود در منطقه آغاجاری و قلعه خواجو نشان دادند که در خاکرخ‌های انتخاب شده، هر چه از قله به طرف پای شیب نزدیک می‌شویم، از میزان کانی‌های اولیه مانند میکا کاسته و بر کانی اسمکتایت افزوده می‌شود که دلیلی بر تکامل خاک می‌باشد.

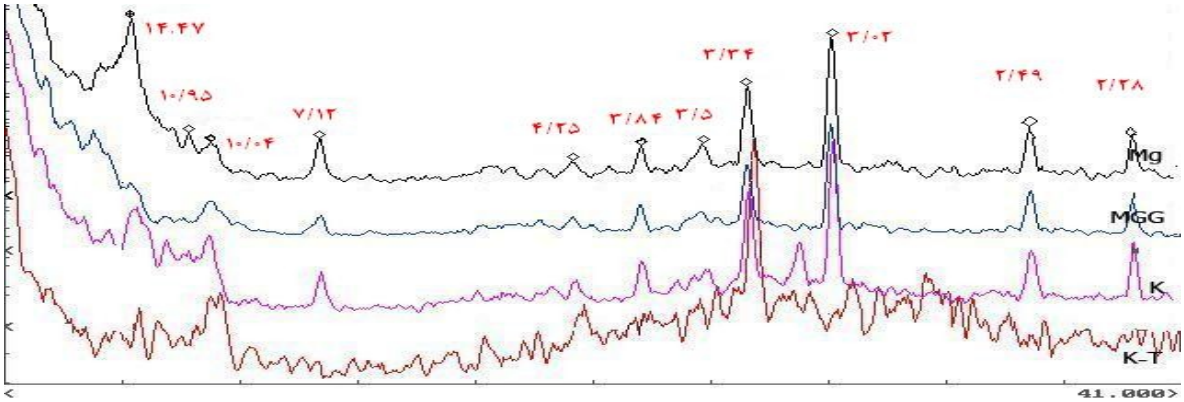
مواد و روش‌ها
منطقه موردمطالعه در جنوب غربی استان چهارمحال و بختیاری و از توابع شهرستان لردگان در نزدیکی روستای درکه می‌باشد. تپهماهورهای دارای کاربری دیم موجود در این منطقه، در محدوده عرض جغرافیایی ۸/۸ ۳۳ ۳۱ تا ۹/۱۲ ۳۳ ۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ۱/۵۴ ۵۵ ۵۰ تا ۸/۵۳ ۵۵ ۵۰ شرقی و تپهماهورهای دارای کاربری جنگل،در عرض جغرافیایی ۲/۹ ۳۳ ۳۱ تا ۵/۱۳ ۳۳ ۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ۷/۵۱ ۵۵ ۵۰ تا ۶/۵۰ ۵۵ ۵۰ شرقی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه در ارتفاع متوسط ۱۷۸۴ تا ۱۸۰۲ متر از سطح دریا واقع شده است و دارای آب وهوای نیمه مرطوب و معتدل با زمستان‌های نیمه سرد و تابستان‌های نیمه گرم،حداقل دمای منطقه ۱/۷ درجه سانتی‌گراد و حداکثر دما ۸/۲۳ درجه سانتی‌گراد،رژیم رطوبتی منطقه، زریک و رژیم حرارتی آن، ترمیک می‌باشد. این شهرستان دارای بیشترین اراضی جنگلی در سطح استان می‌باشد که اغلب گونه‌های آن را بلوط و بنه تشکیل داده است. گونه‌های بلوط غالب این منطقه *QuercusbrantiiJaub. &Spach* می‌باشد.کاربری از نظر زمین شناسی بر روی بستری با ضخامت متوسط از آهک و دولومیت مربوط به دوران سوم زمین شناسی مواقع شده است.
بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی:
بدین منظور یک تپه با دو کاربری دیم و جنگل (کاربری جنگل دارای پوشش گیاهی بلوط و کاربری دیم دارای پوشش گیاهی گندم و جو پنجاه ساله می‌باشد) و دارای پنج جزء شیب انتخاب گردید (این تپه در ابتدا دارای کاربری جنگل بوده که در اثر تغییر کاربری قسمتی از آن به کاربری دیم پنجاه ساله تبدیل شده) به طوری که از نظر مواد مادری، جهت شیب و درجه شیب یکسان بوده و حداقل فاصله را با هم داشتند و در پنج موقعیت شیب شامل قله شیب، شانه شیب، شیب پشتی، پای شیب و انتهای شیب ۱۰ خاکرخ حفر و تشریح شد. جهت آزمایشات کانی‌شناسی خاک نیز از افق‌های سطحی و زیرسطحی کلیه خاکرخ‌ها نمونه‌هایی تهیه شد. مطالعات کانی‌شناسی انجام شده در آزمایشگاه را می‌توان به مراحل آماده سازی نمونه‌های خاک برای آنالیز به این ترتیب بیان کرد: تیمار نمونه‌ها قبل از تفکیک اجزا شامل کربنات زدایی، اکسیداسیون مواد آلی و حذف پوشش‌های اکسید آهن، تفکیک اجزا

شامل جداسازی ذرات رس با استفاده از سانتریفیوژ، تیمار اجزای تفکیک شده شامل اشباع با منیزیم، اشباع با گلسیرول و تیمار اسلایدهای مرحله قبل با حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد و شناسایی با تفرق پرتو ایکس (جعفری و همکاران،۲۰۰۸). به منظور تفکیک اجزای خاک و شناسایی انواع کانی‌های رس از روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۳) استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی کانی‌های رسی:

کانی‌های شناخته شده از تجزیه و تحلیل پراش نگاشت افق سطحی خاکرخ شماره ۱ واقع در قله شیب کاربری دیم در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری (شکل ۱) به این شرح می‌باشد: در پراش نگاشت‌های نوع رس در تیمار اشباع با منیزیم پیک‌های ۱۲/۷، ۵/۳ و ۳۸/۲ آنگستروم دیده می‌شود که در تیمارهای منیزیم + گلسیرول و پتاسیم باقی مانده‌اند و در تیمار پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد از بین رفته‌اند که موید وجود کانی کائولینایت می‌باشد. در تیمار اشباع با منیزیم پیک‌های ۴۷/۱۴، ۱۲/۷ و ۵/۳ آنگستروم دیده می‌شود که در تیمار منیزیم و گلسیرول، پتاسیم و پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد بر جای مانده‌اند و این نشان دهنده حضور کانی کلرایت می‌باشد. وجود پیک ۴۷/۱۴ آنگستروم در تیمار اشباع با منیزیم و تغییر آن به پیک ۱/۱۸ آنگستروم در تیمار منیزیم و گلسیرول و تبدیل آن به پیک ۰۴/۱۰ آنگستروم در تیمار اشباع با پتاسیم دلیل بر حضور کانی اسمکتایت می‌باشد. در تیمار اشباع با منیزیم پیک‌های ۰۴/۱۰، ۵ و ۳۴/۳ آنگستروم دیده می‌شود که این پیک در تیمار منیزیم و گلسیرول، پتاسیم و پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد بر جای مانده و موید حضور کانی ایلایت می‌باشد. حضور پیک ۳۴/۳ و ۲۶/۴ آنگستروم در تیمار اشباع با منیزیم ، منیزیم و گلسیرول، پتاسیم و پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد دلیل حضور کانی کوارتز می‌باشد. همچنین وجود قله ۱۲ آنگستروم در تیمار اشباع با پتاسیم و پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد نشان دهنده‌ی حضور کانی مختلط کلرایت - اسمکتایت می‌باشد.



شکل ۱- دیفرکتوگرام نمونه رس خاک واقع در قله شیب کاربری دیم اافقMg.(۰-۱۵ Ap(cm : نمونه رس اشباع با منیزیم، MGG: نمونه رس اشباع با منیزیم وگلسیرول، k: نمونه رس اشباع با پتاسیم، K-T: نمونه رس اشباع با منیزیم وحرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد (مقادیر قله‌ها بر حسب آنگستروم می‌باشد).

مقادیر نیمه کمی کانی‌ها در بخش رس خاک در موقعیت‌های مختلف شیب و در دو کاربری جنگل و دیم در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است: در ارتباط با ارزیابی نیمه کمی کانی‌های رسی، راحت ترین و متداول ترین روش، تعیین سطح زیر پیک برای کانی‌های مختلف در پیک‌های مشخصه بخصوصی است (دیر و همکاران، ۱۹۷۱ ؛ بیسکی، ۱۹۶۵ (. در این روش پس از شناسایی نوع هر کانی توسط قله‌های ایجاد شده مساحت زیر منحنی را برای هر کانی محاسبه نموده و در نهایت بر مساحت کل تقسیم می‌کنیم. مقادیر محاسبه شده به صورت نیمه کمی گزارش می‌شود (جدول ۲) به عنوان مثال اگر مساحت کانی کمتر از ده درصد مساحت کل باشد از علامت" + " و اگر بین ده درصد تا بیست درصد باشد با علامت "++" نمایش داده می‌شود.

قله شیب:

دیفراکتوگرام افق سطحی و زیر سطحی در موقعیت قله شیب کاربری دیم دارای کانی‌های کائولینایت، کلرایت، ایلایت، اسمکتایت، کوارتز و کانی مختلط کلرایت - اسمکتایت و در کاربری جنگل دارای کانی‌های اسمکتایت، کائولینایت، ایلایت، کوارتز و کانی مختلط اسمکتایت- ایلایت می‌باشد. در هر دو کاربری از سطح به عمق از شدت پیک کانی‌ها کاسته می‌شود، زیرا در اعماق پایین‌تر به مواد مادری آهکی نزدیک می‌شویم.

جدول ۱- نتایج نیمه کمی کانی شناسی خاک در افق‌های مطالعه شده در دو کاربری دیم و جنگل و در موقعیت‌های مختلف شیب)محاسبات نیمه کمی کانی‌ها بر اساس سطح زیر پیک‌ها انجام گرفته است).

موقعیت	افق	کلرایت	ایلایت	اسمکتایت	کائولینایت	کوارتز	اسمکتایت-	کلرایت-اسمکتایت

	شیب							میکا
دیم	قله شیب	Ap	++	++	++	++	++	++
		Ck	+++	+++	+++	+++	++	++
								++
	شانه شیب	Ap	+	++	++	++	+	+
		Bk۳	+++	++	++	+	++	++
	شیب پشتی	Ap	+++	++	+++	++	+	++
		Bk۲	+++	++	+++	++	+++	+
	پای شیب	Ap	++++	+++	+++	+++	++	++++
		Btk۱	++++	+++	+++	++	++	+++
	انتهای شیب	Ap	++++	+++	+	++	++	+
		Btk۱	++++	+++	+++	++	++	+++
جنگل	قله شیب	A	+	++	++	++	++	+++
		C۲	+	+	++++	++	+	++++
	شانه شیب	A	++++	++	+++	++	+	+
		Ck۲	+	+++	++	++	+	+
	شیب پشتی	A	++++	+++	+++	+++	++	+
		Btk۱	+++	++	+++	++	+	+
	پای شیب	A	++++	+++	++	+++	+	+
		Btk۱	+	+++	+++	+++	++	+
	انتهای شیب	A	++++	++	+++	++	+	+++
		Btk۱	++++	+++	+++	+++	++	+++
								++

+ =کمتراز ۱۰درصد، ++ = ۲۵- ۱۰ درصد، +++= ۵۰- ۲۵ درصد، ++++ = بیشتر از ۵۰ درصد.

با توجه به موقعیت ظهور پیک کانی‌ها (جدول ۱) در دو کاربری جنگل و دیم و در برخی افق‌های خاکرخ‌های واقع در قسمت‌های مختلف شیب می‌توان گفت که کانی‌های غالب بخش رس در این خاک‌ها ایلایت، اسمکتایت، کلرایت و کانی مختلط کلرایت - اسمکتایت و سهم بیشتر کانی‌های رسی شامل کلرایت، ایلایت و اسمکتایت می‌باشد. نتایج نیمه کمی خاک (جدول ۱) نشان داد به دلیل وجود کانی‌های کائولینایت، ایلایت و کلرایت (افق c) در مواد مادری خاکهای منطقه و عدم تکامل خاک در شیب، منشا موروثی عامل اصلی تشکیل کانی‌های این منطقه می‌باشد. خرمالی و شمسی (۱۳۸۸) نیز در تحقیقات خود دریافتند که در خاکهای با رژیم رطوبتی زریک، تجمع املاح و واکنش خاک در حدود ۷ الی ۸، شرایط برای تشکیل پدوژنیک کائولینایت مهیا نیست. همچنین با توجه به وجود مقادیر کم کائولینایت در تمامی افق‌ها، می‌توان گفت کائولینایت موجود در این خاکها از مواد مادری به ارث رسیده است. نتایج نشان داد که در هر دو کاربری از قسمت بالای شیب به سمت پایین شیب بر شدت پیک کانی کائولینایت افزوده می‌شود که می‌توان دلیل آن را می‌توان به جابجایی فیزیکی ذرات رس از قسمت‌های بالای شیب و تجمع آن در قسمت‌های پایین شیب و به عبارتی منشا آواری کانی کائولینایت اشاره کرد. خرمالی و شمسی (۱۳۸۸) در رابطه با شرایط لازم برای تشکیل پدوژنیک کانی کلرایت در خاک‌ها اظهار کردند جهت تشکیل این کانی آبشویی شدید، pH کمتر از ۶، حرارت زیاد و در نتیجه خروج هیدروکسیدهای بین لایه‌ای لازم است. لذا با توجه به اینکه شرایط مذکور در منطقه مورد مطالعه مهیا نیست و با توجه به حضور کلرایت در مواد مادری این خاک‌ها، می‌توان اظهار داشت که کلرایت در این خاک‌ها منشا موروثی دارد. ولی در خاک مناطق خشک و نیمه خشک قسمت اعظم کلرایت یا کائولینایت موروثی است.با توجه به بالا بودن شدت پیک‌های فرد تیمار پتاسیم و منیزیم (۱۴ و ۷/۴ آنگستروم) نسبت به زوج (۷ و ۵/۳ آنگستروم) در پراش‌های پرتو ایکس می‌توان نتیجه گرفت که کلریت‌های این منطقه غنی از آهن نمی‌باشد و منشا پدوژنیک نیز برای آن‌ها متحمل است (ایوبی و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین به دلیل وجود کانی اسمکتایت در مواد مادری خاکهای منطقه و شرایط محیطی منطقه می‌توان نتیجه گرفت که منشا این کانی در خاکهای منطقه می‌تواند موروثی باشد، به طور کلی دو منشاء اصلی برای حضور کانی‌های رسی گروه اسمکتایت در خاك وجود دارد: ۱- مواد مادری خاك ۲- تغییر شکل سایر کانی ها (عجمی و خرمالی، ۲۰۰۹). بررسی نتایج نیمه کمی (جدول ۳) نشان داد که پوشش طبیعی جنگل به دلیل فراهم آوردن رطوبت بیشتر نسبت به کاربری دیم موجب شده تا درصد اسمکتایت در کاربری جنگل به طور نسبی بیشتر از کاربری زراعی باشد، همچنین در کاربری جنگل به دلیل حضور رطوبت بیشتر به خصوص در موقعیت های پایین شیب مانند پایین شیب باعث افزایش درصد اسمکتایت نسبت به سایر موقعیت‌های شیب شده است. عجمی و خرمالی(۱۳۸۸) نیز در مطالعات خود در منطقه گلستان به نتایج مشابهی دست یافتند، یکی دیگر از دلایل افزایش کانی اسمکتایت به طرف پایین شیب را می‌توان به تشکیل آن از محلول خاک نسبت داد. جعفری و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعات خود به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین وجود مقادیری ایلایت در خاکرخ‌ها حکایت از جوانی و مراحل اولیه تکامل خاکهای منطقه دارد و منشا موروثی نیز برای این کانی وجود دارد. بیات و همکاران (۱۳۹۰) نیز در مطالعات خود در اصفهان به نتایج مشابهی دست یافتند. همچنین به دلیل

وجود کانی‌های مختلط در مواد مادری خاکهای منطقه (افق c) منشا توارثی برای این کانی‌ها قطعی است، همچنین به دلیل جابجایی ذرات رس از قسمت‌های بالای شیب به سمت قسمت‌های پایین شیب منشا آواری نیز برای این کانی‌ها متحمل است.

نتیجه گیری

۱- کانی‌های غالب بخش رس در خاکهای موردبررسی ایلایت، اسمکتایت، کلرایت و کانی مختلط کلرایت - اسمکتایت می‌باشد. ۲- موقعیت‌های مختلف شیب بر نوع کانی‌های رسی تاثیری چندانی نداشته است و بر مقدار نسبی کانی‌های مورد مطالعه تاثیرگذاشته است. ۳- موقعیت پایین شیب در هر دو کاربری دارای تکامل بیشتری نسبت به دیگر موقعیت‌های شیب می‌باشد که افزایش مقدار نسبی کانی‌های رسی در این موقعیت شیب موید این امر می‌باشد. نتایج کانی‌شناسی رسی خاک تغییرات قابل ملاحظه‌ای را پس از تخریب اراضی در منطقه نشان داد، افزایش میزان کانی‌های رسی نظیر ایلایت، کلرایت، کائولینایت و کانی‌های مختلط درکاربری دیم در قیاس با کاربری جنگل شاهدی برای تخریب این اراضی در منطقه مورد مطالعه محسوب می‌شود.

منابع

ایوبی ش، کریمیان اقبال م، جلالیان ا. ۱۳۸۵. بررسی شواهد میکرومورفولوژیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک‌های قدیمی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱ : ۱۵۰- ۱۳۷.

خرمالی ف، شمسی س. ۱۳۸۸. مطالعه کیفیت و میکرومورفولوژی تحول خاك در کاربري‌هاي مختلف در اراضي شيب دار لسي شرق استان گلستان، مطالعه موردي حوزه قپان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳ - ۱.

زارعیان غ، باقرنژاد م. ۱۳۸۸. اثر توپوگرافی در تکامل خاک و تنوع کانی‌های رسمی منطقه بیضای استان فارس. مجله علوم خاک و آب، ۱۴: ۴۶- ۵۶.

عجمی م، خرمالی ف، ایوبی ش.۱۳۸۳. تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری اراضی در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی لسی در شرق استان گلستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران،۳۹.

فرپور م، سنجری ص، کریمیان اقبال م، اسفندیارپور بروجنی ع. ۱۳۹۰. نحوه تشکیل، میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی رسی خاکهای واقع بر سطوح ژئومرفیک گوناگون در منطقه جیرفت، نشریه آب و خاک، ۲۵ : ۴۱۱- ۴۲۵.

Deer, W.A. Howie,RA, and zussman, J.۱۹۷۱. Rockforming minerals, sheet silicates ,vol:۳, Longman Publication.۲۷۰ p.

Jafari, A., Shariatmadari,H., Khademi, H., RezaeiNezhad, Y. ۲۰۰۸.Clay mineralogy of soils in arid and semiarid regions of the four tiers of territorial and Its Relationship with Kinetics of Phosphorus Release. The Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, vol (۴۴), p: ۱۵۳- ۱۶۸.

Kittrick JA and Hope EW.۱۹۶۳.A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil sci, ۹۶ :۳۱۲-۳۲۵.

Abstract

Clearly, clay minerals with their particular characteristics are considered as soil active part. Also, the persuasion of soil conservation, soil formation processes do not demonstrate how to soil mineral recognizing This study was conducted to investigate the type and origin of clay minerals via several profiles in Lordegan hilly lands. The profiles were located in two kinds of land uses including forest and dry farm at different slope positions as sampling sites. The soil samples were collected from two depths of soil horizons to indicate X-ray diffraction. The results illustrated that the dominating clay minerals are Illite ،Smectite, Chlorite and Chlorite-Smectite as mixed minerals. According to the result, the origin of minerals in both land uses and different slope positions are inherited.

نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک در سطوح مختلف رده‌بندی آمریکایی با استفاده از مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته در دشت شهرکرد

زهره مصلح [۱]، محمدحسن صالحی [۲]، اعظم جعفری [۳]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه باهنر کرمان

چکیده
به‌منظور بررسی کارایی روش نقشه‌برداری رقومی برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک تا سطح فامیل با استفاده از مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته در دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری، ۱۲۰ خاک‌رخ با فواصل تقریبی ۷۵۰ متر حفر، تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. بر اساس اطلاعات حاصل از مشاهدات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها تا سطح فامیل نهایی گردید. نتایج نشان داد که مقدار صحت عمومی از سطوح بالای رده‌بندی به سمت سطوح پایین‌تر کاهش می‌یابد و میزان این کاهش در سطوح تحت‌گروه و فامیل، بیشتر قابل مشاهده است. در بین پارامترهای محیطی وارد شده به مدل، اجزای سرزمین مهم‌ترین پارامترها در پیش‌بینی کلاس‌های خاک تا سطح فامیل بودند. سطح رده‌بندی مورد نظر، میزان تنوع خاک‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه، تراکم نمونه‌برداری و نوع پارامترهای محیطی مورد استفاده از مهم‌ترین عواملی می‌باشند که می‌توانند صحت پیش‌بینی کلاس‌های خاک را تحت تأثیر قرار دهند.

واژه های کلیدی: اجزای سرزمین، مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته، نقشه‌برداری رقومی خاک

مقدمه
نقشه‌های تفصیلی خاک که شامل اطلاعات کامل از ویژگی‌های خاک‌ها و توزیع آن‌ها می‌باشند؛ برای ارزیابی کامل و جامع اراضی و مدیریت منابع مورد نیاز می‌باشند. ولی متأسفانه، نقشه‌های تفصیلی خاک تنها برای سطح محدودی از مناطق ایران موجود می‌باشند. تعمیم نتایج حاصل از خاک‌رخ‌های شاهد به کل واحد نقشه بدون در نظر گرفتن تغییرات زمانی و مکانی خاک، نیازمندی به حفر تعداد زیاد خاک‌رخ، مبتنی بودن بر میزان دانش و تجربه‌ی کارشناس، مطالعات آزمایشگاهی گسترده و زمان‌بر بودن شاید از مهم‌ترین محدودیت‌های نقشه‌برداری مرسوم خاک می‌باشند (صالحی و خادمی، ۱۳۸۷). به همین منظور در راستای کاهش هزینه و زمان اجرای مطالعات خاکشناسی و نیز افزایش دقت آن‌ها، در سال‌های اخیر روش نقشه‌برداری رقومی خاک رو به گسترش بوده‌اند.
نقشه‌برداری رقومی خاک، بیانگر مجموعه‌ای از محاسبات رایانه‌ای برای پیش‌بینی پراکنش خاک‌ها می‌باشد که با استفاده از مدل‌های مختلف و پارامترهای محیطی، کلاس‌های خاک یا ویژگی‌های آن را پیش‌بینی می‌نماید (Grunwald, ۲۰۰۶). تاکنون مطالعات مختلفی در دنیا و کشور با استفاده از نقشه‌برداری رقومی خاک، کلاس‌های خاک را تخمین زده‌اند (Pahlavan Rad *et al*., ۲۰۱۴؛ Jafari *et al*., ۲۰۱۴؛ Taghizadeh Mehrjardi *et al*., ۲۰۱۴؛ Brungard *et al*., ۲۰۱۵). جعفری و همکاران (۲۰۱۴) نقشه‌برداری رقومی خاک را در سطح گروه بزرگ با استفاده از مدل‌های رگرسیون لاجیستیک دوتایی و درختی توسعه‌یافته در منطقه‌ی زرند کرمان انجام دادند. نتایج حاکی از آن بود که نقشه‌ی ژئومورفولوژی، ابزاری مهم در روش نقشه‌برداری رقومی خاک است که به افزایش دقت پیش‌بینی کمک قابل توجهی می‌نماید و مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته صحت بیش‌تری در پیش‌بینی کلاس‌های خاک داشت. مدل‌های درختی در مقایسه با سایر روش‌ها، دارای مزایایی از جمله قابلیت تفسیر بالا و عدم وابستگی به داده‌های پرت می‌باشند (Moran and Bui, ۲۰۰۲). مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته تاکنون توسط محققین مختلفی برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک استفاده شده است (Adhikari *et al*., ۲۰۱۳؛ Jafari *et al*., ۲۰۱۴؛ Brungard *et al*., ۲۰۱۵).
اکثر مطالعات در زمینه‌ی نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک در جهان و ایران در سطوح بالای رده‌بندی انجام شده‌اند. این درحالی است که با شناخت و آگاهی دقیق از ویژگی‌های منطقه‌ی مورد مطالعه، می‌توان کلاس‌های خاک را تا سطح گروه بزرگ با اطمینان قابل قبولی بدون مطالعات آزمایشگاهی و در مواردی بدون مطالعات صحرایی، پیش‌بینی نمود. چالش اساسی در رابطه با تهیه‌ی نقشه خاک در سطوح پایین‌تر رده‌بندی است که از نظر مدیریتی قابل اهمیت هستند اما به دلیل پیچیدگی زیاد خاک در این سطوح و نیازمندی آن‌ها به انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی زیاد، اطلاعات کم‌تری از خاک در این سطوح در دسترس می‌باشند. بنابراین، در پژوهش حاضر توانایی مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطوح مختلف رده‌بندی آمریکایی (تا سطح فامیل) در دشت شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها
منطقه‌ی مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۸۸۰۰ هکتار شامل بخشی از اراضی دشت شهرکرد می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی ″۵۲ °۵۰ تا ″۵۹ °۵۰ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۱۳ °۳۲ تا ″۲۳ °۳۲ شمالی قرار گرفته است. میانگین بارندگی و دمای سالیانه‌ی منطقه، به ترتیب ۳۲۲ میلی‌متر و ۵/۱۲ درجه‌ی سلسیوس و میانگین ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۲۰۵۰ متر می‌باشد.

بر اساس مطالعات خاکشناسی نیمه‌تفصیلی (Rossiter, ۲۰۰۰)، ۱۲۰ خاک‌رخ با فواصل تقریبی ۷۵۰ متر، حفر گردید. تمامی خاک‌رخ‌های حفرشده، بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا (Schoeneberger *et al*., ۲۰۱۲) تشریح شدند و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز برای رده‌بندی خاک‌ها تا سطح فامیل، بر اساس روش‌های استاندارد انجام شدند. سپس، بر اساس اطلاعات حاصل از مشاهدات صحرایی و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها بر مبنای سامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) تا سطح فامیل نهایی گردید.

برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطوح مختلف رده‌بندی آمریکایی، پارامترهای محیطی مختلفی در این پژوهش استفاده شد. با استفاده از مدل رقومی ارتفاع با تفکیک مکانی ۳۰ متر (تهیه‌شده از وب‌سایت مدل رقومی ارتفاع جهانی استر)، ویژگی‌های اولیه و ثانویه‌ی مدل رقومی ارتفاع شامل درصد شیب، جهت شیب، انحنای خالص، انحنای نیم‌رخ، انحنای سطحی، جهت جریان، تجمع جریان، تابش مستقیم، مدت تابش، تابش پخشیده، شاخص قدرت جریان، شاخص خیسی و شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا تعیین گردیدند. شاخص‌های سنجش از دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست ۸ (سال ۲۰۱۴) بدست آمدند. همچنین نقشه‌ی زمین‌شناسی (با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)، نقشه‌ی خاك موجود در منطقه (با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) و نقشه‌ی ژئومورفولوژی منطقه، به‌عنوان لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفتند.

در نهایت، مطابق با اندازه‌ی پیکسلی پیشنهاد شده برای نقشه‌برداری در سطح نیمه‌تفصیلی (McBratney *et al*., ۲۰۰۳)، تمامی پارامترهای کمکی به نقشه‌هایی با اندازه‌ی پیکسل ۵۰ متر تبدیل شدند و با برازش مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته بر پارامترهای محیطی و همچنین کلاس‌های خاک در نرم‌افزار R، مهم‌ترین پارامترهای محیطی در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطوح مختلف رده‌بندی آمریکایی تعیین شدند. برای مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته، شاخص تأثیر نسبی محاسبه می‌گردد که سهم هر متغیر را در پیش‌بینی نشان می‌دهد.

داده‌ها به‌طور تصادفی به داده‌های آموزشی (۸۰ درصد) و اعتبارسنجی (۲۰ درصد) تقسیم شدند. مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته با داده‌های آموزشی برازش داده شد و سپس پیش‌بینی بر اساس داده‌های اعتبارسنجی انجام شد. ارزیابی صحت مدل رگرسیون درختی توسعه یافته در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطوح مختلف رده‌بندی، با مقایسه‌ی کلاس‌های خاک مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده و استفاده از شاخص صحت عمومی در سطوح مختلف رده‌بندی انجام شد. همچنین برای فراوان‌ترین خاک در هر سطح رده‌بندی، مقادیر صحت کاربر و صحت نقشه‌بردار بر مبنای ماتریس خطا تعیین گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج رده‌بندی خاک‌رخ‌ها نشان داد که در منطقه‌ی مورد مطالعه در سطح رده، تحت‌رده، گروه بزرگ، تحت‌گروه و فامیل، به‌ترتیب، ۲، ۳، ۵، ۸ و ۴۷ نوع خاک وجود دارد. صحت پیش‌بینی برای سطوح مختلف رده‌بندی متفاوت می‌باشد و مقدار صحت عمومی از سطوح بالای رده‌بندی به سمت سطوح پایین‌تر کاهش می‌یابد و میزان این کاهش در سطوح تحت‌گروه و فامیل بیشتر قابل مشاهده است (شکل ۱). در سطوح پایین‌تر رده‌بندی خاک، علاوه بر آن‌که ویژگی‌های بیش‌تری از خاک مد نظر قرار می‌گیرند، معمولا تعداد کلاس‌های طبقه‌بندی در هر سطح، افزایش می‌یابند و از طرفی تعداد خاک‌ها در هر کلاس طبقه‌بندی کم می‌شود. بنابراین، تعدد ویژگی‌ها و حضور کم برخی از خاک‌ها سبب می‌شود که فرآیند آموزش مدل به‌خوبی صورت نگیرد و شاید به همین دلیل است که در سطوح پایین‌تر رده‌بندی، مقادیر صحت عمومی کاهش می‌یابد و قابلیت اعتماد به نتایج کم‌تر می‌شود. پژوهشگران مختلفی نشان داده‌اند که فراوانی کلاس‌های خاک در منطقه‌ی مورد مطالعه، فاکتور مهمی در تعیین خلوص نقشه‌های خاک بر مبنای روش نقشه‌برداری رقومی می‌باشد (Jafari *et al*., ۲۰۱۴؛ Pahlavan Rad *et al*., ۲۰۱۴ ؛ Taghizadeh Mehrjardi *et al*., ۲۰۱۵). استوروگل و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که در مناطقی با وجود داده‌های محدود، صحت نقشه‌های بهدست‌آمده به‌عنوان چالشی برای این‌گونه مطالعات به‌حساب می‌آید.



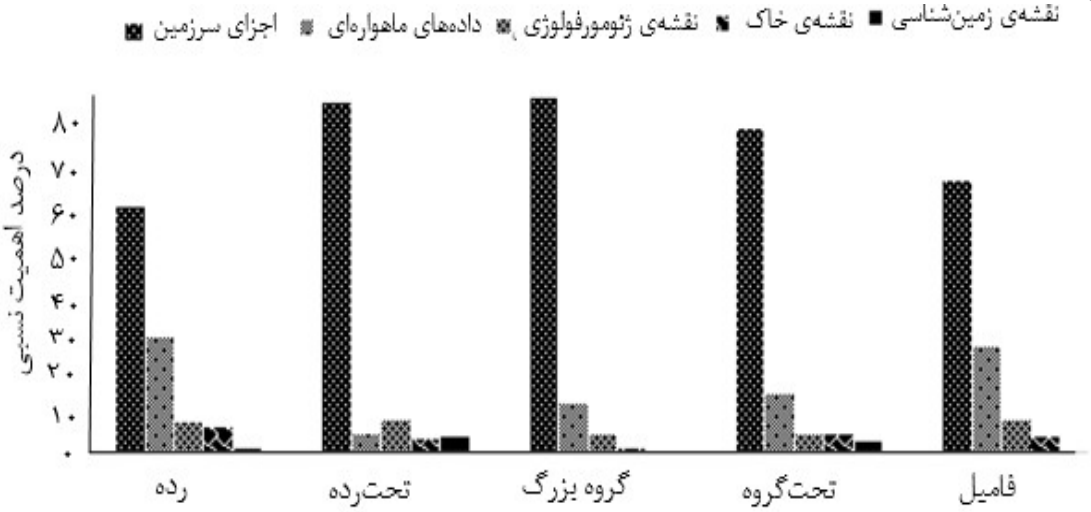
شکل ۱. مقادیر صحت عمومی برای سطوح مختلف رده‌بندی

فراوان‌ترین خاک‌ها تا سطح فامیل در منطقه‌ی مورد مطالعه، عبارت‌اند از: رده اینسپتی‌سولز (۹۰ درصد)، تحت‌رده زرپتز (۷۷ درصد)، گروه بزرگ کلسی‌زرپتز (۵۵ درصد)، تحت‌گروه تیپیک‌کلسی‌زرپتز (۴۰ درصد) و فامیل Fine-silty, Mixed, Semiactive, Mesic Typic Calcixerepts (۱۰ درصد). نتایج بیانگر این است که بر مبنای مقادیر صحت کاربر برای فراوان‌ترین خاک در هر یک از سطوح رده‌بندی، مدل رگرسیون درختی توانسته است در سطوح بالای رده‌بندی پیش‌بینی خوبی را انجام دهد ولی مقدار این شاخص در سطوح پایین رده‌بندی کاهش می‌یابد (جدول ۱). صحت بالای نقشه‌های رقومی خاک در برابر میزان هزینه‌ای که برای انجام آن‌ها می‌شود؛ زمانی می‌توانند ارزشمند باشند که بتوانند پیچیدگی‌های خاک را در سطوح پایین رده‌بندی خاک که نحوه مدیریت خاك را بیشتر نمایان می‌سازد با دقت قابل قبولی بیان نماید.

خاک	فراوانی (درصد)	صحت نقشه‌بردار	صحت کاربر
اینسپتی‌سولز	۹۰	۱	۱
زرپتز	۷۷	۹۵/۰	۸۶/۰
کلسی‌زرپتز	۵۵	۷۸/۰	۷۸/۰
تیپیک‌کلسی‌زرپتز	۴۰	۵۵/۰	۵۵/۰
Fine-silty, Mixed, Semiactive, Mesic Typic Calcixerepts	۱۰	۱	۵/۰

جدول ۱. فراوانی، صحت نقشه‌بردار و کاربر برای فراوان‌ترین خاک‌ها در سطوح مختلف رده‌بندی

نتایج نشان داد که در بین پارامترهای محیطی، اجزای سرزمین بیش‌ترین تأثیر را در پیش‌بینی کلاس‌های خاک تا سطح فامیل داشته‌اند (شکل ۲). هرچند که تأثیر این پارامتر در سطوح مختلف رده‌بندی متفاوت می‌باشد. این موضوع می‌تواند مؤید این مطلب باشد که در این منطقه‌ی مسطح و کم شیب، اجزای سرزمین (شیب، جهت شیب و شاخص هموارى دره با درجه تفکیک بالا) از مهم‌ترین فاکتورهای خاکسازی می‌باشند و با تأثیر بر درجه حرارت، میزان رطوبت و میزان پوشش گیاهی بر فرآیندهای خاک‌سازی تأثیرگذار هستند و توزیع مکانی خاک‌ها را کنترل می‌نمایند. اگرچه تأثیر اجزای سرزمین بر پراکنش خاک‌ها در منطقه‌ی مسطح توسط مدل رگرسیون درختی توسعه‌یافته بخوبی قابل شناسایی بوده ولی با تفسیر عکس‌های هوایی و حتی بازدیدهای صحرایی، تشخیص تغییرات و تأثیر این فاکتور خاکسازی به‌راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین، از مزایای روش‌های رقومی می‌توان به تفکیک ویژگی‌های توپوگرافیکی اراضی در مناطق مسطح و کم‌شیب اشاره کرد. تقی‌زاده مهرجردی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که توپوگرافی یکی از مهم‌ترین پارامترهای محیطی در پیش‌بینی کلاس‌های فامیل خاک در منطقه‌ی بانه در استان کردستان بوده است. با توجه به نتایج شکل ۲ می‌توان بیان نمود که در منطقه‌ی مورد مطالعه، نقشه‌ی خاک و نقشه‌ی زمین‌شناسی کم‌ترین اهمیت را در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در تمامی سطوح رده‌بندی داشته‌اند.



شکل ۲. اهمیت نسبی پارامترهای محیطی برای سطوح مختلف رده‌بندی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در منطقه‌ی مورد مطالعه روش نقشه‌برداری رقومی، برای تخمین کلاس‌های خاک در سطح تحت‌گروه و فامیل، دارای دقت قابل قبولی نیست. صحت بالای نقشه‌های رقومی خاک در برابر میزان هزینه‌ای که برای انجام آن‌ها می‌شود؛ زمانی می‌تواند ارزشمند باشد که بتوانند پیچیدگی‌های خاک را در سطوح پایین رده‌بندی خاک با دقت قابل قبولی بیان نمایند. به‌نظر می‌رسد سطح رده‌بندی مورد نظر، میزان تنوع خاک‌ها در منطقه‌ی مورد مطالعه، تراکم نمونه‌برداری و نوع پارامترهای محیطی استفاده شده از مهم‌ترین عواملی می‌باشند که صحت پیش‌بینی کلاس‌های خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین، علی‌رغم کاستی‌ها و نواقصی که در روش‌های سنتی نقشه‌برداری خاک وجود دارد جایگزینی این روش با روش‌های جدید هنوز نیازمند مطالعات بیشتر در مناطق مختلف کشور است و تصمیم‌گیری و اظهار نظر نهایی در این ارتباط امری مشکل است.

منابع

صالحی، م. ح. و خادمی، ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه‌برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان.

Adhikari K., Minasny B., Greve M.B. and Greve M.H. ۲۰۱۳. Constructing a soil class map of Denmark based on the FAO legend using digital techniques. Geoderma, ۲۱۴-۲۱۵: ۱۰۱-۱۱۳.

Brungard C.W., Boettinger J.L., Duniway M.C., Wills S.A. and Edwards T.C. ۲۰۱۵. Machine learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. Geoderma, ۲۳۹-۲۴۰: ۶۸-۸۳.

Grunwald S. ۲۰۰۶. Environmental soil-landscape modeling: Geographic information technologies and pedometrics. CRC Press.

Jafari A., Khademi H., Finke P.A., Wauw J. and Ayoubi S. ۲۰۱۴. Spatial prediction of soil great groups by boosted regression trees using a limited point dataset in an arid region, southeastern Iran. Geoderma, ۲۳۲-۲۳۴: ۱۴۸-۱۶۳.

McBratney A.B., Mendonc M.L. and Minasny B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma, ۱۱۷: ۳-۵۲.

Moran C.J. and Bui E.N. ۲۰۰۲. Spatial data mining for enhanced soil map modeling. International Journal of Geographical Information Science, ۱۶: ۵۳۳-۵۴۹.

Pahlavan Rad M.R., Toomanian N., Khormali F., Brungard C.W., Komaki C.B. and Bogaert P. ۲۰۱۴. Updating soil survey maps using random forest and conditioned Latin hypercube sampling in the loess derived soils of northern Iran. Geoderma, ۲۳۲-۲۳۴: ۹۷-۱۰۶.

Rossiter D.G. ۲۰۰۰. Methodology for Soil Resource Inventories. Soil Science Division, International institute for Aerospace Survey & Earth Science (ITC).

Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C. and Soil Survey Staff. ۲۰۱۲. Field book for describing and sampling soils. ۳nd Version. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center. Lincoln, NE.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to soil taxonomy, Twelfth edition. NRCS, USDA, USA.
Stoorvogel J., Kempen J., Heuvelink B. and Bruin S. ۲۰۰۹. Implementation and evaluation of existing knowledge for digital soil mapping in Senegal. Geoderma, ۱۴۹: ۱۶۱-۱۷۰.
Taghizadeh Mehrjardi R., Sarmadian F., Minasny B., Trianta lis J. and Omid M. ۲۰۱۴. Digital mapping of soil classes using decision tree and auxiliary data in the Ardakan region, Iran. Arid Land Resource Management, ۲۱۳:۱۵-۲۸.

Abstract

To investigate the ability of digital soil mapping to predict taxonomic classes up to family level using boosted regression tree model in the Shahrekord plain of Chaharmahal-Va-Bakhtiari province, ۱۲۰ pedons with approximate distance of ۷۵۰ m were excavated, described and soil samples were taken from different genetic horizons. According to the profile investigation and soil analytical data, soil profiles were classified to the family level. Results showed that the overall accuracy decreased from order to the family level and this decrease was more recognizable at the subgroup and family levels. Terrain attributes were the most important covariates for prediction soil classes up to family level. Prediction accuracy of soil classes can be influenced by the taxonomic level, soil spatial variability in the study area, sampling density and the type of auxiliary information.

پیش بینی مکانی ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آبهای آبیاری استان مرکزی

محمدعلی خودشناس [۱]، جواد قدبیک لو [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده
خصوصیات آب از جمله شوری و نسبت جذب سدیمی دارای تغییرات زمانی و مکانی در مقیاسهای مختلف تحت تاثیر خصوصیات ذاتی و غیر ذاتی می باشد. مدیریت مصرف آب در کشاورزی به علت سرعت بالای شور شدن زمین ها ی زراعی کش ور ضروری است. تعداد ۷۰ نمونه آب با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از چاه های آب کشاورزی سراسر استان مرکزی جمع آوری و خصوصیاتی نظیر ، ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی و اسیدیته در آنها تعیین شد. نتایج نشان داد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی آبهای مورد مطالعه ۹/۱۳۶۲ و میانه آنها ۶۹۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر و نسبت جذب سدیم در دامنه ۱/۰ تا ۲۲/۱۹ با میانگین ۸۸/۲ قرار گرفته است. مدل کروی در روش کو-کریجینگ برای پهنه بندی ضریب هدایت الکتریکی و مدل نمایی در روش کریجینگ معمولی برای پهنه بندی نسبت جذب سدیم با دارا بودن شاخص میانگین مجذور خطای کمتر، مناسب تر ارزیابی گردیدند. با توجه به قرار گرفتن نیمی از آبها ی استان در دامنه متوسط محدودیت شوری می بایست بهره برداری از آب در کشاورزی با اعمال مدیریت بیشتر مد نظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ضریب هدایت الکتریکی ، نسبت جذب سدیمی ، نقشه شوری آب

مقدمه

شور شدن خاک یکی از مهمترین فرایندهای مخرب خاک بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک میباشد. در این مناطق تبخیر و تعرق بالقوه بیش از مقدار بارندگی است و به همین دلیل نمک های محلول در خاک انباشته شده و موجب افزایش شوری و کاهش باروری خاک می شود. به طور میانگین ۲۰درصد از زمینهای دنیا متأثر از پدیده شوری هستند. سرعت شور شدن زمین ها در برخی کشورها مانند ایران، مصر و آرژانتین ۳۰ درصد بیشتر از کشورهای دیگر است(قاسمی و نیکس،۱۹۹۵). حدود ۱۲ درصد مساحت ایران (۱۹میلیون هکتار) برای تولید کشاورزی استفاده می شود که حدود ۵۰ درصد آن درجه های مختلف شوری، سدیمی یا غرقابی را دارد (میر محمدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). سدیم یکی از عوامل اصلی تعیین کیفیت آب آبیاری محسوب می شود. مثلا درروش آبیاری بارانی مقداری از یونهای سدیم روی گیاه تجمع پیدا کرده و ایجاد سمیت می نمایند. برای بیان سدیم روشهای متفاوتی نظیر درصد سدیم محلول ، شاخص نمک و استفاده از دیاگرام ویلکوکس وجود دارد.(دیک،۲۰۰۷) معمولترین روشی که برای ارزیابی اثرات سدیم بر نفوذپذیری به کار می رود، استفاده از نسبت جذب سدیم(SAR) است. شور و سدیمی شدن خاکها و تجمع املاحی چون کلرورها و سولفات ها عملکرد گیاهان را در مناطق خشک و نیمه خشک تحت تأثیر قرار می دهد. لذا به منظور مدیریت بهتر منابع آب و خاک و برنامه ریزی صحیح جهت حصول عملکرد حداکثر در گیاهان زراعی، تعیین میزان عناصری نظیر سدیم در آب آبیاری ضروری به نظر می رسد. خصوصیات آب از جمله شوری و نسبت جذب سدیمی دارای تغییرات زمانی و مکانی در مقیاسهای مختلف تحت تاثیر خصوصیات ذاتی و غیر ذاتی می باشد (کویین و زانگ ۲۰۰۲ ; گادوین و میلر ، ۲۰۰۳) . تغییر پذیری خصوصیات خاک در مزارع اغلب به وسیله روش های آمار کلاسیک بیان می شود که در آن فرض بر توزیع تصادفی تغییرات درون واحدهای نقشه می با شد ، در حالی که تخمین گر های زمین آمار می توا نند خصوصیت مورد نظر در مکانهای نمونه برداری نشده را با استفاده از نقاط نمونه بر داری شده برآورد نمایند .(حسنی پاک، ۱۹۹۸). کریجینگ و کو کریجینگ تکنیکهایی هستند که با به کارگیری خصوصیات ساختاری تغییر نما و مقادیر داده های اولیه تخمین های بهینه و نا اریب از متغییر های ناحیه ایی در مکانهای نمونه برداری نشده ارائه می نماید (ایساک و سریو استاو، ۱۹۸۹). از آنجایی که اندازه گیری نسبت جذب سدیم، بسیار وقت گیر و پرهزینه است یافتن راهکاری که بتوان میزان نسبت جذب سدیم را تخمین مکانی زد، مفید به نظر می رسد. در این راستا ترکیب داده های ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی در نمونه های آب با استفاده از تکنیکهای زمین آمار می تواند دقت نقشه پهنه بندی شوری را بهبود بخشد (والتر و برتنی، ۲۰۰۱ و علوی پناه، ۱۹۹۷). این تحقیق جهت برسی وضعیت ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی و همچنین تخمین مکانی ضریب هدایت الکتریکی به تنهایی و با استفاده از نسبت جذب سدیم به عنوان متغییر کمکی در آبهای آبیاری استان مرکزی صورت گرفت.

مواد و روش ها

استان مرکزی در محدوده جغرافیایی طول ۵/۴۸ تا ۵۱ درجه شرقی و ۳/۳۳ تا ۳/۳۵ عرض شمالی واقع شده است. تعداد ۷۰ نمونه آب با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از چاه های آب کشاورزی سراسر استان جمع آوری گردید. ضریب هدایت

الکتریکی و همچنین کاتیونهای سدیم ، کلسیم و منیزیم نمونه ها به ترتیب بر اساس روشهای کنداکتومتری ، فلیم فتومتری و تیتراسیون با EDTA در حضور معرف اریو کروم بلاک تی قرائت گردید.
نتایج حاصل از نظر نرمال بودن به وسیله ی آزمون کلموگراف - اسمیرنف وهمچنین شاخصهای آمار توصیفی در محیط نرم افزار SPSS بررسی و با نرم افزار Excel تبدیل داده ها انجام شد .به منظور تشریح پیوستگی مکانی متغیرها، نیم متغیرنمای داده ها در محیط نرم افزاری ArcGIS بررسی گردید. با استفاده از معیارهای میانگین مجذور خطای تخمین روش مناسب میانیابی تشخیص و نتایج به صورت جدول و نقشه ارائه گردید.

نتایج

نتایج مربوط به آمارتوصیفی داده ها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای موردمطالعه

متغیر	واحد تغییر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	واریانس	چولگی
ضریب هدایت الکتریکی	درصد	۱۳۶۳	۶۹۵	۳۰۰	۶۸۵۰	۲۱۴۷۰۴۰	۲۳/۲
نسبت جذب سدیم	درصد	۸۸/۲	۲۸/۱	۱/۰	۲۲/۱۹	۴۶/۱۳	۳۴/۲
اسیدیته	درصد	۵۶/۷	۶۱/۷	۴/۶	۱۲/۸	۱۵۵/۰	۹۳۶/۰-

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی ۹/۱۳۶۲ و میانه ۶۹۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر که نشان دهنده کشیدگی به سمت راست می باشد. داده ها از نظر نرمال بودن به وسیله ی آزمون کلموگراف - اسمیرنف بررسی و مشخص شد داده های اولیه نرمال نیستند، لذا عمل تبدیل داده ها با استفاده از تابع X/۱ جهت ضریب هدایت الکتریکی و تابع LOG(X) جهت نسبت جذب سدیمی صورت پذیرفت. اشکال ۱ تا ۴ وضعیت داده ها را قبل و بعد از نرمال شدن بر اساس نمودار Q-Q Plot نشان می دهد. انحراف داده های اولیه از میانگین در مورد هر دو پارامتر در مقادیر پایین و بالا در اشکال یاد شده مشهود بوده و نشان می دهد که توابع مورد استفاده در تبدیل داده ها، به خوبی توانسته اند داده ها را نرمال کنند. ضریب تغییرات بالا (۱۰۸ درصد)در میزان شوری در آبهای آبیاری استان، نشان دهنده تنوع کیفیت آب آبیاری در مناطق مختلف می باشد، که می تواند دلیلی بر عدم نرمال بودن داده های اولیه تلقی گردد.
نتایج آمار توصیفی جدول ۱ نشان می دهد که نسبت جذب سدیم در دامنه ۱/۰ تا ۲۲/۱۹ با میانگین ۸۸/۲ قرار گرفته است. که بر اساس تقسیم بندی فائو (آیر و وستکات، ۱۹۸۵)مقادیر نسبت جذب سدیم کمتر از ۳، مطلوب می باشد. در شکل ۶ ، نقشه پهنه بندی مکانی استان مرکزی نشان می دهد که از سمت جنوب غربی به سمت شمال شرقی استان نسبت جذب سدیمی افزایش می یابد.
نفوذ پذیری آب در خاک ، در ارتباط با دو پارامتر نسبت جذب سدیمی و ضریب هدایت الکتریکی می باشد، که بر اساس دستورالعمل فائو در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۰ تا ۲ (۴۲ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۳۰۰ تا ۱۸۸۴ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که ۴۵ درصد آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت و ۵۵ درصد دارای محدودیت متوسط می باشند.
۸ نمونه با نسبت جذب سدیمی بین ۲ تا ۴ دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۵۲۰ تا ۲۰۹۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که ۷۵ درصد آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت و ۲۵ درصد دارای محدودیت متوسط می باشند.
نمونه آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۴ تا ۶ (۱۱ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۱۱۸۲ تا ۲۸۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که ۹۱ درصد آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت و ۹ درصد دارای محدودیت متوسط می باشند.
همچنین آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۶ تا ۱۲ (۶ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۲۴۷۰ تا ۵۸۸۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که تمامی آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت می باشند.
نتایج نشان داد که آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۱۲ تا ۲۰ (۳ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۵۷۳۰ تا ۶۸۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که تمامی آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت می باشند.
نتایج حاصل از برازش مدلهای واریوگرام بر داده های هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در جدول ۲ ارائه شده است. شاخص میانگین مجذور خطا در مورد ضریب هدایت الکتریکی در مدلهای مورد استفاده تقریبا یکسان می باشد که نشان می دهد مدلها با یکدیگر تفاوتی ندارند اما دامنه تاثیر مدل نمایی از دو مدل دیگر بیشتر بوده به عبارت دیگر می توان از آن در دامنه وسیعتری، برای برآوردمقدار متغیر مجهول استفاده کرد. بدیهی است که دامنه ی تأثیر بزرگ تر دلالت بر پیوستگی مکانی گسترده تری دارد.

مدل نمایی نسبت جذب سدیم در روش کرجینگ معمولی (شکل ۶) نشان می دهد که این مدل با اثر قطعه ای صفر و دامنه تاثیر بیشتر نسبت به سایر مدلها از شاخص میانگین مجذور خطای کمتری برخوردار می باشد که جهت برآورد مکانی نسبت جذب سدیم مدل مناسب تری می باشد.

استفاده از روش کو-کریجینگ جهت برآورد مکانی شاخص ضریب هدایت الکتریکی با استفاده از متغییر عرضی نسب جذب سدیم در مورد سه مدل به کار گرفته شده از میانگین مجذور خطای کمتری نسبت به روش کریجینگ معمولی برخوردار است. که در این بین مدل کروی با اثر قطعه ای صفر و میانگین مجذور خطای کمتر به نحو مطلوبتری با استفاده از نسبت جذب سدیمی، تغییرات مکانی شوری در آبهای آبیاری استان مرکزی را توجیه می کند.

جدول ۲- پارامترهای تغییرنمای اولیه و تغییر نمای عرضی و معیارهای انتخاب مدل

متغییر	روش	مدل ریاضی	اثر قطعه ای	سقف	دامنه تاثیر	میانگین مجذورخطا (RMSE)
هدایت الکتریکی	کریجینگ	کروی	۱/۱×۱۰^-۷	۷۵/۸×۱۰^-۷	۸۷۵/۰	۰۰۰۵۳۷/۰
		نمایی	۰/۶×۱۰^-۸	۹/۹×۱۰^-۷	۴۲/۱	۰۰۰۵۳۸/۰
		گوسی	۲/۲×۱۰^-۷	۸/۸×۱۰^-۷	۷۵/۰	۰۰۰۵۳۹/۰
نسبت جذب سدیم	کریجینگ	کروی	۰۱۴۷/۰	۸۲/۱	۹۳۴/۰	۷۶/۳
		نمایی	۰	۱/۲	۵۸/۱	۵۱/۳
		گوسی	۲۳۴/۰	۸/۱	۷۸۵/۰	۱۲/۴
ضریب هدایت الکتریکی - نسبت جذب سدیم	کوکریجینگ	کروی	۰	۲/۹×۱۰^-۷	۹۵/۰	۰۰۰۳۸/۰
		نمایی	۰	۱۸/۱×۱۰^-۶	۸۹/۱	۰۰۰۴۷/۰
		گوسی	۵/۲×۱۰^-۷	۰/۹×۱۰^-۷	۸۴/۰	۰۰۰۵۰/۰

جدول ۳ - تقسیم بندی درجه محدودیت نسبت جذب سدیم بر اساس ضریب هدایت الکتریکی(میکرو زیمنس بر سانتیمتر)

دامنه نسبت جذب سدیم	بی خطر	کم تا متوسط	شدید
کمتر از ۲	شوری بیشتر از ۵۰۰	شوری بین ۲۰۰ تا ۵۰۰	شوری کمتر از ۲۰۰
بین ۲ تا ۴	شوری بیشتر از ۸۰۰	شوری بین ۲۳۰ تا ۸۰۰	شوری کمتر از ۲۳۰
بین ۴ تا ۶	شوری بیشتر از ۱۲۰۰	شوری بین ۳۰۰ تا ۱۲۰۰	شوری کمتر از ۳۰۰
بین ۶ تا ۱۲	شوری بیشتر از ۱۹۰۰	شوری بین ۵۰۰ تا ۱۹۰۰	شوری کمتر از ۵۰۰
بین ۱۲ تا ۲۰	شوری بیشتر از ۲۹۰۰	شوری بین ۱۳۰۰ تا ۲۹۰۰	شوری کمتر از ۱۳۰۰

بحث

نرمال نبودن داده ها از نظر شوری دلیل بر تنوع کیفیت آبهای آبیاری استان و وسعت منطقه مورد مطالعه می تواند تلقی گردد. بررسی وضعیت هدایت الکتریکی آبهای استان نشان داد که ۵۰ درصد از نمونه ها در وضعیت محدودیت متوسط قرار دارند که می بایست در رابطه با بکار گیری این منابع و الگویی کشت مدیریت صحیحی اعمال گردد. نتایج همچنین حاکی است که خطر ناشی از نسبت جذب سدیم در شوریهای پایین بیشتر است که این موضوع می تواند ناشی از تاثیر یونهای همراه تلقی گردد. در شکل ۶ ، نقشه پهنه بندی مکانی استان مرکزی نشان می دهد که از سمت جنوب غربی به سمت شمال شرقی استان نسبت جذب سدیمی افزایش می یابد. گرچه نسبت جذب سدیمی نمونه های از آب مورد مطالعه که دارای میانگین کمتر از ۳ می باشند ، می تواند مطلوب ارزیابی شود اما ترکیب آن با ضریب هدایت الکتریکی همانگونه که در روش کو-کریجنگ برای نشان دادن پهنه بندی استفاده شده است (شکل ۵) مبین این واقعیت می باشد که ۵۵ درصد نمونه ها با محدودیت متوسط آبیاری (نفوذ پذیری) روبرو هستند اما این نوع از محدودیت در مقادیر نسبت جذب سدیمی بالا تر بدلیل افزایش شوری با کاهش روبروست.

نتیجه گیری

با توجه به قرار گرفتن نیمی از آبهای استان در دامنه متوسط محدودیت شوری می بایست مدیریت بهره برداری از آب در کشاورزی مد نظر قرار گیرد. با توجه به اهمیت شناخت وضعیت توزیع مکانی پارامترهای پراکندگی شوری در آبهای کشاورزی استان، روش کریجینگ معمولی برای نسبت جذب سدیمی و کو کریجینگ برای ضریب هدایت الکتریکی بدلیل دارا بودن حداقل میانگین مجذور خطا ، بهتر ارزیابی گردیده و نقشه های پهنه بندی ترسیم گردید.

منابع

حسنی پاک، ع.ا.، ۱۳۸۹. زمین آمار (ژئو استاتستیک). مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. ص ۳۱۴.

زهتابیان، غ. و محمدعسکری، ح.، ۱۳۸۹. مدلسازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آبهای زیرزمینی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۷۳-۶۱ : (۱)۱۷.

شعبانی، م.، ۱۳۸۷. تعیین مناسب ترین روش زمین آمار در تهیه نقشه تغییرات pH و TDS آب های زیرزمینی. مجله مهندسی آب. ۴۷-۵۷.

میر محمدی میبدی، ع. م. قره یاضی، ب. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۸۸ص.

Ahmed, S. ۲۰۰۲. Groundwater monitoring network design: Application of geostatistics with a few case studies from a granitic aquifer in a semi-arid region. in: Groundwater Hydrology, M.M. Sherif, V.P. Singh and M. Al-Rashed (Eds.), Balkema, Tokyo, Japan. ۲: ۳۷-۵۷.

Ayers,R.S., and D.W.Westcot.۱۹۸۵.Water quality for agriculture.FAO.Rome.Italy.

Barcae, E., G. Passarella, ۲۰۰۸. Spatial evaluation of the risk of groundwater quality degradation: A comparison between disjunctive kriging and geostatistical simulation. Journal of Environmental Monitoring and Assessment.۱۳۳: ۲۶۱-۲۷۳.

Fetouani, S., M. Sbaa., M. Vanclooster. and B. Bendra. ۲۰۰۸. Assessing groundwater quality in the irrigated plain of Triffa (Nnorth-east Morocco). Journal of Agricultural Water Management. ۹۵: ۱۳۳-۱۴۲.

Isaaks, E.H., and R.M.Srivastava. ۱۹۸۹. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press. New York.۵۶۱p.

Quine, T.A., and Y.Zhang,. ۲۰۰۲. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon,U.K. Journal of soil and water conservation. ۵۷: ۵۰-۶۰.

Godwin, R.J., and P.C.H Miller,. ۲۰۰۳. A review of the technologies for mapping within- field variability, Biosyst. Eng. ۸۴,۳۹۳-۴۰۷.

Dick, J.b. and B.M Heuvelink,. ۲۰۰۷. Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. Geoderma. ۱۳۸: ۸۶-۹۵.

Ghassemi, F., A.J. Jakeman , and H.A Nix,. ۱۹۹۵. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. Canberra, Australia: The Australia National University, Wallingford, Oxon, CAB International.

Abstract

Water properties such as salinity and SAR show different time and spatial variation under the influence of intrinsic and non intrinsic properties.water use management is necessary due to soil salinity area increase in iran. The ۷۰ samples of irrigation water prepared in markazi province by gridding method , and chemical properties such as electrical conductivity, SAR and pH determined. The results showed that the average of electrical conductivity was ۱۳۶۲.۹μscm-۱ , median, ۶۹۵ μscm-۱ , range of the SAR was ۰.۱ to ۱۹.۲۲ and its mean was ۲.۸۸.

The spherical model in co-kriging method for electrical conductivity and the exponential model in ordinary kriging method for SAR was suitable because of error mean square (EMS) was minimum in contrast by other method.On acording to the results, half of the irrigation waters in markazi province ranked in the moderate scale of salinity thus, water use management was very important in agriculture.

استفاده از زمین آمار برای مدیریت بهینه حاصلخیزی خاکهای شالیزار نواحی مرکزی گیلان

جواد سیدمحمدی [۱]، لیلا اسماعیلنژاد [۲]، حسن رمضانپور [۳]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تبریز، ۲- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تهران، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
خاک به عنوان یکی از مهمترین منابع، رشد گیاهان را تضمین و بیش از ۹۷ درصد نیاز غذایی جهان را برآورده میسازد. گیاهان از جمله برنج برای تأمین نیاز عناصر غذایی خود به مصرف کود احتیاج دارند تا تولید بیشتر در واحد سطح فراهم شود. برای این منظور شناسایی مقادیر عناصر پرمصرف در خاک و تهیه نقشه مناسب آنها ضروری است. نقشههای عناصر NPK و CEC با استفاده از روش کریجینگ در نواحی مرکزی گیلان تهیه شد. توجه دقیق به مقادیر مختلف این پارامترها در نقشهها و حدود بحرانی و بهینه آنها، میتواند، مصرف کودها را به طور قابل ملاحظهای مدیریت بهینه کرده و از تحمیل هزینههای اضافی به کشاورز جلوگیری نماید.

واژههای کلیدی: CEC ،NPK، خاک شالیزار، گیلان

مقدمه
با توجه به افزایش سریع جمعیت کشور، نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی احساس میگردد. مناسبترین روش برای تحقق این موضوع مهم افزایش تولید در واحد سطح است. تأمین بیشتر غذا و سایر منابع محیطی با حفظ منابع زیستی برای آیندگان تنها در سایه بهینهسازی بهرهبرداری از خاک امکانپذیر خواهد بود. در بین فاکتورهای مؤثر در کشاورزی، اضافه کردن متعادل کودها بیشتر از فاکتورهای دیگر در افزایش تولید محصولات کشاورزی موثر است. با توجه به این مساله، تعیین درجه حاصلخیزی خاک برای برنامهریزی بهتر جهت استفاده از کودها و بهرهبرداری از خاک ضروری است (لطفیآرپاچائی و همکاران، ۱۳۹۲). در تجزیه و تحلیل خاک به منظور تولید محصولات زراعی، حاصلخیزی خاک معمولاً بیشترین توجه را به خود معطوف میدارد.
اطلاعات در مورد تغییرپذیری خصوصیات خاک در مدل سازیهای اکولوژیکی، پیش گوییهای محیطی، کشاورزی دقیق و مدیریت منابع طبیعی مهم میباشد زیرا تغییرپذیری مکانی دادههای ورودی خاک میتواند به مقدار زیادی بر نتایج مدلهای استدلالی، تجربی و نظری خاک مؤثر باشد (Lin et al., ۲۰۰۴). تغییرات مکانی خصوصیات خاک یا یکنواخت نبودن ناشی از تفاوتهای مکانی در خواص مشاهده شده خاک، شامل دو جزء نظامدار یا ساختاری و تصادفی یا غیرساختاری میباشد. این تغییرات نتیجه هر دو فرآیند ذاتی عوامل تشکیل دهنده خاک و مدیریتی مانند مصرف کود، تناوب زراعی و نوع کشت در هر مقیاس مکانی و زمانی است. در همه تجزیه و تحلیلها، روند کلی تغییرات مقادیر مشاهده شده در فضای نمونهبرداری و درجه همبستگی مکانی آنها مهم میباشد (Adriana, ۲۰۰۷)
کریجینگ یک تخمینگر زمین آماری است که به دلیل واریانس ناریب و حداقل، در اغلب موارد به عنوان بهترین تخمینگر خطی ناریب شناخته شده است. بررسیهای انجام شده نشان دادهاند که روش کریجینگ با در نظر گرفتن ساختار و تغییرپذیری مکانی متغیرها از طریق نیمتغییرنما، نسبت به روشهایی همانند عکس فاصله وزندار و اسپلینها در اکثر شرایط برتری دارد. همچنین علاوه بر درونیابی و تخمین متغیر هدف، مقدار خطا را نیز برآورد میکند (Webster and Oliver, ۲۰۰۷). ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به عنوان شاخص مهمی از حاصلخیزی خاک و ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و ویژگیهای ازت، فسفر و پتاسیم عناصر پر مصرف تغذیه گیاه محسوب میشوند. این پژوهش با هدف بررسی روش کریجینگ در برآورد و پهنهبندی خصوصیات مؤثر در حاصلخیزی خاکهای شالیزار انجام شد تا نتایج به دست آمده بتواند در مدیریت بهینه شالیزارهای گیلان مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روشها
منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۴۰۰۰۰ هزار هکتار، جزء نواحی مرکزی استان گیلان بوده و در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه واقع شده است. اقلیم منطقه خیلی مرطوب با میانگین بارندگی سالیانه ۶/۱۲۹۳ میلیمتر و میانگین دمای سالیانه ۸/۱۵ درجه سانتیگراد است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاکهای منطقه به ترتیب آکوئیک، یودیک و ترمیک بوده و مواد مادری آنها عمدتاً رسوبات رودخانهای است. خاکهای منطقه بر اساس کلید ردهبندی خاک آمریکا (Soil survey staff, ۲۰۱۴) جزء ردههای انتیسولز و اینسپتیسولز قرار میگیرند. تعداد ۲۴۷ نمونه خاک به روش تصادفی طبقهبندی شده از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری سطح خاک برداشت شد. موقعیت جغرافیایی مکان نمونهها با دستگاه موقعیتیاب جهانی (GPS) تعیین شد. ویژگیهای ظرفیت تبادل کاتیونی، ازت کل، فسفر و پتاسیم نمونههای خاک بر اساس راهنمای تجزیه آزمایشگاهی سرویس حفاظت خاک آمریکا تعیین شد (Burt, ۲۰۰۴). آمارههای توصیفی ویژگیهای خاک با استفاده از نرم افزار SPSS تعیین شد. بررسی توزیع نرمال دادهها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف صورت گرفت. دادههایی که دارای

توزیع نرمال نبود، با تبدیلهای مناسب به توزیع نرمال تبدیل شد. قبل از استفاده از روش درون‌یابی زمین‌آماری، آزمون روند و ناهمسانگردی در محیط ArcGIS ۹.۳ انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات آماری ویژگیها در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر چولگی فسفر و پتاسیم بیشتر بود و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نیز نشان داد که توزیع این ویژگیها نرمال نیست بنابراین با استفاده از لگاریتم طبیعی داده‌های آنها تبدیل شد و توزیعشان نرمال گردید. آزمون روند و ناهمسانگردی روی داده‌ها انجام شد که نتایج بیانگر عدم وجود روند در داده‌ها بود همچنین بررسی وضعیت جهتدار بودن پیوستگی مکانی داده‌ها همسانگردی را نشان داد. درونیابی ویژگیها و تهیه نقشه مناسب با استفاده از روش کریجینگ انجام شد.

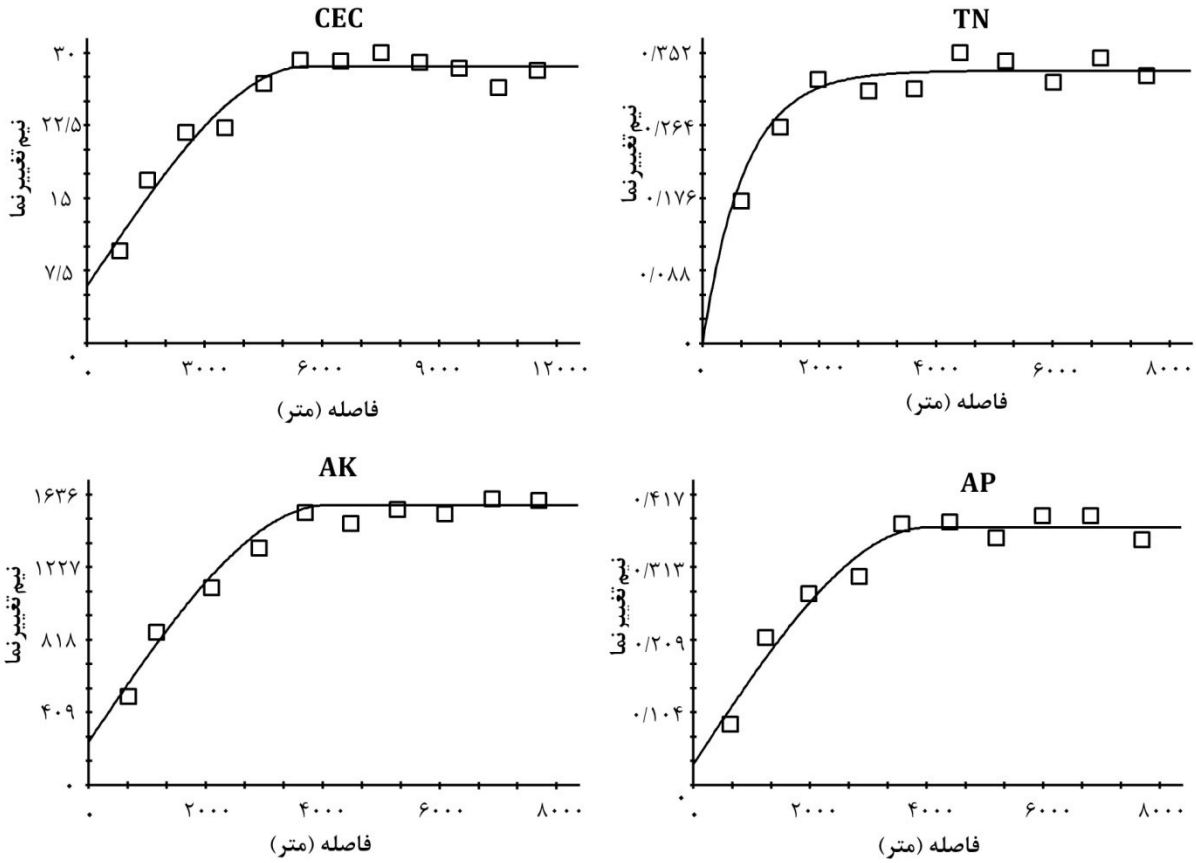
جدول ۱- خصوصیات آماری ویژگیهای مورد مطالعه

ویژگی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
پتاسیم قابل دسترس (میلیگرم بر کیلوگرم)	۷۸	۵/۲۶۹	۰۳/۱۹۲	۶۱/۴۱	۷/۲۱	-۴۷/۰	۱۳/۰
فسفر قابل دسترس (میلیگرم بر کیلوگرم)	۳/۲	۵۶	۵۱/۱۶	۹۴/۱۱	۳/۷۲	۵۲/۱	۷۲/۱
ازت کل (درصد)	۰۲/۰	۸/۰	۲۶/۰	۱۶/۰	۵/۶۱	۹۵/۰	۰۱/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتیمول بار بر کیلوگرم)	۶/۱۰	۰۶/۴۷	۷۲/۲۶	۴۴/۷	۸/۲۷	۲۷/۰	-۰۳/۰

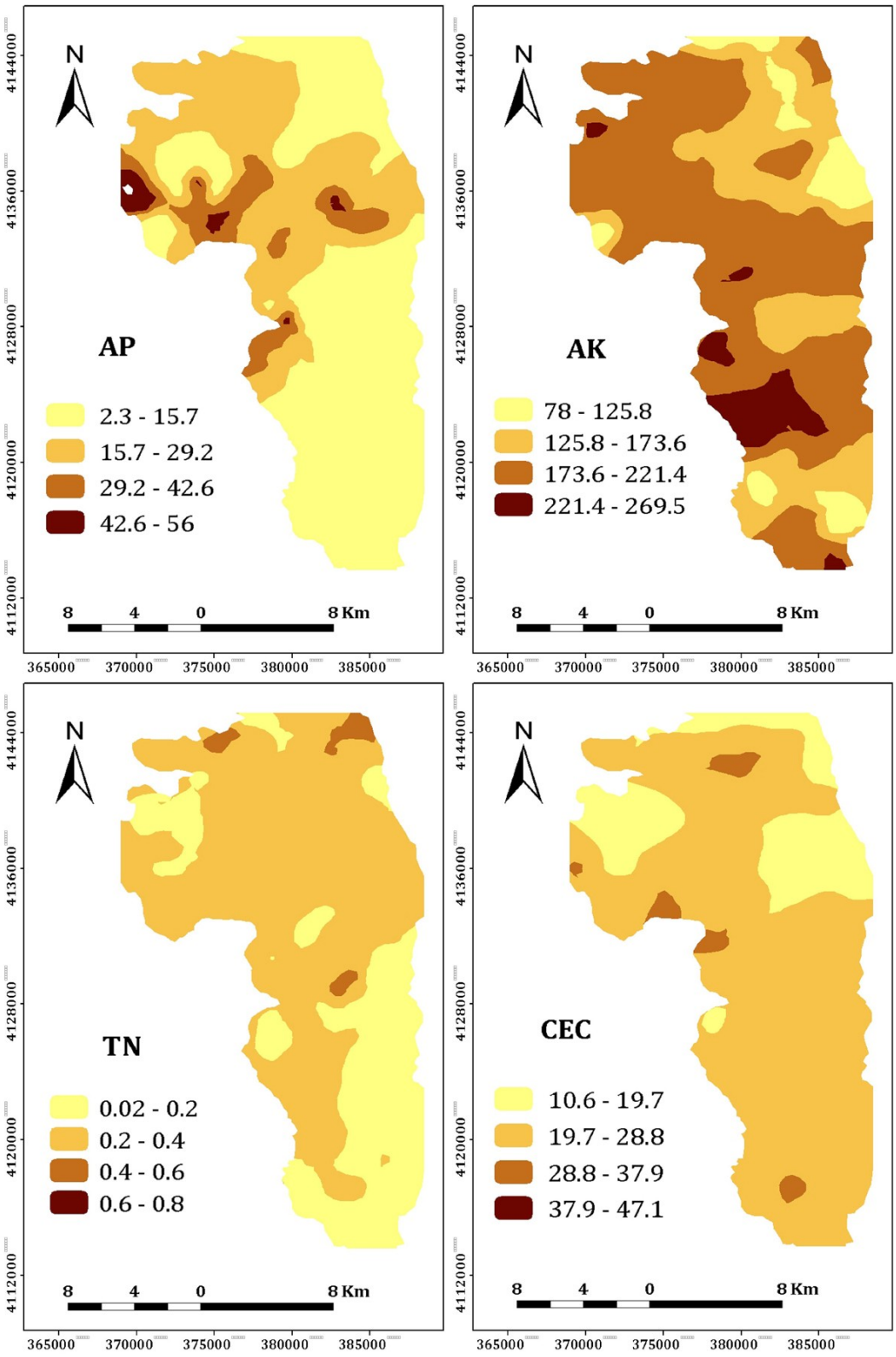
شکل ۱ نیمتغییرنمای تجربی ویژگیهای مورد مطالعه را نشان میدهد. مدل برازش شده بر نیمتغییرنمای ازت کل نمایی و سایر ویژگیها کروی بوده که خصوصیات آنها در جدول ۲ ارائه شده است. ضریب تبیین (R^2) مدلها دارای ارزش بالا و نسبت اثر قطعه ای به آستانه کمتر از ۲۵ است. این مشخصات نشان میدهد که نیمتغییرنمای همه ویژگیها دارای ساختار مکانی قوی است. بر طبق گزارش Shi et al (۲۰۰۷) متغیرهایی که نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه در مدل برازش شده بر نیمتغییرنمای تجربی آنها کمتر از ۲۵ درصد باشد، دارای ساختار مکانی قوی هستند که نتایج این پژوهش در هر چهار مدل برازش شده دارای نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه کمتر از ۲۵ درصد است.

جدول ۲- خصوصیات مدلهای برازش داده شده بر نیمتغییرنمای تجربی ویژگیها

ویژگی	مدل	اثرقطعه‌ای	آستانه	اثرقطعه‌ای به آستانه	شعاع تأثیر (متر)	R^2
پتاسیم قابل دسترس	کروی	۲۴۴	۱۵۷۶	۴۸/۱۵	۴۱۰۰	۹۹/۰
فسفر قابل دسترس	کروی	۰۳/۰	۳۷/۰	۱/۸	۴۰۲۰	۹۵/۰
ازت کل	نمایی	۰	۳۳/۰	۰	۲۱۶۰	۹۳/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی	کروی	۹/۵	۶/۲۸	۶/۲۰	۵۶۰۰	۹۶/۰



شکل ۹- نیمتغییرنمای تجربی ویژگیهای مؤثر در حاصلخیزی خاک و مدل برازش داده شده بر آنها


N
AP
2.3 - 15.7
15.7 - 29.2
29.2 - 42.6
42.6 - 56
AK
78 - 125.8
125.8 - 173.6
173.6 - 221.4
221.4 - 269.5
TN
0.02 - 0.2
0.2 - 0.4
0.4 - 0.6
0.6 - 0.8
CEC
10.6 - 19.7
19.7 - 28.8
28.8 - 37.9
37.9 - 47.1
8 4 0 8 Km
365000 370000 375000 380000 385000
4144000 4136000 4128000 4120000 4112000

شکل ۱۰- نقشه برآورد ویژگیهای مؤثر در حاصلخیزی خاک با روش کریجینگ

پس از تعیین نیمتغییرنمای تجربی ویژگیها، نقشه برآورد مقادیر آنها با استفاده از روش کریجینگ تهیه شد که در شکل۲ ارائه شده است. نقشهها دارای شکلهای بسته و به فرم محدب و مقعر هستند. این مورد حاکی از تراکم خوب و ایدهآل نمونههای خاک از سطح منطقه مورد مطالعه برای برآورد با جزئیات بیشتر است (Webster and Oliver, ۲۰۰۷) و نشان میدهد که نمونهبرداری با تعداد نمونه کافی صورت گرفته است و محدودهها با مقادیر متفاوت متغیر مورد نظر به خوبی از هم تفکیک شده است. ارزیابی روش کریجینگ در برآورد مقادیر ویژگیها با استفاده از معیارهای MAE، RMSE و MBE صورت گرفت که مقادیر آنها در جدول ۳ ارائه شده است. مقادیر معیارهای ذکر شده نشان میدهد که نقشه برآورد ویژگی با دقت قابل قبول تهیه شده است.

جدول ۳- ارزیابی دقت روش کریجینگ برای ویژگیهای حاصلخیزی

	RMSE	MAE	MBE
پتاسیم قابل دسترس	۱۴۵/۰	۵/۵×۱۰$^{-۴}$	۶/۵×۱۰$^{-۶}$
فسفر قابل دسترس	۴۹۵/۰	۲۸۱/۰	-۰۰۳/۰
ازت کل	۲۲۸/۰	۰۹۶/۰	۰۰۲/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی	۱۵۲/۰	۱۱۶/۰	-۰۰۰۲/۰

با توجه به اینکه در کشاورزی پیشرفته مدیریت مصرف کود یکی از مهمترین پارامترها به شمار میرود و همچنین با ملاحظه اینکه سالانه هزینههای بسیار زیادی صرف واردات کود به ایران میشود و این کودها بدون مدیریت صحیح و بدون انجام آزمون خاک به صورت بیرویه در سطح مزارع کشور استفاده میشود انجام این مطالعه و تهیه نقشههای حاصلخیزی خاک میتواند از نظر اقتصادی، مسایل زیست محیطی و جلوگیری از آلودگی خاک و آبهای زیرزمینی و از نظر مسائل حفاظت خاک و نیز از نظر عملکرد محصولات در واحد سطح و سلامت و کیفیت محصول تولید شده از طریق مصرف مقدار مورد نیاز مواد مغذی یا اصلاحی خاک دارای اهمیت باشد.

در گذشته ارقام برنج کم محصول به صورت سنتی کشت میگردید، مقدار عملکرد آن پایین بوده و در نتیجه نیاز به عناصر غذایی نیز کمتر بوده است. از طرف دیگر بسیاری از شالیزارها در حوضه رودخانهها یا دشتهای آبرفتی قرار داشته و بنابراین دارای خاکهای نسبتاً جوان با بافت سنگین و غنی از کانیهای حاوی عناصر ضروری بودهاند که برای نیاز برنج کافی بوده است. آب آبیاری نیز بخشی از نیازهای عنصری این گیاه را تأمین میکرده است. در سالهای اخیر با استفاده از ارقام اصلاح شده و پرمحصول برنج که نیاز بیشتری به عناصر غذایی دارند که درصد قابل ملاحظه ای از اراضی شالیزاری از نظر تأمین عناصر مورد نیاز گیاه دچار کمبود شدهاند بنابراین نیاز به کاربرد صحیح کودها و مدیریت بهینه مصرف کود بیشتر احساس میگردد.

با توجه به مقادیر حدود بحرانی و بهینه ازت، فسفر و پتاسیم در جدول ۴ اراضی که در نقشه (شکل ۲) دارای مقادیر ویژگیها کمتر از حد بحرانی هستند حتماً برای کوددهی بایستی اقدام شود و در اراضی کمتر از حدود بهینه برای افزایش عملکرد نیاز به مصرف کود میباشد ولی در اراضی که مقادیر پارامترها بیشتر از حدود بهینه است نباید کود مصرف شود چون در افزایش عملکرد تأثیری نخواهد داشت و از طرف دیگر هزینه اضافی به کشاورز تحمیل میشود. با توجه به تثبیت شدن عناصری چون پتاسیم در خاک، بایستی به نقشه ظرفیت تبادل کاتیونی توجه لازم صورت گیرد تا مخصوصاً در اراضی که مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد ولی مقدار عناصر تثبیت شونده کمتر است کود این عناصر بیمحابا در خاک وارد نشود و بهتر است با برنامهریزی در زمان نیاز گیاه کوددهی صورت گیرد تا از تثبیت آنها در خاک جلوگیری گردد. بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده، میتوان ادعا کرد که تهیه نقشه مناسب از ویژگیهای مؤثر در حاصلخیزی خاک، میتواند در مدیریت بهینه مصرف کودها و حاصلخیزی خاکهای شالیزار کمک قابل ملاحظه ای بنماید.

جدول ۴- مقادیر حدود بحرانی و بهینه ویژگیهای مؤثر در حاصلخیزی خاک

پارامتر	حد بحرانی	حد بهینه
ازت کل (درصد)	۰۵/۰	۱۵/۰
فسفر قابل دسترس (میلیگرم بر کیلوگرم)	۱۰	۱۵
پتاسیم قابل دسترس (میلیگرم بر کیلوگرم)	۱۱۰	۱۸۰

منابع

لطفیآرپاچائی، ز.، اسمعلیعوری، ا. هاشمیمجد، ک. و نجفی، ن. ۱۳۹۲. ارزیابی حاصلخیزی خاک دشت اردبیل برای گندم و سیب زمینی بر اساس برخی ویژگیهای شیمیایی خاک با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی. نشریه آب وخاک، جلد ۲۷، شماره ۱، صفحههای ۴۵ تا ۵۳.

Adriana L.D. ۲۰۰۷. On the use of soil hydraulic conductivity functions in the field. Soil Science, ۹۳: ۱۶۲-۱۷۰.

Burt R. ۲۰۰۴. Soil Survey Laboratory Methods Manual. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, USA, ۷۰۰p.

Lin H., Wheeler D., Bell J. and Wilding L. ۲۰۰۴. Assessment of soil spatial variability at multiple scales. Ecological Modelling, ۱۸۲: ۲۷۱-۲۹۰.
Shi J., Wang H., Xu J., Wu J., Liu X., Zhu H. and Yu, C. ۲۰۰۷. Spatial distribution of heavy metals in soils: A case study of Changxing, China. Environmental Geology Journal, ۵۲: ۱ ۱۰.
Soil survey staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy, ۱۲th edition, United State Department of Agriculture, National Soil Survey Center. Natural Resources Conservation Service.
Webster R. and Oliver M. ۲۰۰۷. Geostatistics for Environmental Scientists. ۲nd edition, John Wiley & Sons Ltd, Chichester UK.

Abstract

Soil as an important source, guaranties the plant growth and supplies more than ۹۷% off food need of world. Plants such as rice need to provide their nutrient elements by using fertilizers for much more production in surface unit. For this purpose, it is essential to recognize macro-elements amount in soils and prepare ideal map. NPK and CEC maps prepared using kriging method in central area of Guilan province. Accurate notice to different amounts of these parameters in maps, critical and optimum limits can well manage fertilizers application and prevents additional costs to farmer.

مطالعه تشکیل، تحول، تکامل و خصوصیات فیزیکو شیمیائی خاکهای تحت رژیم رطوبتی زریک، منطقه ازندریان (همدان)

ناصر خسروی [۱]، سهیلا سادات هاشمی [۲]، اردوان کمالی [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده
به منظور مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیائی و رده‌بندی خاکهای منطقه ازندریان (همدان)، ۸ پروفیل مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که سولوم خاک دارای بافت سبک می‌باشد و بیش‌ترین مقدار رس برابر ۲۰% در افق Bk پروفیل شماره ۶ مشاهده شد. ظرفیت تبادل کاتیونی CEC)) خاک‌ها بیشتر تابع نوع، مقدار رس و ماده آلی است، خاکهای مورد مطالعه دارای مقدار رس و ماده آلی پائینی بودند در نتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی پائینی داشتند که کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار آن به ترتیب ۵ و ۱۱ Cmole(+) / kg بود و میزان ماده آلی خاک‌ها از ۳۴/۰% در افق C۱ پروفیل شماره ۳، افق C۱ پروفیل شماره ۵ الی ۳۵/۲% در افق A پروفیل شماره ۲، افق A پروفیل شماره ۷ متغییر بود. با توجه به این که میزان کربنات کلسیم در خاک نشان دهنده درجه تکامل خاک، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است، پروفیل‌های شماره ۲ و ۶ که دارای افق کلسیک بودند، بیشترین تکامل و تحول داشتند. RI شاخصی برای بررسی تکامل خاک است هرچه این شاخص بیشتر باشد، تکامل خاک بیشتر است، RIبالا در افق Bk دلیل بر تکامل این پروفیل نسبت به پروفیل‌های دیگر می‌باشد. با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیائی و مورفولوژی صحرائی، خاکهای این منطقه بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی در دو رده انتسی‌سول و اینسپتی‌سول و ۴ تحت گروه، رده‌بندی شدند.

واژه های کلیدی: تکامل، رده‌بندی، خصوصیات فیزیکوشیمیائی، ازندریان

مقدمه
خاک مجموعه‌ای از ذرات معدنی و آلی است که به صورت طبیعی و تحت تاثیر فرآیندهای خاکساز به وجود آمده است، به‌طوری که مواد مادری خاک‌ها، تحت تأثیر اقلیم، پوشش گیاهی، در طی زمان و در شرایط توپوگرافی متفاوت به‌وجود می‌آید. سنگ بستر و مواد مادری بر مشخصات فیزیکی، شیمیائی، کانی شناسی و حاصلخیزی خاک‌ها تأثیر می‌گذارند و در بعضی مناطق ممکن است بر روی سنگ‌های مختلف، خاکهای متفاوتی به‌وجود آید. نقش سنگ بستر و مواد مادری در تشکیل خاک‌ها بر حسب تأثیر متقابل سایر عوامل خاکسازی، از کم تا زیاد تغییر می‌کند (جعفری و سرمدیان، ۱۳۸۲). آب و هوا از طریق عوامل اقلیمی مانند، بارندگی، تبخیر و تعرق، یخبندان، باد و ... به طور مستقیم بر فرآیندهای خاکسازی تأثیرگذار است و از طرف دیگر این عوامل بر رشد گیاه، تولید محصول و نحوه استفاده از اراضی تأثیرگذار می‌باشد. پوشش گیاهی رابطه معنی‌داری با مشخصات خاکهای هر منطقه دارد و از نظر اکولوژیکی این دو با هم به تعادل می‌رسند. عامل پستی و بلندی، اثر قابل توجهی بر مشخصات خاکهای هر منطقه دارد، این عامل به‌وسیله شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا بر مشخصات خاک‌ها تأثیر می‌گذارد و از طرف دیگر اقلیم و پوشش گیاهی را نیز متأثر می‌سازد. بای‌بوردی (۱۳۷۲)، معتقد است که بهترین شرایط برای تشکیل خاک، اراضی تپه ماهور با شیب ملایم هستند، چرا که در این اراضی مقدار رواناب سطحی کم بوده و زهکشی نیز مناسب است. مطالعه خاکهای منطقه شبانکاره میمند نشان داد که خاکهای واقع بر رسوبات آبرفتی- واریزه‌ای بادبزنی شکل، به دلیل ناپایداری سطح خاک ناشی از افزوده شدن پی‌درپی مواد رسوبی و نبودن شرایط لازم برای انجام خاکسازی، فاقد افق‌های مشخصه به جز افق سطحی اکریک هستند (دیالمی، ۱۳۸۰). خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور و از عوامل اصلی تولید می‌باشد و با توجه به اقلیم‌های مختلفی که در کشور حکم فرماست می‌توان انتظار داشت انواع متفاوتی از خاک‌ها در طی قرون گذشته به‌وجود آمده باشند. با تهیهٔ شناسنامهٔ خاک برای هر منطقه می‌توان کلیهٔ خصوصیات خاک را از نظر کشاورزی بررسی کرد و راه‌های برطرف کردن کمبودها را در هر منطقه بر اساس نوع خاک غالب آنجا با دقت بیشتری مورد بررسی قرار داد، علاوه بر این می‌توان راهکارهای مؤثر در جهت رفع کمبودها و افزایش بهره‌وری از خاک را به کشاورزان منطقه پیشنهاد کرد، لذا به منظور سهولت مطالعه خاک‌ها، طبقه‌بندی آن‌ها حائز اهمیت زیادی است. این تحقیق در منطقه ازندریان با هدف بررسی تشکیل، تحول، تکامل، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رده‌بندی خاکهای این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه شامل بخش ازندریان می‌باشد که بین ۴۸درجه، ۳۹ دقیقه تا ۴۸ درجه، ۴۷ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه، ۲۶ دقیقه تا ۳۴ درجه، ۳۱ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا از ۱۷۰۰ تا ۲۰۱۰ متر متغییر می‌باشد. چون منطقه مورد مطالعه بدون ایستگاه هواشناسی می‌باشد به همین جهت، از آمار ایستگاه هواشناسی ملایر، نزدیکترین ایستگاه نسبت به اراضی مورد مطالعه استفاده شد. این ایستگاه در ۳۴ درجه، ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه، ۵۱ دقیقه طول شرقی منطقه واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۸/۱۷۷۷ متر می‌باشد. آب و هوای منطقه‌ی مورد مطالعه در تابستان گرم و خشک و زمستان سرد

و مرطوب می باشد. ریزش‌های جوی در فصل پاییز، زمستان و بطور عمده در اواخر زمستان و اوائل بهار اتفاق می افتد (ریاحی، ۱۳۶۸). طبق آمار ۱۹ ساله ایستگاه هواشناسی ملایر، میانگین بارندگی سالیانه ۸/۳۱۹ میلی‌متر است، میانگین حداکثر حرارت سالانه ۴/۲۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل حرارت سالانه ۱/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این مطالعه، بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه‌هایی با مقیاس مناسب، ۸ پروفیل در منطقه ازندریان حفر، تشریح و رده‌بندی شد و ویژگی‌های مورفولوژیکی آن‌ها تعیین گردید. بر اساس مطالعات نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی، این خاک‌ها به ترتیب زریک[۱۸۹] و مزیک[۱۹۰] می‌باشند (بنائی، ۱۹۹۸). پس از حفر و تشریح پروفیل‌های خاک، نمونه‌برداری از هر یک از افق‌های پروفیل خاک صورت گرفت، نمونه‌ها پس از هوا خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند، خصوصیات فیزیکی و شیمیائی آن‌ها بر طبق روش‌های استاندارد تعیین گردید و بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی[۱۹۱] (۲۰۱۴)،[۱۹۲] WRB (۲۰۱۴)، رده‌بندی شدند.

نتایج و بحث

بررسی نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مشاهدات صحرائی خاکهای منطقه ازندریان نشان داد که افق‌های سطحی خاک در تمامی پروفیل‌های خاک دارای بافت سبک می‌باشند، سولوم خاک عمدتا دارای بافت سبک می‌باشد. این خاک‌ها بافت شنی دارند، کمترین مقدار رس را دارا می‌باشند، که بیش‌ترین مقدار رس افق‌ها ۲۰ % مربوط به افق Bk پروفیل شماره ۶ و کم‌ترین مقدار آن ۵/۵ % مربوط به افق Bk پروفیل شماره ۲ می‌باشد، در این خاک‌ها ماده آلی نسبتاً کم بوده است و به دلیل افزوده شدن بقایای گیاهی، مقدار ماده آلی در افق‌های سطحی نسبت به افق‌های زیر سطحی بیشتر است. میزان ماده آلی پروفیل شماره ۱ از ۰۲/۲ % در افق Aبه سمت عمق خاک کاهش داشته و به ۰۱/۱ % در افق Bw۲ می‌رسد. افق A پروفیل ۲، همانند افق Aپروفیل شماره ۷، دارای بیشترین مقدار ماده آلی (۳۵/۲ %) نسبت به بقیه افق‌های سطحی خاک‌ها و دیگر افق‌های خاکهای مختلف می‌باشد. میزان ماده آلی در پروفیل‌های شماره ۲، ۳، ۵، ۶، ۷ و ۸ نسبت به عمق روند نامنظم کاهشی و افزایشی داشته است که می‌تواند مربوط به به‌هم‌خوردن خاک در عمق‌های مختلف و ته نشینی رسوبات آبرفتی در زمان‌های مختلف باشد. میزان ماده آلی در پروفیل ۴ به طور منظم کاهش داشته است، به طور کلی با افزایش دما، کاهش بارندگی و درشت‌تر شدن بافت خاک، میزان ماده آلی خاک کاهش می‌یابد که هر سه حالت در خاکهای مورد مطالعه وجو دارد. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) همه پروفیل‌ها کم بوده است و تغییرات زیادی نداشته است، افق C۳پروفیل شماره ۷ داری بیشترین CEC برابر ۱۱ می‌باشد و کمترین CECبرابر ۵ مربوط به پروفیل‌های ۱، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ بود، میزان CEC خاک‌ها تابع نوع، مقدار رس و ماده آلی خاک‌ها می‌باشد، در خاکهای مورد مطالعه مقدار رس و ماده آلی کم می‌باشد. سنگریزه سطحی خاک‌ها عمدتاً از ۱۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند، این خاک‌ها به طور کلی سنگریزه بالایی دارند، همه پروفیل‌ها دارای هدایت الکتریکی (EC) کم بوده است. واکنش خاک‌ها در دامنه pH خاکهای آهکی و قلیایی ضعیف می‌باشد که بیشترین مقدار pH ۲/۸ در افق C۲ پروفیل شماره ۳ و کمترین مقدار آن ۳/۷ بود که در افق Bk پروفیل شماره ۶ مشاهده شد. درصد گچ در همه پروفیل‌ها ناچیز بود. درصد آهک خاک از ۳/۱۱ % در افق A پروفیل شماره ۴ تا ۳/۲۶ % در افق C۱ پروفیل شماره ۸ متغییر بود، بررسی درصد آهک خاک‌ها نشان داد که در عمق‌های زیرین خاک درصد آهک بیشتر می‌باشد، که می‌تواند مربوط به بارندگی و آبیاری خاکهای منطقه باشد که آهک از سطح شسته شده و به تدریج در عمق انباشته شده است. میزان کربنات کلسیم در خاک نشان دهنده درجه تکامل، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است (ملکوتی و همایی، ۱۹۹۴)، با توجه به این مطلب در خاکهای مورد مطالعه پرفیل شماره ۲و ۶ که دارای افق کلسیک هستند نسبت به بقیه پروفیل‌ها تکامل یافته‌ترند. رنگ خاک‌ها در حالت خشک از قرمز مایل به زرد (۲/۵YR۵/۲) در افق A پروفیل شماره ۸ تا خاکستری مایل به قرمز تیره (۷/۵R۴/۱) در افق A پروفیل شماره ۵ متغییر بود. اولیائی (۱۳۸۴)، از درجه قرمزی برای بیان تکامل خاکهای استان کهگیلویه و بویر احمد استفاده نمود، ایشان بیان نمودند که با افزایش این درجه، تکامل خاک‌ها نیز بیشتر می‌شود. محاسبه شاخص قرمزی (والیو/کروما * معیارهیو =((Red Index) برای مقایسه نسبی سن خاک‌ها انجام می‌گیرد. در پروفیل شماره ۱ شاخص قرمزی از سطح به عمق افزایش یافته که تا حدودی نشان دهنده افزایش تکامل افق‌های خاک از سطح به عمق می‌باشد و افزایش میزان رنگ نیز گویای همین مطلب است، هرچه رنگ خاک قرمزتر می‌شود اغلب هوادیدگی و تکامل خاک افزایش می‌یابد. در پروفیل شماره ۲ تغییرات آنچنانی دیده نشده است، در پروفیل شماره ۳ از سطح به عمق شاخص قرمزی افزایش داشته است و گویای افزایش تکامل افق‌های خاک از سطح به عمق می‌باشد، در پروفیل شماره ۴ شاخص قرمزی روند ثابتی داشته است، پروفیل شماره ۵ با کاهش شاخص قرمزی همراه بوده است که می‌تواند نشانگر این مطلب باشد که تکامل خاک از سطح به عمق کاهش داشته است، افزایش RI در افق Bk دلیل بسیار خوبی برای تکامل این افق نسبت به افق Bw ,A و C در سایر پروفیل‌هاست. به‌طور استثناء در پروفیل شماره ۷، افق C۳، بالاترین RI را به خود اختصاص داده است که در سایر افق‌های C این شاخص پائین گزارش شده است، شاید دلیل اصلی بالا بودن این شاخص در این افق به خاطر نوع مواد مادری متفاوت باشد، البته کانی‌شناسی آن انجام نشده است لذا توصیه به کانی‌شناسی سنگ مادری منطقه می‌شود. با توجه به این که از بین همه پروفیل‌ها، پروفیل شماره ۱، ۲ و ۶ در رده اینسپتی‌سول و بقیه پروفیل‌های خاک در رده انتی‌سول می‌باشند در نتیجه این سه پروفیل نسبت به بقیه پروفیل‌ها، تکامل بیشتری دارند، در این سه پروفیل شدت

---

[۱۸۹] -Xeric

[۱۹۰] -Mesic

[۱۹۱] -USDA Soil Taxonomy ۲۰۱۴

[۱۹۲-۴] World reference base ۲۰۱۴

رسوبگذاری کاهش یافته یا متوقف شده است و فرآیندهای خاکسازی عمل نمودند که نتیجه آن پیدایش افق کمبیک (Bw) و در مواردی افق‌های کلسیک (Bk یا Ck) بوده است. در افق‌های سطحی خاک‌ها عمدتاً ساختمان‌های تک‌دانه‌ای و توده‌ای، افق‌های زیر سطحی بیشتر دارای ساختمان توده‌ای تا مکعبی نیمه زاویه‌دار مشاهده شد، این مطلب نشان می‌دهد که افق‌های زیرین خاک، وضعیت ساختمان بهتری نسبت به افق‌های سطحی دارند و در نتیجه تکامل بیشتری دارند. با توجه به فرمول S=F(CL, R, P, O, T)، اقلیم که یکی از فرایندهای خاکسازی می‌باشد در کل منطقه یکسان می‌باشد و تأثیر آنچنانی بر تشکیل خاک ندارد، مواد مادری، توپوگرافی و زمان در این منطقه روی تشکیل و تکامل این خاک‌ها اثر گذاشته‌اند. به‌طوریکه خاکهای موجود در منطقه از نظر تأثیر زمان به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند: خاکهای جوان که زمان کافی جهت تکامل آن‌ها وجود نداشته است و بجز افق مشخصه اکریک، افق مشخصه دیگری ندارند، این خاک‌ها در رده انتی‌سول طبقه‌بندی شدند و خاکهایی که به علت شیب ملایم، عدم فرسایش زیاد، سپری شدن زمان لازم تکامل‌یافته‌اند، در نتیجه دارای افق مشخصه کلسیک و کمبیک می‌باشند که این خاک‌ها در رده اینسپتی‌سول طبقه‌بندی شده‌اند، برخی از ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاکهای مربوطه در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مورفولوژی صحرایی، خاکهای این منطقه را بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکائی(۲۰۱۴) در دو رده انتی‌سول[۱۹۳] ، اینسپتی‌سول[۱۹۴] و چهار تحت گروه، Typic Xerorthents, Typic Calcixerepts, Lithic Calcixerepts, Typic Haploxerepts قرار گرفتند.

جدول ۱ . برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد مطالعه

شماره پروفیل	افق	عمق (Cm)	شن	سیلت	رس (%)	pH	EC (ds/m)	CEC (Cmol/kg)	رنگ خاک خشک	%OM
۱	A	۳۰-۰	۷۴	۵/۱۹	۵/۶	۹/۷	۱۱/۰	۸	۵/۷YR۱/۴	۰۲/۲
	Bw۱	۷۰-۳۰	۸۴	۵/۹	۵/۶	۵/۷	۱۲/۰	۵	۵/۷YR۱/۳	۳۴/۱
	Bw۲	۱۱۰-۷۰	۵/۶۵	۱۹	۵/۱۴	۱/۸	۱۸/۰	۷	۱۰YR۱/۴	۰۱/۱
۲	A	۲۵-۰	۵/۷۶	۱۷	۵/۶	۹/۷	۱۱/۰	۷	۵YR۱/۴	۳۵/۲
	Bk	۵۵-۲۵	۵/۷۸	۱۶	۵/۵	۹/۷	۱۲/۰	۸	۵YR۱/۳	۰۱/۱
	Ck	۱۰۵-۵۵	۸۲	۵/۱۱	۵/۶	۳/۷	۱۱/۰	۷	۵YR۱/۴	۶۸/۱
۳	A	۲۷-۰	۵/۸۶	۷	۵/۶	۸/۷	۱۵/۰	۷	۵YR۱/۴	۳۴/۱
	C۱	۴۰-۲۷	۵/۸۳	۸	۵/۸	۹/۷	۱۳/۰	۶	۵YR۱/۴	۳۴/۰
	C۲	۱۰۵-۴۰	۷۶	۵/۱۵	۵/۸	۲/۸	۱۴/۰	۵	۵/۷YR۱/۳	۳۴/۱
۴	A	۲۴-۰	۸۸	۵/۵	۵/۶	۸/۷	۰۹/۰	۷	۵R۱/۴	۶۸/۱
	C۱	۳۸-۲۴	۸۸	۵/۵	۵/۶	۱/۸	۰۸/۰	۵	۵R۱/۴	۶۸/۱
	C۲	۱۱۰-۳۸	۵/۸۴	۵/۵	۱۰	۹/۷	۰۹/۰	۶	۵R۱/۴	۰۱/۱
۵	A	۲۳-۰	۸۴	۵/۹	۵/۶	۶/۷	۱۴/۰	۷	۵/۷R۱/۴	۰۲/۲
	C۱	۵۳-۲۳	۸۴	۱۰	۶	۱/۸	۱۰/۰	۶	۵/۷R۱/۵	۳۴/۰
	C۲	۱۱۵-۵۳	۵/۷۲	۵/۱۵	۱۲	۷/۷	۱۳/۰	۷	۵/۷R۱/۵	۶۸/۱
	A	۲۹-۰	۷۶	۵/۱۵	۵/۸	۸	۱۱/۰	۶	۵/۷YR۱/۴	۳۴/۱

[۱۹۳] Entisols-۵
[۱۹۴] Enceptisols-۶

۶	Bw	۳۸-۲۹	۵/۷۰	۱۷	۵/۱۲	۸	۱۱/۰	۷	۵/۷YR۱/۵	۰۱/۱
	Bk	۱۱۰-۳۸	۵/۶۳	۱۶/۵	۲۰	۷/۷	۱۱/۰	۵	۱۰YR۳/۷	۳۴/۱
۷	A	۲۵-۰	۷۸	۱۵/۵	۵/۶	۹/۷	۱۳/۰	۷	۵/۷R۱/۵	۳۵/۲
	C۱	۳۴-۲۵	۵/۷۴	۱۷	۵/۸	۵/۷	۱۱/۰	۵	۵/۲YR۱/۵	۰۲/۲
	C۲	۹۵-۳۴	۵/۷۶	۱۷	۵/۶	۱/۸	۱۱/۰	۷	۵/۲YR۱/۵	۳۴/۱
	C۳	۱۲۵-۹۵	۵/۸۸	۵	۵/۶	۸/۷	۱۲/۰	۶	۵YR۴/۳	۶۸/۱
۸	A	۲۰-۰	۶۸	۵/۲۱	۵/۱۰	۹/۷	۱۸/۰	۷	۵/۲YR۲/۵	۰۲/۲
	C۱	۳۰-۲۰	۵/۷۶	۱۷	۵/۶	۹/۷	۱۰/۰	۷	۵/۲YR۱/۴	۰۱/۱
	C۲	۸۷-۳۰	۶۸	۵/۲۵	۵/۶	۸	۱۵/۰	۶	۵/۲YR۱/۴	۶۸/۱
	C۳	۱۲۰-۸۷	۸۶	۵/۷	۵/۶	۹/۷	۱۳/۰	۱۱	۵/۲YR۱/۴	۰۱/۱

نتیجه گیری

خاکهای مورد مطالعه دارای بافت شنی، سنگریزه زیاد، گچ ناچیز، EC کم، pH در محدوده قلیایی ضعیف بودند. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) خاک‌ها بشتر تابع نوع، مقدار رس و مواد آلی است، این مطلب با توجه به مقدار رس و ماده آلی پائین این خاک‌ها، صدق می‌کند، در نتیجه ظرفیت تبادل کاتیونی این خاک‌ها کم می‌باشد. با توجه به این که میزان کربنات کلسیم در خاک نشان دهنده تکامل خاک، نوع افق کلسیک و وضعیت عناصر غذایی در خاک است، پروفیل‌های شماره ۲ و ۶ دارای افق کلسیک می‌باشند و تکامل بیشتری نسبت به بقیه پروفیل‌های خاک دارند. با توجه به شاخص قرمزی(RI)، افزایش RI در افق Bk دلیل بسیار خوبی برای تکامل این افق نسبت به افق A، Bw و C در سایر پروفیل‌هاست، از عوامل خاکساز، عاملی که بیشترین تأثیر را بر تشکیل و تکامل خاکهای مذکور داشته است، زمان می‌باشد که از نظر تأثیر زمان به دو رده تقسیم می‌شوند: اول خاکهای جوان که زمان کافی جهت تکامل آن‌ها وجو نداشته و بجز افق سطحی اکریک فاقد هر نوع افق مشخصه دیگری هستند و در رده‌ی انتی‌سول قرار می‌گیرند مانند، پروفیل‌های ۸، ۷، ۵، ۴ و ۳. دوم خاک‌هائی که به علت شیب ملایم، عدم فرسایش زیاد، رطوبت بالنسبه کافی، دست نخورده بودن در طی زمان، سپری شدن زمان لازم، تکامل یافته و در نتیجه دارای افق کلسیک می‌باشند که در رده‌ی اینسپتی‌سول قرار می‌گیرند مانند، پروفیل ۲، ۶.

منابع

اولیائی، ح. ر. ۱۳۸۴. مطالعه کانی‌شناسی رس، میکرومورفولوژی و تکامل خاکهای استان کهگیلویه و بویر احمد، جنوب غرب ایران. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

بای‌بوردی، م . ۱۳۷۲. خاک، پیدایش و رده‌بندی. انتشارات دانشگاه تهران.

جعفری، م. و ف، سرمدیان. (۱۳۸۲)، مبانی خاکشناسی و رده‌بندی خاک، انتشارات دانشگاه تهران. ۷۸۸ صفحه.

دیالمی، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثرات توپوگرافی بر پیدایش خاک و مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و طبقه‌بندی خاکهای مناطق شبانکاره میمند - استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

ریاحی، ع. ا. ۱۳۶۸. مطالعات نیمه تفصیلی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی منطقه ازندریان، ملایر، استان همدان، نشریه شماره ۷۸۶. صفحات ۱۰-۱.

Banae, M. H., (Ed), ۱۹۹۸. *Soil moisture and Temperature regime map of Iran*. Soil and water Research Institute. Ministry of Agriculture. Iran.

Malekooti M. J., and Homayi M. ۱۹۹۴. Soil fertility in arid regions Tarbiat Modares university. Press, ۴۹۴p.

Abstract

In order to study of physicochemical properties and classification of soils area Azandarian (Hamadan), ۸ profiles were studied. The results of this research showed that Salome soil have light texture and the highest amount of clay of ۲۰% was observed in the Bk horizon profiles (۶). cation exchange capacity of soils (CEC) is function of type and amount of clay and organic matter, the studied soils contains low amount of clay and organic matter, as a result their cation exchange capacity have low which the highest and the lowest value was respectively ۵ and ۱۱ Cmole(+) / kg and The amount of soil organic matter from % ۰/۳۴ in C۱ Horizon of profiles (۳), C۱ Horizon of profiles ۵, to % ۲/۳۵ in the A Horizon profiles (۲), A Horizon profiles was variable (۷). Due to the amount of calcium carbonate in the soil indicates the evolution of the soil, type of Calcic Horizon and the nutrient elements in the soil so profiles of ۲ and ۶ which are Calcic Horizon have the most evolution and development. RI is marker to detect the development of soil, higher value of index indicating more evolution. High value of RI in the Bk Horizon is the reason for the evolution of this profile compared to another profiles. . based on the physicochemical properties and desert morphology of the soils of this area, according to American soils classification (USCS), were classified in the two order Entisols and Enceptisols, ۴ Subgroups

انتخاب بهترین روش زمین آماری جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی ازت خاک

امیرمنصور شهسوار [۱]، ندا صفاری انارکی [۲]
۱- عضو هیئت علمی گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، ۲-دانشجوی مقطع دکترای دانشگاه صنعتی اصفهان

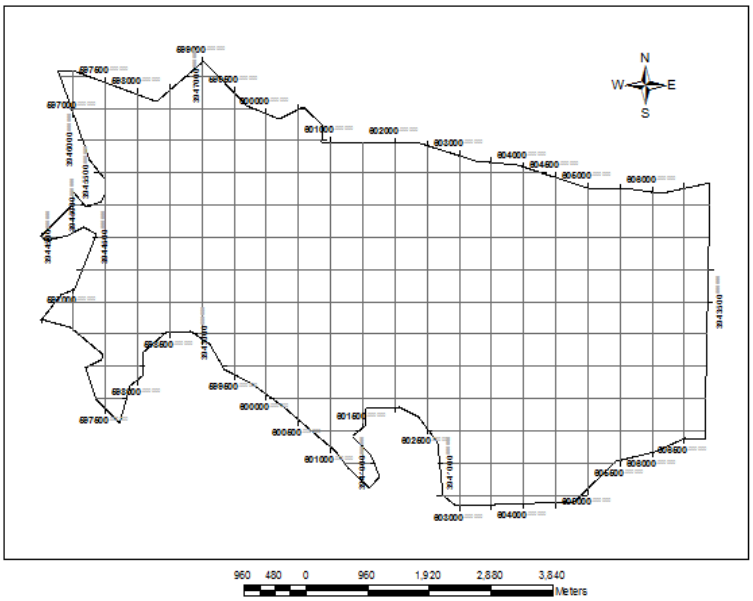
چکیده
هدف عمده از این تحقیق علاوه بر تعیین میزان ازت کل خاک در منطقه، پهنه بندی آن به دوروش کریجینگ و کو کریجینگ و مقایسه قابلیت این دو روش در پهنه بندی این عنصر ضروری است. عرصه مورد مطالعه با وسعت ۴۰۰۰ هکتار شامل هشت سری خاک است که در زیر حوزه منطقه دماوند قرار دارد. تعداد نقاط مطالعاتی مشتمل بر یکصد و چهل نقطه نمونه برداری ا ست. سپس مقادیر ازت و برخی از مولفه‌های فیزیکوشیمیایی خاک عرصه مذکور مورد تجزیه آزمایشگاهی واقع شد. پس از تجزیه و تحلیل ها ی آماری، از نرم افزار ArcGIS (روش های کریجینگ و کو کریجینگ) جهت بررسی تغییرات مکانی ازت کل، استفاده شد. طبق نقشه‌های تهیه شده و با مقایسه میانگین مجذور مربعات خطا در روش های کاربردی، میانگین مجذور مربعات خطا در روش کوکریجینگ با روش واریانس متقابل برابر با ۰۲۴۴/۰ برآورد شد که در بین دو روش دارای کمترین میزان خطا بود.

کلمات کلیدی: اینسپتی‌سول، انتی‌سول، کریجینگ

مقدمه
توزیع مکانی عناصر غذایی در خاک مدتهاست مورد توجه متخصصین علوم خاک بوده است. یافتن روشهای کارآمد در افزایش بازده مصرف کودهای شیمیایی و کاهش تلفات آنها به منظور کنترل آلودگیهای زیست محیطی از جمله اقدامات موثر در نیل به کشاورزی پایدار است. با توجه به اینکه ویژگیهای مکانی خاک دارای همبستگی مکانی بالایی است، استفاده از روشهای زمین آمار بیش از پیش توسعه یافته است. کاربرد تکنیک زمین آمار در علوم خاک با تاکید بر توصیفهای کمی تنوع مکانی و ویژگیهای خاک، موجب بهبود دقت تخمین ویژگیهای خاک جهت درون یابی داده ها و نقشه سازی می گردد(۸). تریانتافیلیس و همکاران (۷) با مقایسه پنج روش زمین آمار برای برآورد شوری، دریافتند روش کریجینگ رگرسیونی، برآورد بهتری را نسبت به روشهای کریجینگ معمولی، کریجینگ سه بعدی و کوکریجینگ ارائه می دهد. اسماعیل و جونوسی(۳) تغییرات مکانی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در باغی در مالزی با استفاده از روش‌های زمین آماری و با کمک نرم افزار GS+ مورد بررسی قرار دادند. لیوید و آتکینسون (۴) از پنج روش زمین آماری جهت برآورد و پیش بینی مقدار NO_3)دی اکسید نیتروژن) در انگلستان استفاده کردند. نتایج نشان داد که روش کریجینگ ساده با میانگین تغییر یافته موضعی (SKLM)[۱۹۵]، بر اساس معیار اعتبار سنجی متقابل، برآورد بهتری داشته و روش‌های کریجینگ معمولی و وزن دهی معکوس فاصله در اولویت های بعدی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها
عرصه مذکور بخش‌هایی از دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز مرکزی را در بر می‌گیرد. در گام نخست از این پژوهش سعی بر آن شد، تا با کمک اطلاعات پایه‌ای حاصل از نقشه‌های توپوگرافی و خاکشناسی به همراه عکس‌های هوایی، نمایی جامع از منطقه مورد نظر بدست آید. سپس در شبکه‌ای طراحی شده در محیط نرم افزاری GIS نقاط گمانه‌زنی تعیین شدند که با کسر نقاط غیر قابل نمونه برداری مانند مناطق شهری و مسکونی و نقاط با کاربری غیر زراعی، در مجموع از کل مساحت حوزه که معادل ۴۰۰۰ هکتار می باشد، یکصدوچهل نقطه نمونه برداری بدست آمد. در مرحله بعد مختصات نقاط حاصله شامل طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی نقاط در قالب فایل اطلاعاتی در محیط GIS، کد گذاری و تعریف شد. در مرحله بعد اطلاعات به دستگاه GPS انتقال داده شد.

[۱۹۵] Simple Kriging with a locally varying mean



شکل ۱- شبکه بندی منطقه مورد مطالعه برای تعیین نقاط گمانه زنی

پس از آنالیز مولفه‌های عمومی فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها (TNV, %OM , EC, PH% و بافت خاک) تعیین و سپس مقدار ازت کل نمونه‌ها، به کمک دستگاه کجلدال مدل "BUCHI ۳۳۹" تعیین شد. مقدار ازت کل بدست آمده در منطقه به تفکیک رده و سری خاکهای منطقه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات آزمایشگاهی بدست آمده بصورت داده‌ها (INPUT) به سامانه ArcGIS وارد شد، به صورتی که هر مولفه در قالب یک لایه اطلاعاتی برای سیستم تعریف شد.برای برآورد کربن آلی در منطقه مورد مطالعه از روش‌های روش های میان یابی زمین آماری کریجینگ و کوکریجینگ استفاده شد.

بررسی ساختار مکانی داده‌ها

در مدل‌های زمین آمار به منظور تخمین متغیرها در نقاط مجهول، موقعیت مکانی داده‌ها در نظر گرفته می شود و ارتباط بین داده ها به صورت یک مدل ریاضی ارائه می‌گردد. تخمین‌گرهای زمین آمار مقادیر مجهول را با استفاده از نقاط معلوم و یک نیم تغییر نما بر آورد می‌کند. نیم تغییر نما از سه مولفه اثر قطعه‌ای، شعاع تاثیر و حد آستانه تشکیل شده‌اند. مقدار نیم تغییر نما به ازای h=۰ را اثر قطعه‌ای گویند که معمولا ناشی از خطای نمونه برداری و یا آنالیز نمونه‌ها است. با افزایش h، مقدار نیم تغییر نما تا فاصله معینی اضافه شده سپس به مقدار ثابتی می‌رسد که این فاصله را شعاع تاثیر و مقدار نیم تغییر نما را که ثابت شده را حد آستانه گویند که همان واریانس مکانی متغیر مورد بررسی است.

شکل محاسباتی نیم تغییر نما به صورت رابطه (۱) است:

$$\gamma_{(h)} = \frac{1}{2N(h)} * \sum_{i=1}^{N(h)} \left(X_i - X_{(i+h)}\right)^2 \qquad (۱)$$

که در آن، $\gamma_{(h)}$ ، مقدار نیم تغییر نما برای جفت نقاطی که به فاصله h از هم قرار دارند،N(h) تعداد زوج نقاطی که به فاصله h از هم قرار دارند، X_i مقدار اندازه گیری شده متغیر x در موقعیت (i) ام و $x_{(i+h)}$ مقدار مشاهده شده متغیر x در موقعیت (h+i) ام است.

تعیین مناسبترین روش میان یابی[۱۹۶]

پس از رسم واریوگرام و برازش مدل مناسب، عملیات میان‌یابی بوسیله روش‌ه ای کریجینگ، کوکریجینگ با توان‌های مختلف بررسی گردید. بدین منظور می‌توان از شیوه‌های مختلفی استفاده نمود که یکی از مناسب‌ترین آنها استفاده از نتایج ارزیابی متقابل

[۱۹۶] Interpolation

است(۱) ، بدین ترتیب که ابتدا یکی از نقاط اندازه گیری را حذف نموده و سپس با استفاده از سایر نقاط و اعمال روش میان‌یابی مورد نظر برای نقطه حذف شده، برآورد آماری صورت گیرد، در مرحله بعد این نقطه به محل خود برگردانده شده و نقطه بعدی حذف می گردد و به همین ترتیب برای تمام نقاط مشاهده ای یک برآورد صورت گرفته و نتایج در قالب دو مقدار مشاهده ای و برآوردی ارائه می گردد. در این پژوهش به منظور آزمون نکویی برازش روش های میان یابی، از ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده(RMSE) استفاده شد که فرمول محاسبه آن به شرح زیر می باشد:

$$R.M.S.E = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{n} Z(x_i) - Z^*(x_i)^2} \quad (۲)$$

که در آن $Z^*(x_i)$ مقدار برآورد شده متغیر مورد نظر، $Z(x_i)$ مقدار اندازه‌گیری متغیر مورد نظر(مقدار مشاهده ای) و N تعداد مشاهدات می باشد.

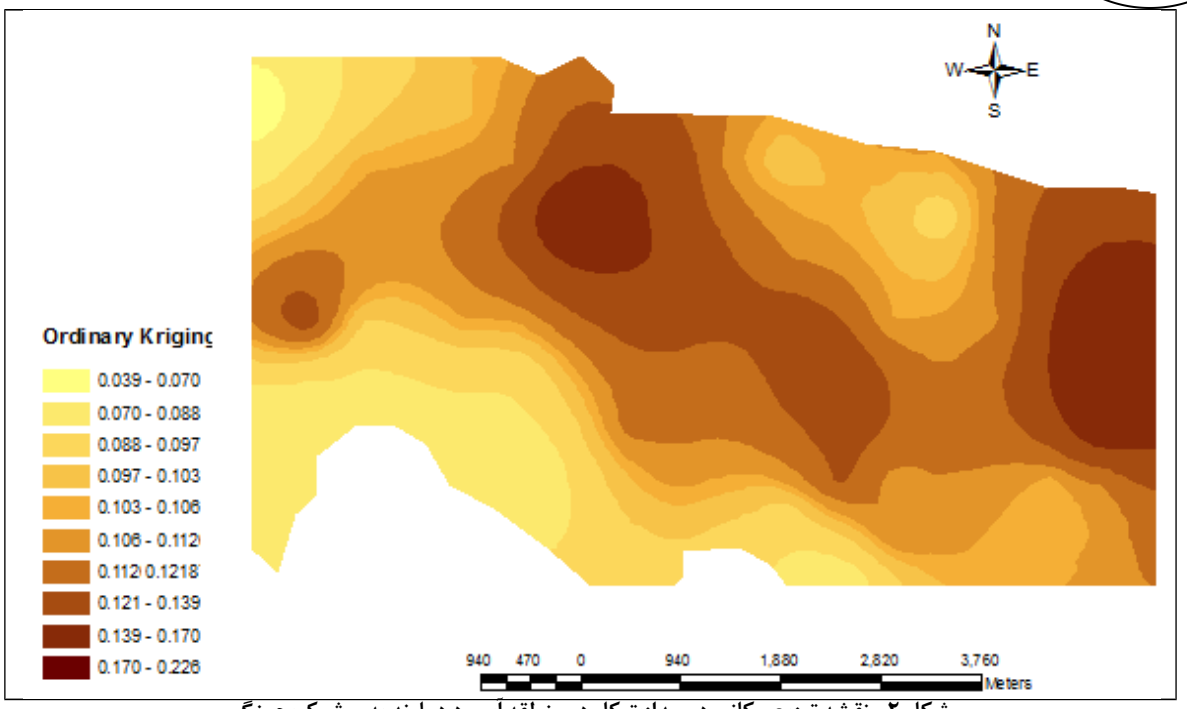
نتایج و بحث

میانگین غلظت ازت کل در یکصد و چهل نقطه مطالعاتی به طور معنی داری بالا بود، به طوریکه بیشینه آن به میزان ۰/۲۲۷ و کمینه آن به میزان ۰/۰۳۹ درصد تعلق داشت و میانگین آن ۰/۱۰۹ درصد بود. بافت خاکهای منطقه بیشتر متوسط تا سنگین و قابلیت هدایت الکتریکی خاک اغلب نمونه ها پایینتر از حد آستانه طبیعی (۴ دسی زیمنس بر متر) بود. اسیدیته خاک در کلیه نمونه ها باستثنای یک نمونه در حد متعارف بوده و در دامنه مناسب برای اغلب محصولات زراعی و باغی قرار داشت. مقدار ماده آلی از حدود ۰/۳ درصد تا حدود ۵/۳ درصد در نوسان بود. نقشه پهنه بندی فوق وجود سه ناحیه با تمرکز بالا از ازت را نمایش میدهد که شامل حاشیه شرقی و تا حدودی شمال شرقی منطقه، حاشیه شمالی همچنین تا حدودی حاشیه غربی منطقه را در بر می گیرد، همچنین درصد بالایی از اراضی (۸۸ درصد) محتوایی از ازت کل معادل ۰/۰۵ تا ۰/۱۵ درصد را در بر داشتند. جهت برازش بهترین مدل بر روی واریوگرام تجربی، از میزان RSS کمتر و استحکام ساختار فضایی قویتری استفاده شد(۶).

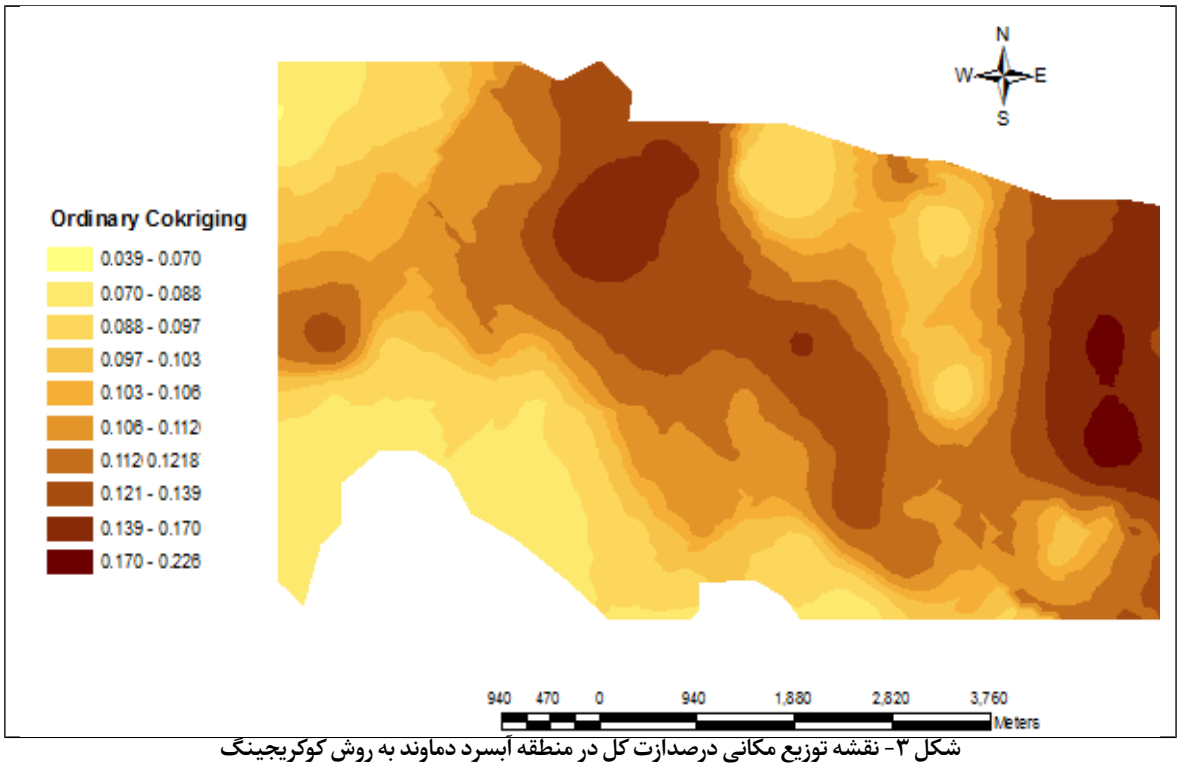
جدول۱- روش های مورد استفاده در برآورد ازت

روش	واریانس متغیر	نقاط همسایگی	دامنه	آستانه	اثر قطعه ای	نسبت اثر قطعه ای برآستانه	استحکام ساختار فضایی	مدل
کریجینگ معمولی	-----	۱۳	۳۴۰۰	۰۶۴۰۹/۰	۰۳۲۲۳/۰	۵۰۲۸۸۷/۰	متوسط	نمایی
کوکریجینگ معمولی	اصلی	۱۵	۲۴۰۰	۰۶۹۹۷/۰	۰۲۳۵۴/۰	۳۳۶۴۳/۰	متوسط	نمایی

پس از نرمال نمودن داده‌ها به روش لگاریتم گرفتن، میانگین مجذور مربعات خطا در روش کریجینگ، ۰۳۲۰۲/۰ تعیین شد و در روش کوکریجینگ متغیر اصلی دارای میانگین مجذور مربعات خطای معادل ۰۲۶۴۷/۰ شد و متغیر کمکی (ازت کل) این شاخص، ۰۲۴/۰ برآورد شد. میانگین مجذور مربعات خطا در روش کوکریجینگ به روش واریانس متقابل، معادل ۰۲۴۴/۰ تعیین شد.



شکل ۲- نقشه توزیع مکانی درصدازت کل در منطقه آبسرد دماوند به روش کریجینگ



شکل ۳- نقشه توزیع مکانی درصدازت کل در منطقه آبسرد دماوند به روش کوکریجینگ

طبق نقشه‌های تهیه شده و مقایسه میانگین مجذور مربعات خطا در روش‌های کاربردی، روش کوکریجینگ دارای کمترین خطا بوده و پس از آن روش کریجینگ می‌تواند به‌عنوان بهترین روش برآورد ازت در منطقه مورد مطالعه، مورد استفاده واقع شود.

منابع

Davis, B.M. ۱۹۸۷. Uses and abuses of cross-validation in Geostatistics. Math. Geol. ۱۹, ۲۴۱-۲۴۸.

Huilim.li.y.han.and z.cai.۲۰۰۳.nitrogen mineralization in paddy soils of the taihu region of china under anaerobic cond itions : dynamics and model fitting .geoderma.vol.۱۱۵.

Ismail MH and Junusi R, ۲۰۰۹. Determining and mapping soil nutrient content using geostatistical technique in a Durian orchard in Malaysia. Journal of Agricultural Science ۱(۱): ۸۶-۹۱.

Lioyd PM and Atkinson CD, ۲۰۰۴. Increased accuracy of geostatistical prediction of nitrogen dioxide in the United Kingdom with secondary data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation ۵: ۲۹۳-۳۰۵.

Myers, D.B., N. R Kitchen, and K. A. Sudduth.۲۰۰۳.Assessing Spatial and Temporal Nutrient Dynamic with a Proposed Nutrient Buffering Index. Proceeding North Central Extension Industry Soil Fertility Conference, ۲۰۰۳. P. ۱۹۰-۱۹۹.

Robinson, T.P. and Metternich, G. ۲۰۰۶.Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties, Computers Electronics in Agriculture ۵۰)۹۷-۱۰۸.

Triantaflis J, Odeh IOA and Bratney Mc. ۲۰۰۱. Five geostatistical methods to predict soil salinity from electromagnetic induction data across irrigated cotton. Soil Science Society of America Journal ۶۵: ۸۶۹-۸۷۸.

Webster R., ۱۹۸۵. Quantitative Spatial Analysis of Soil in the field, Advance in Soil Science, New York, Springer, Vol. ۳,pp: ۱-۷۰.

Abstract

Zoning on Total nitrogen in soil and identifying of its spread are helpful for management of Soil Fertility and prevention of the spread of its pollution. The arena going to be discussed here with the extent of ۴۰۰۰ ha is located in the Damavand sub watershed. This zone, according to the Soil Taxonomy System, contains of two soil orders (Entisol and Inceptisol) that generally includes ۸ different soil series. Considering the point that the study is sub spacious, ۱۴۰ sample Points were provided. Then, the Total nitrogen quantities and some of the physicochemical components of the mentioned local have been analyzed. After statistical analysis, the software ArcGIS, Kriging method was used to study the spatial variations of total nitrogen. According the maps, mean squared error of square method using Kriging by variance equal cross method ۰.۰۳۲۰۲ was estimated.

بررسی رابطه کربن آلی خاک و شاخص‌های توپوگرافی در مزراع گندم دیم

فاطمه بابائی [۱]، علی‌رضا واعظی [۲]، مهدی طاهری [۳]، محسن احدنژاد روشتی [۴]
۱-دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه زنجان ، ۲-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان، ۳-عضو هیئت علمی مرکز پژوهشات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، ۴-دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه زنجان

چکیده
کربن آلی خاک از عوامل مهمی است که بر سلامت خاک، آب و اتمسفر مؤثر است. هدف از این پژوهش ارائه مدلی است که با استفاده از شاخص‌های توپوگرافی، کربن آلی خاک را توسط رگرسیون خطی چند متغیره برآورد نماید. بدین منظور، ۸۰ نمونه خاک به صورت تصادفی در ۳ تکرار از مزارع دیم گندم واقع در شهرستان خدابنده، زنجان در سال ۱۳۹۲ تهیه شد. درصد کربن آلی، در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. شاخص‌های توپوگرافی مختلفی با استفاده از مدل ارتفاع رقومی برای محدوده شهرستان خدابنده تعیین شد. نتایج این مطالعه نشان داد که در میان شاخص‌های توپوگرافی محاسبه شده، شاخص خیسی توپوگرافی، درصد شیب و انحنای حداکثر دارای همبستگی معنی داری با میزان کربن آلی خاک بودند. همچنین با توجه به نتایج رگرسیونی خطی گام به گام، شاخص خیسی توپوگرافی قادر به توجیه ۳۴ درصد از تغییرات کربن آلی خاک بود و رابطه ارائه شده در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود.

واژه های کلیدی: مدل ارتفاع رقومی، شاخص خیسی، انحنای حداکثر، شیب

مقدمه
کربن آلی خاک عامل مهمی است که بر سلامت و کیفیت خاک و آب، عملکرد محصول، گرم شدن زمین و شرایط اکوسیستم‌های مختلف مؤثر است (Lal, ۲۰۰۴). کربن آلی با تاثیر بر برخی از ویژگی‌های خاک، در بهبود کیفیت خاک از نقطه نظر تولید محصول و حفاظت خاک و آب ایفای نقش دارد. یکی از مهمترین دغدغه‌های پژوهشگران بررسی عوامل مؤثر بر میزان کربن آلی خاکها در شرایط و مقیاس‌های مختلف است (Guo and Gifford, ۲۰۰۲; Hook and Burke, ۲۰۰۰; Terra et al., ۲۰۰۴). به نظر می‌رسد که مقدار کربن آلی در خاک تابعی از اثرات متقابل اقلیم، پوشش گیاهی، زهکشی، مدیریت زراعی و کاربری اراضی و ویژگی‌های ذاتی خاک از جمله بافت خاک، کانی شناسی و ساختمان خاک است (Ayoubi et al., ۲۰۱۲).
توپوگرافی یکی از پنج عامل مهم خاکسازی است که بر فرآیندهای تشکیل خاک و فرسایش خاک مؤثر است (Buol et al., ۲۰۱۱; Sharma, ۲۰۱۰). فرسایش آبی خاک به طور جهانی مسئول تحرک ۱ گیگاتن کربن آلی در سال است (Renwick et al., ۲۰۰۴). از این رو توپوگرافی می‌تواند از عوامل مهم بر میزان کربن آلی در خاک باشد. موقعیت‌های مختلف توپوگرافی از نظر حفظ رطوبت خاک و ایجاد شرایط مناسب برای استقرار گیاهی و در نتیجه میزان انباشته شدن و تجزیه کربن آلی در خاک مؤثر باشند (Penna et al., ۲۰۰۹). مطالعات مختلفی تاکنون برای بررسی برخی از شاخص‌های توپوگرافی بر میزان کربن آلی خاک صورت گرفته است. محققان گزارش کرده‌اند که شیب با کلاس خاک، ماده مادری، میزان pH، کربن آلی و ازت خاک دارای همبستگی معنی‌دار منفی است (Wiesmeier et al., ۲۰۱۳). در پژوهشی که در فلات لسی چین در یک حوزه آبخیز انجام شد محققان گزارش کردند که الگوهای توزیع مکانی کربن آلی مشابه الگوهای ساختار توپوگرافی و کاربری اراضی است (Wang et al., ۲۰۰۹). همچنین نتایج پژوهش دیگری نشان داد که شاخص خیسی با میزان کربن آلی خاک همبستگی دارد. شاخص خیسی[۱۹۷] شاخصی از توپوگرافی است که توازن بین میزان رطوبت خاک و زهکشی را در مقیاس محلی نشان می‌دهد (Pei et al., ۲۰۱۰). ملکی و همکاران (۱۳۹۳) برای برآورد مکانی کربن آلی خاک بر اساس شاخص‌های توپوگرافی مختلف از روشهای زمین آماری در بخشی از اراضی شیب دار و لسی منطقه توشن، استان گلستان کردند. نتایج پژوهش‌های آنها نشان داد که شاخص خیسی دارای همبستگی مکانی بالایی با میزان کربن آلی بود. نقشه‌های درونیابی حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که با افزایش درجه شیب مقدار کربن آلی خاک کاهش می‌یابد.
اهداف این پژوهش ۱) تعیین شاخص‌های توپوگرافی مؤثر بر میزان کربن آلی خاک و ۲) بررسی اثر آن‌ها بر میزان کربن آلی و ۳) در صورت امکان ارائه و ارزیابی مدلی برای برآورد کربن آلی است.

مواد و روش‌ها
مطالعه حاضر در سال زراعی ۱۳۹۲ و در شهرستان خدابنده استان زنجان در سطح دیمزارهای گندم دیم صورت گرفت. با مراجعه به منطقه مورد مطالعه، نمونه برداری خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر از دیمزارهای گندم و مختصات جغرافیایی با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[۱۹۸] (GPS) ثبت شد. در کل ۸۰ نمونه تهیه شد. شکل (۱) موقعیت شهرستان مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری را

[۱۹۷]-Topographic wetness index
[۱۹۸]-Global positioning system

نشان می‌دهد. سپس در آزمایشگاه مقدار کربن آلی (OC) به روش سوزاندن تر (Nelson and Sommer, ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. شاخص‌های توپوگرافیک مختلف شامل درصد شیب، انحنای قائم[۱۹۹]، انحنای افقی[۲۰۰]، انحنای مماسی[۲۰۱]، انحنای عمومی[۲۰۲]، انحنای حداقل[۲۰۳]، انحنای حداکثر[۲۰۴]، انحنای طولی[۲۰۵] و شاخص خیسی با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی[۲۰۶] (DEM) با ابعاد سلول ۸/۷۲ متر × ۸/۷۲ متر، توسط نرم افزار SAGA نسخه ۲.۱.۴ و ArcGIS نسخه ۱۰.۳ برای نقاط نمونه‌برداری بدست آمدند. ابتدا تمام متغیرهای (شاخص‌های توپوگرافی و کربن آلی خاک) از نظر نرمال بودن بررسی شدند و در صورت عدم نرمال بودن از روش تبدیل جانسون[۲۰۷] با استفاده از نرم افزار Minitab نسخه ۱۶ برای نرمال کردن آن‌ها استفاده شد. میزان کربن آلی از توزیع نرمال تبعیت می‌کرد اما ویژگی‌های توپوگرافیک هیچکدام از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کردند. با استفاده از روش همبستگی پیرسون، ضرایب همبستگی بین تمام متغیرها (n=۸۰) بررسی شد و متغیرهایی که در سطح احتمال ۹۵ درصد، دارای همبستگی معنی‌داری با میزان کربن آلی خاک بودند، به عنوان ورودی‌های رگرسیون چند متغیره خطی گام به گام انتخاب شدند. رابطه خطی ارائه شده با استفاده از روش اعتبارسنجی ضربدری ارزیابی شد. از نرم افزار R به این منظور استفاده شد.

نتایج و بحث

میانگین و ضریب تغییرات ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱-میزان کربن آلی و شاخص‌های توپوگرافی نرمال شده در محل‌های نمونه برداری

ویژگی های مورد مطالعه	میانگین	ضریب تغییرات
کربن الی	۹۸/۰	۵۴/۰
درصد شیب	۵۱/۴	۰۵/۱
انحنای قائم	-۵/۷×۱۰$^{-۵}$	-۹۶/۵
انحنای افقی	۰۰۰۷/۰	۰۶/۲۱
انحنای مماسی	۱۰$^{-۶}$× -۵۲/۳	-۶۶/۱۰۸
انحنای عمومی	-۰۰۰۲/۰	-۶۴/۸
حداقل انحنا	-۰۰۰۳/۰	-۴/۱
انحنای حداکثر	۰۰۰۲/۰	۶۹/۱
انحنای طولی	-۰۰۰۱/۰	-۴/۶
شاخص خیسی	۱۱/۱۰	۲۵/۰

طبق جدول (۲) کربن آلی بیشترین همبستگی را با میزان شاخص خیسی (r = ۵۹/۰) دارد که در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی دار است. همینطور ضرایب همبستگی معنی‌داری بین کربن آلی و شیب (r = -۳۷/۰) و همینطور کربن آلی و حداکثر انحنا (r = -۳۴/۰) وجود دارد که هر دو در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی دار هستند. این نتایج حاکی از آن است که با افزایش میزان شاخص خیسی میزان کربن آلی در خاکهای منطقه افزایش نشان می‌دهد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش Wiesmeier et al. (۲۰۱۳) که گزارش کردند شاخص خیسی با کلاس خاک، ماده مادری، میزان pH، کربن آلی و ازت خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت است، مطابقت دارد. میزان افزایش شاخص خیسی با افزایش تجمع آب و میزان رطوبت خاک در ارتباط است (Schwanghart and Jarmer, ۲۰۱۱). از این رو، افزایش آن احتمالاً با ایجاد شرایط مساعد برای خاکسازی و استقرار گیاه و تجمع کربن آلی در ارتباط است. افزایش شیب و انحنای حداکثر (تحدب) موجب کاهش کربن آلی می‌گردد. افزایش شیب به دلیل کاهش تشکیل خاک، افزایش فرسایش خاک و رواناب شرایط نامناسبی برای استقرار پوشش گیاهی و تجمع کربن آلی ایجاد می‌شود. این نتیجه با یافته‌های محققان دیگر نیز مطابقت نشان داد (Hook and Burke, ۲۰۰۰; Terra et al., ۲۰۰۴). در کل موقعیت‌های مختلف روی شیب در میزان توزیع کربن آلی به دلیل فرسایش خاک و رسوبگذاری خاک موثر می‌باشد. در شیب‌های محدب میزان سرعت رواناب و فرسایش خاک بالاست و از این رو

[۱۹۹]-Profile curvature
[۲۰۰]-Plan curvature
[۲۰۱]-Tangential curvature
[۲۰۲]-General curvature
[۲۰۳]-Minimal curvature
[۲۰۴]-Maximal curvature
[۲۰۵]-Longitudinal curvature
[۲۰۶]-Digital elevation model
[۲۰۷]-Johnson transformation

شستشو و هدررفت خاک و کربن آلی نیز بالاست (Ritchie et al., ۲۰۰۷). پژوهش‌های قبلی نیز نشان داده که میزان کربن آلی خاک در شیب‌های محدب کم و در شیب‌های مقعر بیشتر است (Ritchie et al., ۲۰۰۷; Yoo et al., ۲۰۰۶).

جدول ۲- ضرایب همبستگی پیرسون برای کربن آلی و شاخص‌های نرمال شده توپوگرافی

متغیر	درصد شیب	انحنای قائم	انحنای افقی	انحنای مماسی	انحنای عمومی	انحنای حداقل	انحنای حداکثر	انحنای طولی	شاخص خیسی
کربن آلی	-۳۷۴/۰**	-۱۳۴/۰	-۱۷۰/۰	-۱۴۲/۰	-۱۴۸/۰	۰۴۳/۰	-۳۴۰/۰**	-۱۳۱/۰	۵۹۲/۰**

** معنی داری در سطح احتمال ۹۹ درصد

در پژوهشی Moore et al. (۱۹۹) نیز گزارش کردند که در بین شاخص های توپوگرافی، شیب به عنوان یکی از شاخص‌های اولیه و شاخص خیسی به عنوان یکی از شاخص‌های ثانویه توپوگرافی، بیشترین توانایی را برای توجیه تغییرات ویژگی‌های خاک دارند. نتایج پژوهش دیگری نیز نشان داد که شیب و شاخص خیسی قادر به توجیه ۴۲ درصد از تغییرات زمانی رطوبت خاک می‌باشند (Penna et al., ۲۰۰۹). نتایج آزمون همبستگی با نتایج پژوهش Yoo et al. (۲۰۰۶) مغایرت داشت و در مطالعه آنها میزان کربن آلی با انحنای توپوگرافی همبستگی نشان نداد که احتمالاً به دلیل تفاوت شرایط مطالعه آن‌ها می‌باشد. معادله رگرسیونی (۱) رابطه بین کربن آلی (درصد) و شاخص خیسی نرمال شده را نشان می دهد. طبق این رابطه، شاخص خیسی نرمال شده قادر است ۳/۳۴ درصد تغییرات درصد کربن آلی را در سطح احتمال ۹۹درصد در اراضی گندم استان زنجان توجیه کند.

$$OC=۰.۱۲۴۴\ nTWI+۰.۶۹۴۹ \quad (R^۲=۰.۳۴۳) \qquad [۱]$$

که در آن: OC، کربن آلی (درصد)، nTWI شاخص خیسی نرمال شده بر اساس تبدیل جانسون (بدون واحد) است. رابطه (۲) معادله تبدیل جانسون برای شاخص خیسی نرمال شده را نشان می‌دهد.

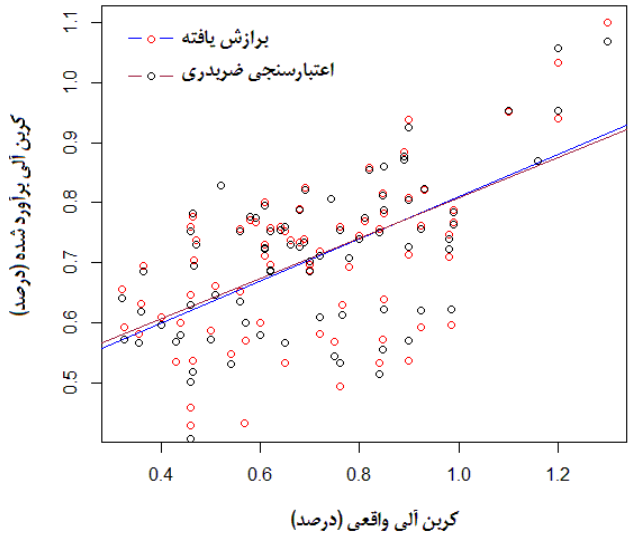
$$nTWI=۰.۱۰۸۸۰۰+۱.۲۰۹۸۳\ Asinh((TWI-۹.۳۹۱۴۹)/۲.۳۴۹۵۹) \qquad [۲]$$

که در آن، nTWI تعریف قبلی و TWI شاخص خیسی (بدون واحد) است. در پژوهش انجام شده توسط Wiesmeier et al. (۲۰۱۳)، رابطه رگرسیونی برای مدلسازی کربن آلی بر اساس ویژگی‌های توپوگرافی و خاک ارائه شد که تنها قادر بود ۱۹ درصد از تغییرات کربن آلی را در اراضی زراعی توجیه کند و پارامتر اصلی در مدل رگسیونی شاخص خیسی بود. جدول (۳) تجزیه واریانس رابطه رگرسیونی را نشان می‌دهد. مدل نهایی ارائه شده توسط رگرسیون گام به گام زمانی بیشترین دقت را در برآورد میزان کربن آلی نشان داد که تنها عامل ورودی شاخص خیسی بود. طبق نتایج جدول مذکور، این مدل در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس رابطه رگرسیونی چند متغیره خطی گام به گام (تک متغیره)

منابع تغییر	درجه ازادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F
رگرسیون	۱	۳/۱	۳۴/۱	۱۶/۴۲**
خطا	۷۸	۴۹/۲	۰۳/۰	

** معنی داری در سطح احتمال ۹۹ درصد



شکل ۱- برازش کربن آلی برازش یافته و اعتبار سنجی آن بر داده‌های واقعی کربن آلی

شکل(۱) کربن آلی برآورد شده بر اساس رابطه ارائه شده توسط مدل رگرسیون خطی و همچنین اعتبارسنجی ضربدری رابطه مذکور را نشان می‌دهد. برای اعتبارسنجی ضربدری R^2 برابر با ۳۲/۰ بود که در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی دار بود و RMSE نیز برابر با ۱۸/۰ بدست آمد.

به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کربن آلی در خاک‌های مورد مطالعه تحت تأثیر مثبت شاخص خیسی قرار دارد. افزایش مقدار این عامل موجب افزایش کربن آلی در خاکهای منطقه مورد مطالعه می‌گردد. از طرفی افزایش شیب و انحنای حداکثر (تحدب) نیز موجب کاهش میزان کربن آلی در اراضی مورد مطالعه گردید. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که شاخص خیسی قادر به توجیه ۳۴ درصد از تغییرات کربن آلی در اراضی مناطق نیمه خشک است. این پژوهش تنها اثر شاخص‌های توپوگرافی را در اراضی گندم دیم مورد بررسی قرار داد، بدیهی است که سایر عوامل از جمله پارامترهای اقلیمی مانند بارندگی و دما، ویژگی‌های خاک، مدیریت زراعی و کاربری اراضی و غیره می‌توانند به نوبه خود نقش مهمی در تعیین میزان کربن آلی در اراضی این منطقه و سایر مناطق داشته باشد که می‌توان در پژوهش‌های آتی به آن‌ها پرداخت.

منابع

ملکی، ص. خرمالی، ف. و کریمی، ع. ۱۳۹۳. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه های ۴۵۹ تا ۴۶۸.

Ayoubi S, 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: ۰, ۱۸-۲۶.

Buol S W, Southard R J, Graham R C and McDaniel P A. ۲۰۱۱. Soil genesis and classification, John Wiley & Sons.

Guo L B and Gifford R M. ۲۰۰۲. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. Global Change Biology, ۸: ۴, ۳۴۵-۳۶۰.

Hook P B and Burke I C. ۲۰۰۰. BIOGEOCHEMISTRY IN A SHORTGRASS LANDSCAPE: CONTROL BY TOPOGRAPHY, SOIL TEXTURE, AND MICROCLIMATE. Ecology, ۸۱: ۱۰, ۲۶۸۶-۲۷۰۳.

Lal R. ۲۰۰۴. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. science, ۳۰۴: ۵۶۷۷, ۱۶۲۳-۱۶۲۷.

Moore I D, Gessler P, Nielsen G and Peterson G. ۱۹۹۳. Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Science Society of America Journal, ۵۷: ۲, ۴۴۳-۴۵۲.

Nelson D W and Sommer L E. ۱۹۸۲. Total carbon, organic carbon, and organic matter, in Page, A. L., ed., Methods of Soil Analysis:, (Volume) Chemical and Microbiological Properties ASA Monograph, ۹ pp. (۵۳۹-۵۷۹), Madison, American Society of Agronomy.

Pei T, Qin C-Z, Zhu A X, Yang L, Luo M, Li B and Zhou C. ۲۰۱۰. Mapping soil organic matter using the topographic wetness index: A comparative study based on different flow-direction algorithms and kriging methods. Ecological Indicators, ۱۰: ۳, ۶۱۰-۶۱۹.

Penna D, Borga M, Norbiato D and Dalla Fontana G. ۲۰۰۹. Hillslope scale soil moisture variability in a steep alpine terrain. Journal of Hydrology, ۳۶۴: ۳-۴, ۳۱۱-۳۲۷.

Renwick W, Smith S, Sleezer R and Buddemeier R W. ۲۰۰۴. Comment on" managing soil carbon"(ii). Science, ۳۰۵: ۵۶۹۰, ۱۵۶۷-۱۵۶۷.

Ritchie J C, McCarty G W, Venteris E R and Kaspar T C. ۲۰۰۷. Soil and soil organic carbon redistribution on the landscape. Geomorphology, ۸۹: ۱-۲, ۱۶۳-۱۷۱.

Schwanghart W and Jarmer T. ۲۰۱۱. Linking spatial patterns of soil organic carbon to topography—a case study from south-eastern Spain. Geomorphology, ۱۲۶: ۱, ۲۵۲-۲۶۳.

Sharma A. ۲۰۱۰. Integrating terrain and vegetation indices for identifying potential soil erosion risk area. Geo-spatial Information Science, ۱۳: ۳, ۲۰۱-۲۰۹.

Terra J, Shaw J, Reeves D, Raper R, Van Santen E and Mask P. ۲۰۰۴. Soil carbon relationships with terrain attributes, electrical conductivity, and a soil survey in a coastal plain landscape. Soil science, ۱۶۹: ۱۲, ۸۱۹-۸۳۱.

Wang Y-Q, 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: ۴, ۴۸۶-۴۹۵.

Wiesmeier M, Hü bner R, Barthold F, Sp rlein P, Geu U, Hangen E, Reischl A, Schilling B, von Lü tzow M and K gel-Knabner I. ۲۰۱۳. Amount, distribution and driving factors of soil organic carbon and nitrogen in

cropland and grassland soils of southeast Germany (Bavaria). Agriculture, Ecosystems & Environment, ۱۷۶: ۰, ۳۹-۵۲.

Yoo K, Amundson R, Heimsath A M and Dietrich W E. ۲۰۰۶. Spatial patterns of soil organic carbon on hillslopes: Integrating geomorphic processes and the biological C cycle. Geoderma, ۱۳۰: ۱-۲, ۴۷-۶۵.

Abstract

Soil organic carbon is a crucial parameter that effects soil quality and health, crop yield and global warming and various ecosystems condition. The present research scope was developing a model using topographic indices which was able to estimate the soil organic carbon by multivariate linear regression. Therefore, ۸۰ soil samples in ۳ replicates were collected randomly from rainfed wheat farms located in Khodabandeh county, Zanjan, in ۲۰۱۳. Soil organic carbon was measured in the laboratory. Various topographic indices were calculated using digital elevation model for the Khodabandeh county extent. The results revealed that among all the calculated topographic indices, topographic wetness index, slope steepness and maximal curvature were correlated to soil organic carbon, significantly. Also, regarding the stepwise linear regression, topographic wetness index could describe ۳۴ percentages of soil organic carbon variations and the presented relationship were significant in ۹۹ percentage probability level.

تأثیر موقعیت پستی و بلندی بر شکل‌های آهن و منگنز خاک در منطقه شیرود، غرب استان مازندران

سمانه کیوانمهر [۱]، سید مصطفی عمادی [۲]، مهدی قاجار سپانلو [۳]، محمدعلی بهمنیار [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۲-استادیار گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،۳-دانشیار گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،۴-استاد گروه علوم خاك دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده
ارتباط نزدیک و متقابلی بین موقعیت پستی و بلندی با نحوه تشکیل و تکامل خاك وجود دارد. مقدار شکل‌های آهن و منگنز شاخصی از میزان تکامل خاك می‌باشند. این پژوهش به منظور بررسی موقعیت پستی و بلندی و شکل‌های شیمیایی آهن و منگنز خاك در یک ترانسکت منطقه شیرود، غرب استان مازندران صورت گرفت. براساس نتایج خاکهای منطقه به سه رده مالی‌سول،انتی‌سول و آلفی‌سول رده‌بندی شدند. بیشترین میزان آهن و منگنز کل (Fe_t ,(Mn_t) در پای شیب، بیشترین آهن و منگنز غیر متبلور (Fe_o ,Mn_o) بترتیب در پنجه شیب و پای شیب و بیشترین آهن و منگنز آزاد (Fe_d,Mn_d) در قله و پای شیب قرار داشت. Fe_o با افزایش عمق بدلیل کاهش مواد آلی کاهش یافت. کمترین نسبت Fe_o/Fe_d و Mn_o/Mn_d در پنجه شیب و پای شیب با میزان رس بالا مشاهده شد. با افزایش عمق نسبت Fe_o/Fe_d بدلیل وجود رس بیشتر و اکسیدهای آهن روند کاهشی را داشت.

کلید واژه: پستی و بلندی، شکلهای آهن، منگنز

مقدمه
پستي و بلندی یکی از عواملی است که در قالب ارتفاع، درصد شیب، موقعیت، جهت و زهکشی بر فرایندهای تشکیل و خصوصیات خاک تاثیر دارد. کاهش شیب منجر به افزایش مقدار نیتروژن کل، مواد آلی و نسبت C:N میشود (Lemkowska, ۲۰۰۹ Sowinski and). کربن، نیتروژن و فسفر بیشترین مقدار در شیب پشتی و کمترین آن در قله و پای شیب است (Norton et al., ۲۰۰۳). به دلیل میزان رس کمتر در اراضی بالادست، پتاسیم قابل تبادل، ظرفیت تبادل کاتیونی و کربن آلی از بالا به پایین شیب افزایش می یابد (Boling et al., ۲۰۰۸). آهن عصاره‌گیری شده با اگزالات آمونیوم و دیتیونات سدیم به ترتیب برای استخراج شکل آهن غیر کریستالی و آهن آزاد می‌باشد. هرچه میزان نسبت آهن اگزالاتی به آهن دیتیوناتی کمتر باشد تکامل خاک بیشتر است که این نسبت معیاری برای درجه بلوری شدن اکسیدهای آهن می‌باشد و به آن نسبت آهن فعال نیز گفته می‌شود (Rezapour et al., ۲۰۱۰; Johnson et al., ۲۰۱۵). میزان Fe_o و Fe_d روند مشابهی با عمق را نشان داد بطوریکه با افزایش آن تا افق Bt۲ افزایش و سپس در افق C کاهش یافت Jordanova et al., ۲۰۱۳)). با تحقیقی مشخص شد که شیب همبستگی منفی با Mn_o ، Fe_d و Mn_d دارد همچنین کربن آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری را با Mn_o ، Fe_o ، Fe_d و Mn_d دارد .(Jaksik et al., ۲۰۱۵) با بررسی شکل‌های اکسیدآهن مشخص شد که کمترین Fe_d و بیشترین Fe_o/Fe_d در واحد دشت دامنه‌ای با رژیم رطوبتی اریدیک و بیشترین Fe_o در خاک‌ها با محدودیت زهکشی مشاهده شد (Alamdari et al., ۲۰۱۰). بیشترین میزان Fe_d و کمترین نسبت Fe_o/Fe_d در واحد پلاتو مشاهده و نسبت Fe_o/Fe_d با میزان رس، مواد آلی و درصد شیب و موقعیت ژئومرفیک رابطه دارد (Rezapour et al., ۲۰۱۰). در خاکهای ریز بافت شکل‌های منگنز بیشتر از درشت بافت بوده و منگنز قابل تبادل و محلول در آب در خاک بوسیله مکانهای آلی و سطوح بی شکل اکسیدها نگهداری می‌شوند (Sharma et al., ۲۰۱۱). تجمع آهن و منگنز علاوه بر مطالعات پیدایش و تکامل خاک در مطالعات محیط زیستی و جذب آلاینده‌ها هم استفاده می‌شود. در عمده مطالعات گذشته بررسی‌های تغییرات شکلهای آهن و منگنز در وسعت بسیار زیاد مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به اهمیتی که واحد فیزیوگرافی و موقعیت قرارگیری خاک در یک لنداسکیپ در فرایندهای خاکسازی دارد، میتوان از طریق مقدار و توزیع شکل‌های آهن و منگنز به بررسی تأثیر موقعیت شیب در یک منطقه با رژیم رطوبتی مشخص پرداخت. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی ارتباط بین پستی و بلندی با خصوصیات فیزیکوشیمیایی و شکلهای مختلف آهن و منگنز در منطقه شیرود در غرب استان مازندران با رژیم رطوبتی یودیک می باشد.

مواد و روش‌ها
موقعیت و مشخصات منطقه
منطقه مورد مطالعه در واحد فیزیوگرافی تپه در جنوب شهر شیرود واقع در استان مازندران در طول جغرافیایی بین ۴۲ ۴۵ ۵۰ تا ۱/۱۵ ۴۶ ۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی بین ۲۴ ۴۸ ۳۶ تا ۸/۳۷ ۴۸ ۳۶ شمالی می باشد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه با توجه به داده های سازمان هواشناسی رامسر به ترتیب ۸۱/۱۲۰۵ میلیمتر و ۹۴/۱۶ درجه سانتیگراد و رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب یودیک و ترمیک است. جهت شیب رو به شمال و مواد مادری منطقه با توجه به نقشه زمین شناسی رامسر با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ نهشته‌های دریایی می‌باشد.

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی

با استفاده از نقشه زمین شناسی، عکس‌های ماهواره‌ای و سپس با بازدید های مقدماتی از منطقه، اقدام به حفر خاکرخ‌ها در ترنسکت مورد نظر شد و در نهایت ۵ خاکرخ شاهد انتخاب گردید. خاکرخ های انتخاب شده بر روی یک ردیف پستی و بلندی در موقعیت های قله، شانه، شیب پشتی، پای شیب و پنجه شیب در روستای کارکو در منطقه شیرود حفر، تشریح صحرایی و نمونه برداری از آنها انجام پذیرفت. آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی لازم شامل اندازه‌گیری بافت به روش پیپت (Gee and Bauder ,۱۹۸۶)، pH در گل اشباع، کربن آلی با روش اکسایش تر (Nelson and Sommers, ۱۹۸۶)، کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون برگشتی (Nelson, ۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاك با جانشینی تمامی کاتیونهای قابل تبادل با استات سدیم در pH=۸.۲ و جایگزینی با استات آمونیوم انجام گردید (Chapman, ۱۹۶۵). اندازه‌گیری ترکیبات بی‌شکل و آلی آهن و منگنز (Fe_o, Mn_o) توسط عصاره‌گیری با آمونیوم اگزالات اسیدی با pH=۳ در تاریکی صورت گرفت (Mckeague and Day, ۱۹۶۶). اکسیدهای آهن و منگنز پدوژنیک (Fe_d, Mn_d) با عصاره‌گیره‌ی توسط سیترات-بیکربنات- دیتیونات استخراج گردید (Mehra and Jackson ۱۹۶۰,). آهن و منگنز کل (Fe_t, Mn_t) با استفاده از محلول تیزاب سلطانی (مخلوط سه قسمت اسید کلریدریک غلیظ و یک قسمت اسید نیتریک غلیظ) عصاره‌گیری شد. طبقه بندی خاک با توجه به کلید تاکسونامی خاک (Keys To Soil Taxonomy, ۲۰۱۴) و روش پایگاه مبنای جهانی برای منابع خاک (WRB, ۲۰۰۶) انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و طبقه‌بندی

جدول ۱ خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و طبقه‌بندی را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود خاکهای منطقه به سه رده مالی‌سول، انتی‌سول و آلفی‌سول تعلق داشتند. در قله با توجه به عمق کم خاک و با داشتن تنها دو افق A و R ولی با توجه به ضخامت، رنگ و مقدار کربن‌آلی در افق A این افق به عنوان افق مالیک شناسایی شد که این اتفاق در شانه شیب نیز مشاهده شد. قله و شانه شیب از کم عمق‌ترین خاکها در یک زمین‌نما هستند (Ziadat et al., ۲۰۱۰). در شیب پشتی با توجه به بیشتر بودن عمق خاک نسبت به قله و شانه شیب ولی بدلیل عدم تشکیل افق B خاک در رده انتی‌سول قرار گرفت. پای شیب دارای افق‌های تجمع رس و تکامل بیشتر نسبت به شیب پشتی بود. پنجه شیب با کاربری شالیزار دارای زهکشی ضعیفتر و با توجه به اینکه خاک از پایین در برخی از زمان‌ها در طول سال اشباع از آب می‌باشد پدیده‌های گلزیشین و ماتلینگ مشاهده شد. بطور کلی عمق سولوم خاک از بالا به پایین افزایش یافت. والیو رنگ خاک‌ها بطور عمده با افزایش عمق افزایش یافت. در قسمت پای شیب و پنجه شیب پوسته‌های رسی به میزان زیاد مشاهده شد و بیشترین میزان پوسته رسی در افق Btg۲ در پنجه شیب مشاهده شد. در قسمت پای شیب و پنجه شیب در افق‌های پایین نقاط سیاه رنگی (اکسید منگنز) مشاهده شد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و طبقه‌بندی خاکهای مورد مطالعه

موقعیت	افق	عمق (cm)	رنگ (مرطوب)	شن%	سیلت %	رس%	pH	OC (%)	CCE (%)	CEC (Cmolc kg-۱)	طبقه‌بندی Taxonomy, (WRB)
قله	A	۱۵-۰	۱۰ YR۳/۳	۱۸.۷	۳۱.۴	۴۹.۴	۶.۷۸	۳.۹۶	۰.۸۹	۱۴.۹۷	Lithic Hapludolls (Mollic Leptosols)
	R										
شانه	A	۲۰-۰	۷.۵ YR۳/۲	۳۱.۸	۴۳.۸	۲۴.۲	۷.۲	۳.۷۶	۱.۱۴	۲۰.۲۱	Lithic Hapludolls (Mollic Leptosols)
	R										
شیب پشتی	A	۱۰-۰	۱۰ YR۳/۱	۲۱.۶	۵۳	۲۵.۳	۷.۳	۴.۶۲	۲.۰۴	۳۰.۷۷	Lithic Udorthents (Leptic Regosols)
	AC	۳۰-۱۰	۱۰ YR۳/۲	۲۳.۵	۵۵	۲۱.۴	۷.۴۶	۳.۵۴	۱.۵۳	۲۲.۲۶	
	R										
پای شیب	A	۱۲-۰	۱۰ YR۳/۲	۲۸	۵۴.۱	۱۷.۸	۶.۷۷	۳.۵۴	۱.۰۲	۳۷.۵۸	Mollic Hapludalfs (Mollic Luvisols)
	Bt۱	۳۷-۱۲	۱۰ YR۳/۲	۱۰.۲	۴۹	۴۰.۶	۶.۲۱	۱.۷۴	۱.۵۳	۳۰.۴۳	
	Bt۲	۵۴-۳۷	۱۰ YR۴/۳	۱۱.۳	۴۸.۶	۴۰	۵.۸۵	۰.۸۴	۱.۷۸	۳۱.۷۵	
	Bt۳	۸۴-۵۴	۱۰ YR۴/۳	۷.۹	۳۶.۸	۵۵.۲	۵.۸۶	۰.۳۹	۰.۵۱	۳۰.۸	
	C	۲۰۰-۸۴	۱۰ YR۴/۳	۷.۷	۳۸.۷	۵۳.۵	۶.۳۴	۰.۳۵	۲.۲۹	۳۸.۷۲	
پنجه شیب	A	۱۸-۰	۱۰ YR۴/۱	۳۸.۶	۴۴.۸	۱۶.۵	۷.۵	۰.۹۹	۸.۶۷	۲۱.۰۸	Mollic Endoaqualfs (Mollic Gleysols)
	Btwg ۱	۴۷-۱۸	۱۰ YR۳/۲	۳۸.۲	۳۷.۸	۲۳.۸	۷.۰۲	۰.۶۱	۰.۵۱	۲۵.۴۸	
	Btg۱	۷۷-۴۷	۱۰ YR۴/۲	۲۳.۱	۴۰.۷	۳۶	۶.۶۸	۰.۰۲	۱.۰۲	۳۱.۹۴	
	Btg۲	۲۰۰-۷۷	YR۵/۲ ۱۰	۲۷.۴	۴۳.۲	۲۹.۲	۶.۷۲	۰.۰۹	۱.۷۸	۳۱.۶۴	

بیشترین مقدار رس در افق Bt۳ پای شیب به دلیل انتقال رس از مناطق بالاتر و کمترین مقدار رس در افق A پنجه شیب بدلیل میزان شن بالا دیده شد. در قسمت پای شیب و پنجه شیب با افزایش عمق مقدار رس افزایش و در افق آخر کاهش یافت که نشان دهنده افق تجمع رس در قسمت میانی می‌باشد. کمترین pH در افق Bt۲ پای شیب و بیشترین آن در افق A پنجه شیب بدلیل میزان کربنات کلسیم بالا دیده شد. مقدار pH در قسمت پای شیب با افزایش عمق تا افق Bt۳ افزایش و سپس در افق C کاهش پیدا کرد که ممکن است بدلیل حضور اکسیدهای آهن باشد (Jordanova et al., ۲۰۱۳). بیشترین مقدار کربن آلی در افق A شیب پشتی با تیره‌ترین رنگ و کمترین آن در افق Btg۱ پنجه شیب یافت شد. کربن آلی در افقهای زیرسطحی نسبت به افق‌های سطحی کاهش داشت که دلیل آن فعالیت کمتر میکروارگانیزم‌ها در عمق می‌باشد (اولیایی و رضایی، ۱۳۹۳; Jordanova et al., ۲۰۱۳). عدم حضور افق کلسیک در منطقه ممکن است بدلیل فرایند آبشویی و خروج کربنات کلسیم از سولوم خاک باشد. این پدیده به دلیل بارش زیاد در مناطق شمالی کشور دیده میشود (Bahmaniar et al., ۲۰۰۲). بیشترین میزان آهک در افق A پنجه شیب که در کاربری شالیزار قرار داشت و دلیل آن می تواند کشت و کار در منطقه و بالا بودن سطح آب و آهکی بودن آب آن باشد. کمترین مقدار آهک در افق‌های Bt۳ پای شیب و Btwg۱ پنجه شیب مشاهده شد. بیشترین CEC در افق C پای شیب به دلیل میزان بالای رس و کمترین آن در افق A قله دیده شد. به طور کلی میزان CEC با کاهش شیب به دلیل افزایش رس افزایش یافت ((Boling et al.,۲۰۰۸.

شکل‌های آهن و منگنز

جدول ۲ غلظت شکل‌های آهن و منگنز را نشان می‌دهد. بیشترین Fe_t و Mn_t بترتیب در افق C و Aپای شیب و کمترین میزان آن‌ها در افق Bt۱ پای شیب و Aقله قرار داشت. میزان Fe_t از Mn_t بیشتر و میزان آهن کل در افق سطحی کمتر ولی میزان منگنز کل بیشتر بود که این نتایج مطابق با مطالعات (Wiederhold et al., ۲۰۰۷; Sharma et al., ۲۰۰۸) بود. بیشترین میزان Fe_o و Mn_o بترتیب در افق A پنجه شیب و افق Aپای شیب و کمترین آن‌ها در افق Btg۲ پنجه شیب و A شیب پشتی مشاهده شد که این نتایج با مطالعات دیگر که کمترین Fe_o در افق‌های Bt۱و Btg۲ قرار داشت، مطابقت دارد (محبی صادق و همکاران، ۱۳۹۱؛ راهب و همکاران ۱۳۹۳). افزایش مقدار Fe_o در موقعیت پنجه شیب ممکن است بدلیل شرایط احیا و فعل و انفعالات موجود در این خاک‌ها با شرایط هیدرومرفیک است. با افزایش عمق میزان Fe_o روند کاهشی را داشت که دلیل آن کمبود مواد آلی، فعالیت میکروبی و کاهش تبدیل $Fe^{+۳}$به $Fe^{+۲}$ می‌باشد (اولیایی و رضایی ۱۳۹۳؛ راهب و همکاران ۱۳۹۳).

جدول ۲- غلظت شکل‌های مختلف آهن و منگنز

موقعیت	افق	Fe_t	Fe_o	Fe_d	Fe_o/Fe_d	Mn_t	Mn_o	Mn_d	Mn_o/Mn_d
		(g/kg)							
قله	A	۴۲.۳۷	۳.۰۱	۵.۹	۰.۵۴	۰.۷۹	۰.۳۲	۰.۶۳	۰.۵۲
شانه	A	۴۰.۶۸	۲.۶۷	۴.۵۹	۰.۶	۰.۹۱	۰.۳۶	۰.۵۴	۰.۶۵
شیب پشتی	A	۳۹.۳۳	۱.۶۱	۳.۶۴	۰.۴۴	۰.۹۴	۰.۲۵	۰.۴۹	۰.۵۲
	AC	۴۰.۶۷	۲.۱	۳.۷۸	۰.۵۵	۰.۹۷	۰.۳۹	۰.۵۲	۰.۷۵
پای شیب	A	۳۵.۶۵	۳.۷	۳.۱۸	۱.۱۶	۱.۷۴	۰.۷۷۵	۱.۰۴	۰.۷۴
	$B_{t۱}$	۳۴.۴۲	۳.۰۶	۳.۳۲	۰.۹۲	۱.۴۳	۰.۵۴۶	۰.۸۱	۰.۶۷
	$B_{t۲}$	۳۹.۳۲	۲.۷۴	۳.۸۵	۰.۷۱	۱.۲۸	۰.۵۴۷	۰.۸۲	۰.۶۶
	$B_{t۳}$	۴۲.۶۴	۱.۷۴	۴.۶۸	۰.۳۷	۱.۳۵	۰.۵۴۹	۱.۱	۰.۴۹
	C	۴۹.۳	۱.۹۴	۴.۲۵	۰.۴۵	۱.۱۶	۰.۴۹۲	۰.۶۴	۰.۷۶
پنجه شیب	A	۳۸.۳۹	۴.۰۴	۳.۲۱	۱.۲۵	۰.۸۶	۰.۲۶	۰.۴۵	۰.۵۹
	$B_{twg۱}$	۴۰.۳۵	۳.۳۱	۳.۴۹	۰.۹۴	۱.۲۹	۰.۵۳	۰.۸۶	۰.۶۱
	$B_{tg۱}$	۴۰.۱۶	۲.۰۸	۴.۴۵	۰.۴۶	۱.۱۸	۰.۴۷	۰.۶۴	۰.۷۲
	$B_{tg۲}$	۴۰.۶۹	۱.۴۵	۴.۳	۰.۳۴	۱.۲۲	۰.۵	۰.۷۲	۰.۶۹

بیشترین میزان Fe_d و Mn_d بترتیب در افق A قله بدلیل قرارگیری در رده مالی‌سول و تکامل بیشتر و Bt۳ پای شیب بدلیل میزان رس بالا مشاهده شد. میزان Fe_d و رس همبستگی مثبت و معنی‌داری با هم و با منافذ خاک دارند .(Lu et al., ۲۰۱۴) بیشتر بودن Fe_d در مناطق تحت کشت به دلیل سرعت هوادیدگی بیشتر کانی‌های آهن دار، شرایط دمایی بالاتر و مقدار بیشتر چرخه‌های تری و خشکی می‌باشد همچنین کمتر شدن کربن آلی در این خاک‌ها سبب تبدیل اکسیدهای غیر کریستاله آهن به اکسیدهای کریستاله می‌شود (Rezapour et al., ۲۰۱۴). با افزایش عمق میزان آهن پدوژنیک افزایش یافت که انتقال Fe_d از افق‌های سطحی به افق B به همراه حرکت رس و به شکل پوشش‌های رسی و نیز درجه بالای هوادیدگی درجا در نتیجه چرخه تری کوتاه و خشک شدن مجدد آن از عوامل مهم این پدیده می‌تواند باشد. همچنین ماده آلی موجود در سطح از متبلور شدن اکسیدهای آهن جلوگیری می‌کند. که این نتیجه در مطالعه‌ای دیگر نیز تایید شد (Rezapour et al., ۲۰۱۰). کمترین میزان Fe_d و Mn_d بترتیب در افق‌های A پای شیب و A پنجه شیب قرار داشت. میزان Fe_d با افزایش عمق تا افق Bt۳ افزایش و در افق C کاهش یافت که دلیل آن می‌تواند کاهش میزان رس در افق C باشد (Jordanova et al., ۲۰۱۳). به طور کلی میزان Fe_d بیشتر از Fe_o بود. بیشتر بودن این شکل از آهن نشان دهنده جزء قابل ملاحظه‌ای

از آهن در شکل بلورین است (Alamdari et al., ۲۰۱۰). بیشترین نسبت Fe_o/Fe_d و Mn_o/Mn_d در افق Aپنجه شیب و Cپای شیب و کمترین مقدار این نسبت در افق‌های Btg۲ پنجه شیب و Bt۳ پای شیب بدلیل وجود بیشترین میزان رس و اکسید منگنز، مشاهده شد. در قسمت‌های پایین شیب با افزایش عمق نسبت Fe_o/Fe_d بدلیل وجود رس و اکسیدهای آهن کاهش یافت که دلیل آن تکامل و سن بیشتر خاک در عمق می‌باشد (Lair et al., ۲۰۰۹). با افزایش سن خاک میزان نسبت Fe_o/Fe_d به دلیل میزان رس بیشتر کاهش می‌یابد (Johnson et) al., ۲۰۱۵).

منابع

اولیایی، ح.ر. و رضایی س. ۱۳۹۳. مطالعه اثر پستی و بلندی و کاربری بر پیدایش، شکل‌های شیمیایی آهن و منگنز و کانی شناسی رس خاک‌های دشت غربی یاسوج. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۲، شماره ۲، صفحه های ۱۰۹ تا ۱۲۹.

راهب، ع.ر.، حیدری، ا. و محبی صادق، م.ج. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر شرایط اکوئیک بر شکلهای مختلف آهن و منگنز در خاک‌های اینسپتی سول زیر کشت برنج و کیوی. نشریه پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه‌های ۳۵۱ تا ۳۶۲.

محبی صادق، م.ج.، حیدری، ا.، سرمدیان، ف.، ثوابقی، غ.ر. و راهب، ع.ر. ۱۳۹۱. شکلهای مختلف آهن و منگنز و توزیع آنها در تجمعات و نیمرخ برخی آلفیسول‌های تحت تأثیر شرایط اکسایش و کاهش. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۶، شماره ۱، صفحه‌های ۴۳ تا ۵۳.

وحیدی، م.ج.، جعفرزاده ع.ا.، اوستان، ش. و شهابی، ف. ۱۳۹۱. تأثیر دو واحد فیزیوگرافی بر منشاء و توزیع شکلهای قابل استخراج اکسید آهن در برخی خاکهای جنوب شهرستان اهر. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۲، صفحه‌های ۱۲۲ تا ۱۳۲.

Alamdari P., Jafarzadeh A.A., Oustan Sh. and Toomanian N. ۲۰۱۰. Iron oxide forms and distribution in a transect of Dashte Tabriz, northwest Iran. International Journal of Food, Agriculture and Environment, ۸: ۹۷۶-۹۷۹.

Bahmaniar M.A. ۲۰۰۲. Effect of parent material on clay mineralogy in some woodland areas of Northern Iran. ۱۷th WCSS. ۳۵۸: ۱-۷.

Boling A.A., Tuong T.P., Suganda H., Konboon Y., Harnpichitvitaya,D., Bouman, B.A.M. and Franco D.T. ۲۰۰۸. The effect of toposequence position on soil properties, hydrology, and yield of rainfed lowland rice in Southeast Asia. Field Crops Research, ۱۰۶: ۲۲-۳۳.

Buol S.W., Hole F.D., McCraken R.J. and Southard R.I. ۱۹۹۷. Soil Genesis and Classification. Iowa State University Press, Ames, IA. ۵۴۴p.

Jaksik O., odesova R., Kubis A., Stehlikova I., Drabek O. and Kapicka A. ۲۰۱۵. Soil aggregate stability within morphologically diverse areas. Catena, ۱۲۷: ۲۸۷-۲۹۹.

Johnson B. G., Layzell A.L. and Cary Eppes m. ۲۰۱۵. Chronosequence development and soil variability from a variety of sub-alpine, post-glacial landforms and deposits in the southeastern San Juan Mountains of Colorado. Catena, ۱۲۷: ۲۲۲-۲۳۹.

Jordanova N., Jordanova D., Liu Q., Hu P., Petrov P. and Petrovsky E. ۲۰۱۳. Soil formation and mineralogy of a Rhodic Luvisol- insights from magnetic and geochemical studies. Global and Planetary Change, ۱۱۰: ۳۹۷-۴۱۳.

Lair G.J., F. Zehetner M. Hrachowitz N. Franz F.J. Maringer and Gerzabek M.H. ۲۰۰۹. Dating of soil layers in a young floodplain using iron oxide crystallinity. Quaternary Geochronology, ۴: ۲۶۰-۲۶۶.

Lu Sh.G., Malik Z., Chen D.P. and Wu Ch.F. ۲۰۱۴. Porosity and pore size distribution of Ultisols and correlations to soil iron oxides. Catena, ۱۲۳: ۷۹-۸۷.

Norton J.B., Sandor J.A. and With C.S. ۲۰۰۳. Hillslope soils and organic matter dynamics within a native American agroecosystem on the Colorado plateau. Soil Sciene Society of America Journal, ۶۷: ۲۲۵-۲۳۴.

Rezapour S., Azhah H., Momtaz H.R. and Ghaemian N. ۲۰۱۴. Changes in forms and distribution pattern of soil iron oxides due to long-term cropping in the Northwest of Iran. Environment Earth Science,

Rezapour S., Jafarzadeh A.A., Samadi A. and Oustan SH. ۲۰۱۰. Distribution of iron oxides forms on a transect of calcareous soils, north-west of Iran. Archives of Agronomy and Soil Science, ۵۶: ۱۶۵-۱۸۲

Sharma D., Seth A., Saini R.S. and Dhaliwal S.S. ۲۰۱۱. Distribution of different forms of Mn and their association with soil properties in arid zone soils of Punjab, India. Archives of Agronomy and Soil Science, ۵۷(۱):۱۵-۲۶.

Sharma B.D., Chahal D.S., Singh P.K. and Kumar R. ۲۰۰۸. Forms of iron and their association with soil properties in four soil taxonomic orders of arid and semi-arid soils of Punjab, India. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۹: ۲۵۵۰-۲۵۶۷.

Sowinski P. and Lemkowska B. ۲۰۰۹. Toposequence and soil properties in the landscape of ground Moraine of Olsztynlake land. Soil of Chosen Landscape, ۱: ۲۱-۳۶.

Wiederhold J., N. Teutsch S. Kraemer and Halliday A. ۲۰۰۷. Iron isotope fractionation during pedogenesis in reoxomorphic soil. Soil Sciene Society of America Journal, ۷۱ :۱۸۴۰-۱۸۵۰.

Ziadat F.M., Taimeh A.Y., Hattar B.I. ۲۰۱۰. Variation of soil physical properties and moisture content along toposequences in the arid to semiarid area. Arid Land Research and Managem.ent, ۲۴(۲): ۸۱-۹۷.

Abstract

There is a close relationship between topography position of soils and their formation and evolution. The Fe and Mn forms in soils are an indicator for soil evolution. This study was conducted to evaluate the topography position and chemical forms of soil Fe and Mn in a transect of Shirud region, west Mazandaran province. According to results, soils were classified as Mollisols, Entisols and Alfisols. The most amounts of total iron and manganese (Fet, Mnt) were in footslope position, the most noncrystalline iron and manganese (Feo, Mno) were respectively in toeslope and footslope position. The most free iron and manganese (Fe_d, Mn_d) were in summit and toeslope positions. The Fe_o form was decreased with increasing depth that could be attributed to the decreasing of organic matters. The lower ratio of Fe_o/Fe_d and Mn_o/Mn_d were observed in toeslope and footslope positions where the high clay obseved. With increasing the depth, the ratio of Fe_o/Fe_d was decreased.

سیمای شور اراضی استان اصفهان

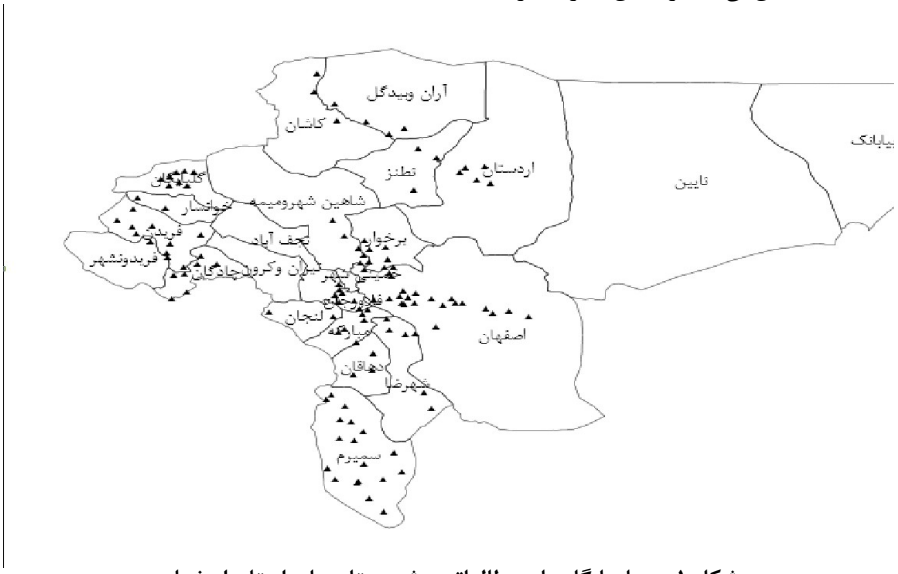
محمد فیضی [۱] ، علیرضا مرجوی [۲]
۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب، ۲- مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش منابع طبیعی اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب و دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
به‌منظور بررسی برخی خصوصیات خاک مزارع کشاورزی استان در سطح اجمالی تعداد ۱۱۹ پایگاه انتخاب و از دو عمق خاک نمونه برداری گردید. در این مقاله نتایج خصوصیات هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک(ECe) و نسبت جذب سدیم خاک ارایه گردید. بررسی نتایج داده های ۲۳ شهرستان استان در قالب ۸ گروه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین شوری در اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک در منطقه اصفهان و برخوار که عمدتاً مناطق جنوب شرق و شمال اصفهان را پوشش می دهد بیشترین مقدار شوری را دارد و بر اساس معیار های موجود عمدتاً اراضی این مناطق در سطح شور و بسیار شور ارزیابی می گردند. کمترین شوری بترتیب در مناطق سمیرم و فریدن در جنوب و غرب استان مشاهده گردید و اراضی این مناطق عمدتا بدون محدودیت شوری می باشند. در رابطه با نسبت جذب سدیم خاک نیز نتایج مشابهی بدست آمد.
واژه های کلیدی: استان اصفهان، شوری خاک، سدیم خاک

مقدمه
استان پهناور اصفهان با مساحت ۷/۱۰ میلیون هکتار، در میانه کشور و فلات مرکزی ایران واقع شده است. این استان بطور عمده جزو مناطق نیمه بیابانی خفیف بوده و رژیم حرارتی آن ترمیک و رژیم رطوبتی اریدیک است، که براساس آمار نامه سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان سال زراعی ۱۳۹۰- ۱۳۸۹ سطح کل زیر کشت محصولات زراعی استان به انضمام کشت آبی، دیم و آیش به میزان ۵۶۵۸۶۲ هکتار است. از عمدهترین محدودیتهای اراضی قابل کشت استان، عوامل کیفی خاك، توپوگرافی، شوری و شور و سدیمی بودن آنها است. مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی در ۵۰ سال گذشته نشان میدهد که بخش زیادی از اراضی کشور دارای درجات مختلفی از محدودیتهای شوری و قلیائیت خاک، پستی و بلندی، فرسایش و زهکشی میباشند که تولید اقتصادی و پایدار محصولات را محدود میکنند. در نتیجه توان تولیدی منابع خاک کشور به دلیل وجود این محدودیتها مانع تولید اقتصادی و پایدار محصولات میگردد (بنایی و همکاران، ۱۳۸۳). براساس اطلاعات استخراج شده از نقشه منابع و استعداد خاکهای ایران (بنایی، ۱۳۸۰) خاکهای تحت تأثیر شوری حدود ۵/۴۴ میلیون هکتار میباشند. در حال حاضر سطح کل اراضی فاریاب ایران حدود ۳/۷ میلیون هکتار و سطح کل اراضی زراعی مبتلا به درجات مختلف شوری خاک یا آب یا هر دو، ۵/۳ میلیون هکتار برآورد شده است (بنایی و همکاران، ۱۳۸۳). تولید هر چه بیشتر فرآورده‌های کشاورزی از یک سو و محدودیت منابع آب و خاک مناسب و نبود سیستم زهکشی مناسب از دیگر سو موجب گردیده که هر ساله سطح این اراضی گسترش یابد. باید توجه داشت حتی با مصرف آبهای سطحی و زیرزمینی مناسب (شوری بین ۵/۱-۷۵/۰ دسی زیمنس برمتر) سالیانه بطور متوسط حدود ۱۰-۵ تن نمک به خاک وارد می گردد که بدلیل تبخیر زیاد آب از سطح خاک، این مقدار نمک سالیانه به املاح خاک اضافه می شود و روند شور شدن خاک تشدید می گردد. مطالعه اراضی کشاورزی همدان از طریق عکس های ماهواره ای در فاصله زمانی ۱۰ ساله این موضوع را تأئید نموده است. بخش عمدهای از مشکلات مربوط به تخریب خاك از طریق شوری و ماندابی شدن در کشاورزی فاریاب که در سرتاسر جهان روی میدهد به دلیل راندمان پایین سیستم توزیع و کاربرد آب آبیاری؛ در نتیجه جابجایی و تجمع آب و نمك بیش از اندازه در محل و در ارتباط با شرایط هیدرولوژیك و بازگشت زه آبهای شور به منابع آب شیرین میباشد. بر اساس آمار موجود بیش از ۴ میلیون هکتار از اراضی شور و قلیایی کشور که عمدتاً در نواحی پست قرار گرفته اند در صورت تامین آب کشاورزی و با اجرای تمهیدات خاص قابل اصلاح و بهره برداری هستند (میلانی و همکاران،۱۳۷۸). ارزیابی کیفیت خاک میتواند اطلاعاتی راجع به مدیریت و تصمیمگیری به کاربران محلی، منطقهای و ملی ارائه نماید. در این ارتباط در کشور تاکنون مطالعه مستمری بر روی اراضی صورت نگرفته است که بتوان با توجه به روند تغییرات اراضی بر اثر کاربریهای مختلف تأثیرات آن را بررسی و نهایتاً به عنوان اطلاعات پایه در بر نامهریزی و تصمیمگیریهای منطقهای و ملی مورد استفاده قرار داد. بررسی چگونگی گسترش شوری خاك در مناطق مختلف بویژه در مناطق دارای پتانسیل شوری آگاهی از روند تغییرات ویژگیها خاک برای تعیین نوع فعالیتهای زراعی، توصیه مناسب مدیریت زراعی و مشخص کردن سقف تولید قابل انتظار برای محصولات مختلف بسیار ضروری است. در این مقاله نتایج صفت شوری و سدیم خاک اراضی عمده زراعی استان که در قالب یک مطالعه اجمالی با نمونه برداری از خاک مناطق مختلف استان انجام گردید مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصله در جهت بهرهبرداری پایدار از اراضی استان قابل استفاده می باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کیفیت خاک اراضی کشاورزی استان اصفهان با توجه به پراکندگی اراضی زیر کشت از حدود هر ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت یک نمونه مرکب از مزارع شاخص هر منطقه تهیه گردید. به همین منظور ۱۱۹ پایگاه مطالعاتی در کل اراضی کشاورزی استان انتخاب که محل آن ها در شکل ۱ ارایه گردیده است.



شکل ۱- محل پایگاه های مطالعاتی و شهرستان های استان اصفهان

چند شهرستان از جمله شهرستان های نایین و بیابانک در شرق استان بدلیل پراکندگی مناطق کشاورزی و کم بودن سطح زیر کشت از مطالعات حذف گردید.

انتخاب هر پایگاه به گونه ای انجام شد که حتی الامکان قطعه ای ۳-۱ هکتاری با مدیریت واحد باشد و تغییرات شدید همانند تغییر کاربری، تسطیح اراضی و ... در طول مطالعه در آن انجام نگردد. پس ازآن، نمونهبرداری از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر(برای اراضی زراعی) و سه نمونه از عمقهای ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ و ۹۰ -۶۰ سانتیمتر(برای باغها) گرفته شد. ویژگیهای شیمیایی شامل شوری عصاره اشباع خاک(ECe)، سدیم، کلسیم، منیزیم اندازه‌گیری و نسبت جذب سدیم آنها محاسبه گردید.

پس از اندازهگیری خصوصیات هر پایگاه اطلاعات بر اساس شهرستانهای مختلف استان و وضعیت یکنواختی و تعداد پایگاهها در هر منطقه کلیه خصوصیات اندازهگیری شده بوسیله نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. خصوصیات آماری از قبیل حداکثر، حداقل و میانگین صفات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به پراکنش نقاط نمونه برداری شده و تعداد نمونهها در هر شهرستان و به منظور امکان بررسی خصوصیات اندازهگیری شده در مناطق مختلف استان، نتایج ۲۳ شهرستان در قالب ۸ منطقه بشرح جدول ۱ تقسیم بندی، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول۱- طبقه بندی مناطق مورد مطالعه

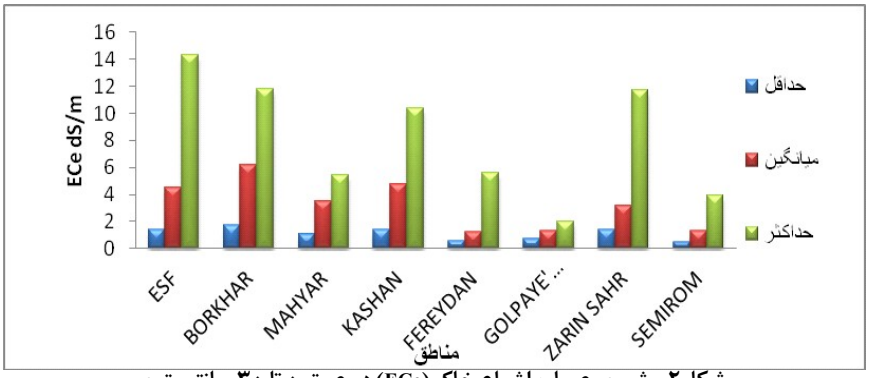
ردیف	منطقه	شهرستانهای تحت پوشش هر منطقه	سطح زیر کشت	درصد
۱	ESF	شهرستان اصفهان	۹/۹۸۹۹۴	۸/۱۷
۲	BORKHAR	شهرستان برخوار- شاهین شهر و میمه-	۳۸۳۷۹	۹/۶
۳	MAHYAR	شهرستانهای دهاقان، شهرضا و مناطقی از مهیار شهرستان اصفهان	۵/۴۰۷۸۸	۳/۷
۴	KASHAN	شامل شهرستانهای کاشان، اردستان،آران و بید گل و نطنز	۷۲۱۵۲	۹/۱۲
۵	FERYDA	شامل شهرستان های فریدن،فریدون شهر و چادگان	۳/۱۰۸۶۷۳	۵/۱۹
۶	GOLPAYEGAN	شامل شهرستانهای گلپایگان و خوانسار	۱/۳۸۳۶۴	۹/۶
۷	ZARIN SHAHR	شامل شهرستانهای مبارکه، فلاورجان، لنجان، نجف آباد و تیران و کرون	۳/۹۱۷۲۳	۵/۱۶
۸	SEMIROM	شهرستان سمیرم	۲/۶۶۶۸۲	۹/۱۱

نتایج و بحث

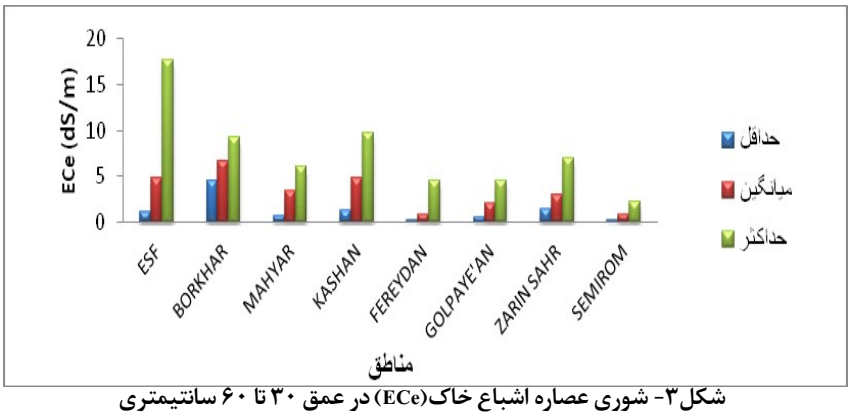
در شکل ۲ و ۳ میانگین، حداکثر و حداقل شوری عصاره اشباع خاک (ECe) بترتیب برای عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری مناطق هشتگانه استان اصفهان ارایه شده است. میانگین ECeدر عمق ۳۰-۰ سانتیمتری در مناطق هشت گانه تقسیم بندی شده اصفهان، برخوار، مهیار، کاشان، فریدن، گلپایگان، زرین شهر و سمیرم به ترتیب ۵/۴، ۲/۶، ۵/۳، ۸/۴، ۲/۱، ۳/۱،۲/۳ و ۳/۱

دسی زیمنس بر متر می باشد. بیشترین میزان شوری مربوط به منطقه برخوار و کمترین شوری متعلق به منطقه فریدن، سمیرم و گلپایگان می باشد. حداکثر شوری در عمق سطحی بترتیب در مناطق مختلف مورد بررسی ۳/۱۴، ۸/۱۱، ۴/۵، ۴/۱۰، ۶/۵، ۲، ۷/۱۱و ۹/۳ دسی زیمنس بر متر بود. بالاترین حداکثر شوری در عمق سطحی بترتیب مربوط به اصفهان، برخوار ، زرین شهر و کاشان می باشد(شکل ۲).

میانگین ECe در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری به ترتیب در مناطق مورد مطالعه ۸/۴،۶/۶، ۴/۳، ۸/۴، ۹۲/۰، ۱/۲، ۳ و ۹/۰ دسی زیمنس بر متر بود(شکل ۳). در این عمق نیز کمترین میزان شوری در مناطق مورد مطالعه، مشابه عمق ۳۰-۰ سانتیمتری بود. حداکثر شوری در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری در مناطق مورد مطالعه بترتیب ۶/۱۷، ۲/۹، ۱/۶، ۷/۹، ۶/۴، ۶/۴، ۰/۷ و ۳/۲ دسی زیمنس بر متر می باشد. بر این اساس بالاترین حداکثر شوری خاک در لایه عمقی خاک بترتیب مربوط به مناطق اصفهان، برخوار ،کاشان و زرین شهر می باشد.



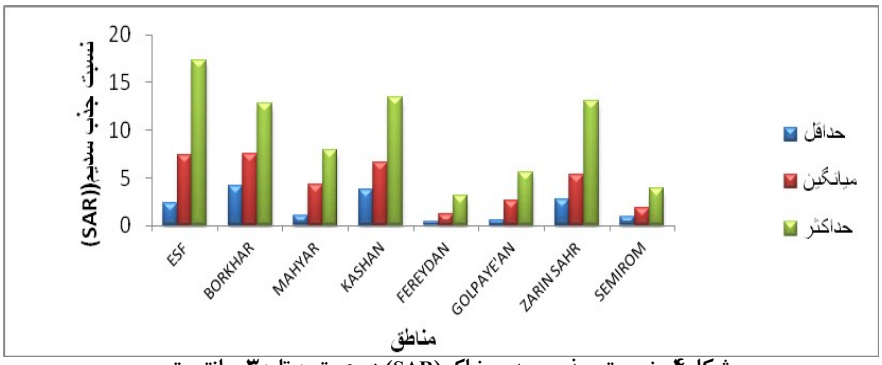
شکل۲- شوری عصاره اشباع خاک(ECe) در عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری



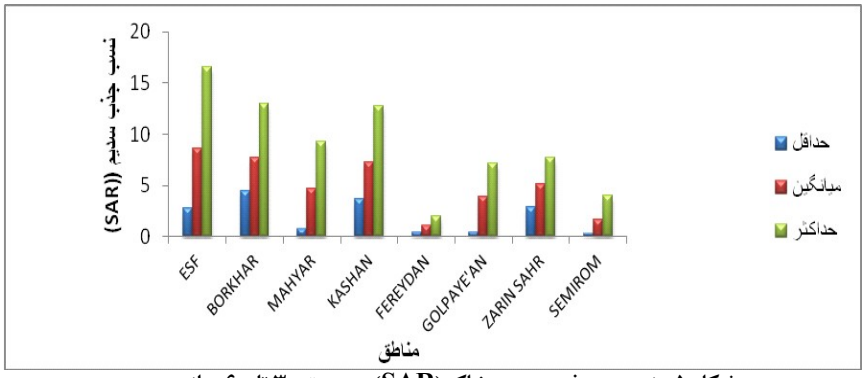
شکل۳- شوری عصاره اشباع خاک(ECe) در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری

درشکل ۴ و ۵ نسبت جذب سدیم خاک (SAR) آورده شده است. میانگین نسبت جذب سدیم خاک(SAR) در عمق ۳۰-سانتیمتری در مناطق هشت گانه بترتیب ۴/۷، ۵/۷، ۳/۴، ۶/۶، ۲/۱، ۶/۲، ۳/۵ و ۹/۱ می باشد(شکل ۴). در این عمق بترتیب منطقه برخوار و اصفهان دارای بالاترین میانگین بود. حداکثر SAR در این عمق بترتیب در مناطق مختلف مورد بررسی ۳/۱۷، ۸/۱۲، ۹/۷، ۵/۱۳، ۱/۳، ۶/۵، ۱/۱۳و ۹/۳ می باشد. بالاترین حداکثر میزان SAR مربوط به منطقه اصفهان، کاشان و برخوار می باشد.

میانگین SAR در هشت منطقه و در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری بترتیب ۶/۸، ۷/۷، ۷/۴، ۳/۷، ۱/۱، ۹/۳۰، ۱/۵ و ۷/۱ می باشد(شکل ۵). حداکثر SAR در این عمق در مناطق مورد بررسی بترتیب ۶/۱۶، ۱۳، ۳/۹، ۷/۱۲، ۲، ۲/۷، ۷/۷ و ۴ بود. بالاترین حداکثر میزان SAR مربوط به منطقه اصفهان، برخوار و کاشان می باشد.



شکل۴- نسبت جذب سدیم خاک(SAR) در عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری



شکل ۵- نسبت جذب سدیم خاک(SAR) در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری

نتیجه گیری

با توجه به صفات مورد بررسی در پایگاه های مطالعاتی، مناطق شرق، شمال، شمال شرق اصفهان و در بخش مهیار در جنوب اصفهان خطر شوری خاک و تجمع املاح مشاهده گردید. با توجه به کاربرد منابع آب های شور در این مناطق ضروری است مدیریت آبیاری و خاک بصورت دقیق برنامه ریزی و رعایت گردد تا بتوان از روند تجمع املاح و تخریب اینگونه اراضی کاست. در غیر اینصورت کشاورزی و بهره برداری از این مناطق با تخریب شدید خاک و پیشروی شوری به سمت غرب استان همراه خواهد بود.

منابع

بنایی ،م. ح.، ۱۳۸۰، نقشه ۱:۱۰۰۰،۰۰۰ منابع و استعداد خاک های ایران، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
بنایی، م. ح، ع. مومنی، م. بای بوردی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۳. خاکهای ایران، تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره برداری، ۴۸۱ص، انتشارات سنا، تهران، ایران.
سازمان جهاد کشاورزی اصفهان. اطلاعات و آمار ۱۳۹۱-۱۳۹۰ . سایت (www.agri-es.ir)
مهاجر میلانی، پ. درودی، م. س. وکیل، ر. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸، کاربری اسید سولفوریك برای قابل بهره برداری کردن اراضی شور و قلیایی، نشریه فنی ۶۱، نشر آموزش کشاورزی، تهران، ایران.

Abstract

In order to investigate soil characteristics of agricultural field in reconnaissance scale,۱۱۹ sampling sites selected and soil samples collected in two depths. In this paper the soil ECe and SAR results is presented. The results were analyzed based on ۲۳ Isfahan counties in ۸ groups. The results showed that in ۰-۳۰ and ۳۰-۶۰ cm soil layers in Isfahan and Borkhar group in which covers southeast and north of Isfahan province have the highest soil salinity and according to guidelines most of agricultural soil in these regions are saline and high saline. The least soil salinity observed in semirom and feraydan group respectively and are located in west and south of province. In general most of lands in these regions have low salinity. Soil SAR also shows similar results.

کانی‌شناسی رسی و رده‌بندی خاک‌ها در یک منطقه خشک، شهرستان دهلران

علی چابک [۱]، محمود رستمی‌نیا [۲]، مسعود بازگیر [۲]، مسعود حمیدی [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

چکیده
مواد مادری در مناطق خشک و نیمه خشک بیشترین تأثیرات را بر شاخص‌های کیفیت خاک و نقش عمده‌ای بر تغییر و تحولات کانی‌های رسی خاک دارد. این تحقیق با هدف بررسی کانی‌شناسی رس و رده‌بندی خاك‌های اراضی خشک شهرستان دهلران در استان ایلام انجام گرفت. در این راستا، بسته به تغییرات خاک و شیب، تعداد ۶۰ پروفیل حفر، سپس از افق‌های مختلف هر پروفیل خاک نمونه‌برداري‌های لازم انجام گرفت. کانی‌شناسی رسی با استفاده از روش XRD انجام گرفت. بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی خاك‌های مورد مطالعه در دو رده اریدی‌سول و انتی‌سول قرار می‌گیرند. نتایج کانی‌شناسی رس نشان می‌دهد، کانی‌های اسمکتایت، کلریت، ایلایت، کائولینیت و کوارتز در همه خاك‌ها وجود دارند و دارای منشأ توارثی هستند. پس می‌توان گفت که در خاکهای اراضی خشک دهلران مواد مادری یکی از اساسی‌ترین عوامل خاکسازی است که بر تشکیل و طبقه‌بندی خاک و نوع کانی‌های رسی بیشترین تأثیر را وارد کرده است.

واژه های کلیدی: کانی‌شناسی رسی، رده‌بندی خاک، دهلران

مقدمه
کانی‌های رسی از فراوان‌ترین کانی‌های موجود در خاك بوده و شامل آلومینوسیلیکات‌ها، آلوفان‌ها و اکسیدهایی چون آهن و آلومینیم می‌باشند. کانی‌های رسی موجود در خا ك تأثیر شگرفی بر تمامی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك دارند. از این نظر شناخت ویژگی‌های آنها و نیز شیوه تشکیل و تبدیل این کانی‌ها به یکدیگر جهت درك بهتر از تشکیل و تکوین خاك امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. رس‌های موجود در خاك بر انقباض و انبساط، تهویه، شکل‌پذیری، قابلیت نفوذ آب و ریشه گیاه، تبادلات کاتیونی، تثبیت پتاسیم و آمونیوم وغیره تأثیر به سزایی دارند (نتلتون وبراشر، ۱۹۸۳).). نوع کانی رسی موجود در خاک نشان‌دهنده تکامل خاک، نوع مواد مادری و شدت فرایند خاکسازی می‌باشد (حجتی و خادمی، ۱۳۸۹). نوع کانی‌های موجود در خاک بر اساس سه فاکتور اقلیم، شرایط محیطی و نوع مواد مادری تعیین می‌شود (برادی، ۱۹۹۰). در مناطق خشك و نیمه خشك یکی از مهم‌ترین فاکتورهای خاکسازی، ماده مادری است (بویل و همکاران، ۲۰۰۳) و همچنین مواد مادری، نقش اساسی در ترکیب کانی‌شناسی خاک‌ها دارد که به دلیل تنوع کانی‌ها در ساختار سنگ‌ها و میزان هوادیدگی این کانی‌ها می‌باشد (نوروزی فرد و همکاران، ۱۳۸۹). کانی‌های مختلف بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک به احتمال زیاد موروثی هستند، هرچند که امکان دارد بعضی از آنها در اثر فرایندهای پدوژنیکی در خاک تشکیل شوند. این موضوع بیانگر درجه توسعه ضعیف و جوان بودن خاکهای این مناطق است (صمدی، ۲۰۰۶، خادمی و مرموت، ۱۹۹۸). در مطالعه‌ای بر روی خاك های جلگه های مرتفع فارس نشان داده شد که مهم‌ترین فرآیند تشکیل کانی‌های رسی در خاك‌های مناطق خشك به ارث رسیدن آن ها از مواد مادری و در مناطق نیمه خشك به ارث رسیدن و تبدیل کانی‌های اولیه به ثانویه می‌باشد(اوجی و باقرنژاد، ۱۳۸۶).

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در استان ایلام، در غرب ایران در شهرستان دهلران قرار دارد که بین ۳۰ ′ ۴۶ تا ۴۵ ′ ۴۶ طول شرقی و ۴۵ ′ ۳۲ تا بین ۰۰ ′ ۳۳ عرض شمالی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه دارای اقلیمی گرم و خشک است و خاکهای منطقه با توجه به دما و رطوبت در رژیم رطوبتی Aridic و رژیم حرارتی Hayperthermic قرار دارند. در واحدهای فیزیوگرافی مختلف تعداد ۶۰ پروفیل حفر شد که تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک پروفیلهای شاهد انجام شد. خصوصیات شیمیایی خاک مثل pH خاك به روش الکترود شیشه (مک لین، ۱۹۸۲)، قابلیت هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج در عصاره اشباع خاک (ریچاردز، ۱۹۵۸)، مقدار کربنات کلسیم به روش کمپلکسومتری (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲)، مقدار گچ به روش استون، بافت خاك به روش هیدرومتری (بیوکاس، ۱۹۶۲) اندازه‌گیری شدند. مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها برای کانی‌شناسی رس از روش (کیتریک و هوپ، ۱۹۷۱) می‌باشد و جهت شناسایی کانی‌ها در بخش رس از روش XRD استفاده شد. برای رده‌بندی خاک از Keys to Soil Taxonomy ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

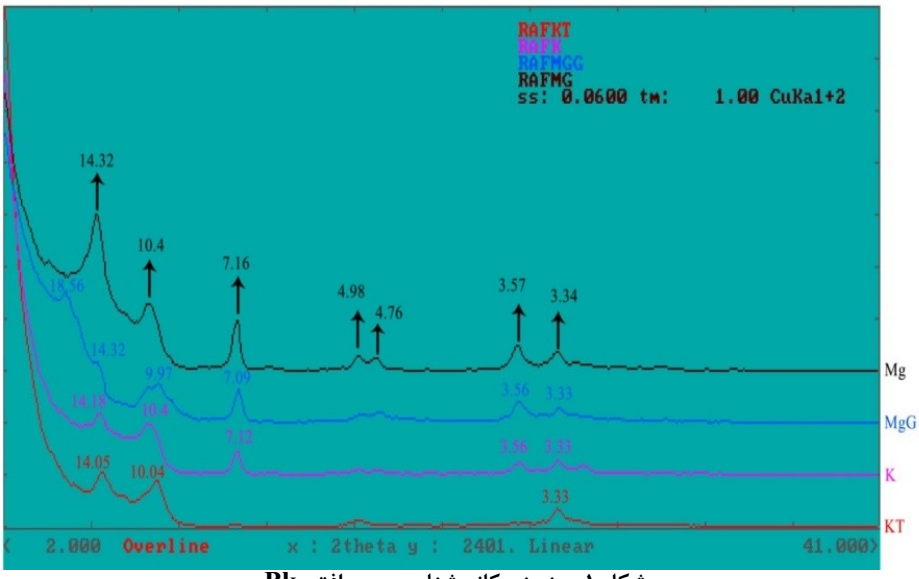
نتایج تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی خاک سه تا از پروفیل‌های شاهد در جدول (۱) ارائه شده است. pH همه خاک‌ها بالای ۷ و عموماً بین ۷ تا ۵/۸ می‌باشد. در خاك‌رخ‌های مورد مطالعه محدوده‌ی تغییرات EC، ۸۴/۰ دسی‌زیمنس بر متر تا ۴۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد که به طور کلی در هر خاك‌رخ روند افزایشی و کاهشی منظمی وجود ندارد. میانگین وزنی درصد کربنات کلسیم در بخش کنترل اجزا خاک عموماً بیشتر از ۴۰ درصد و بعضاً تا بالای ۶۰ درصد هم می‌رسد. مقدار گچ بین ۰۶/۲ تا ۲/۵۸ میلی اکی‌والانت در ۱۰۰ گرم خاک می‌باشد. بر اساس سیستم طبقه‌بندی جامع خاک، خاک‌ها در دو رده اریدی‌سولز و انتی‌سولز قرار می‌گیرند. در مناطقی که رژیم رطوبتی آن‌ها هایپرترمیک است به دلیل مقدار کم بارندگی و همچنین نسبت کم بارندگی به تبخیر و تعرق، عوامل خاکساز نتوانسته‌اند در تکامل خاک تأثیر چندانی داشته باشند. خاکهای انتی‌سولز فاقد تکامل پروفیلی می‌باشند و خاکهای رده اریدی‌سولز دارای اپی‌پدون‌های اکریک و افق‌های زیرسطحی کلسیک، جیپسیک و کمبیک هستند. بر طبق گفته‌های رامشنی و ابطحی (۱۳۷۴)، با افزایش مقدار بارندگی و کاهش دما، خاک‌ها دارای تکامل پروفیلی بیشتری بوده و افق‌های تحول‌یافته‌تری ایجاد می‌شود.

جدول ۱- نتایج برخی تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی خاک‌ها

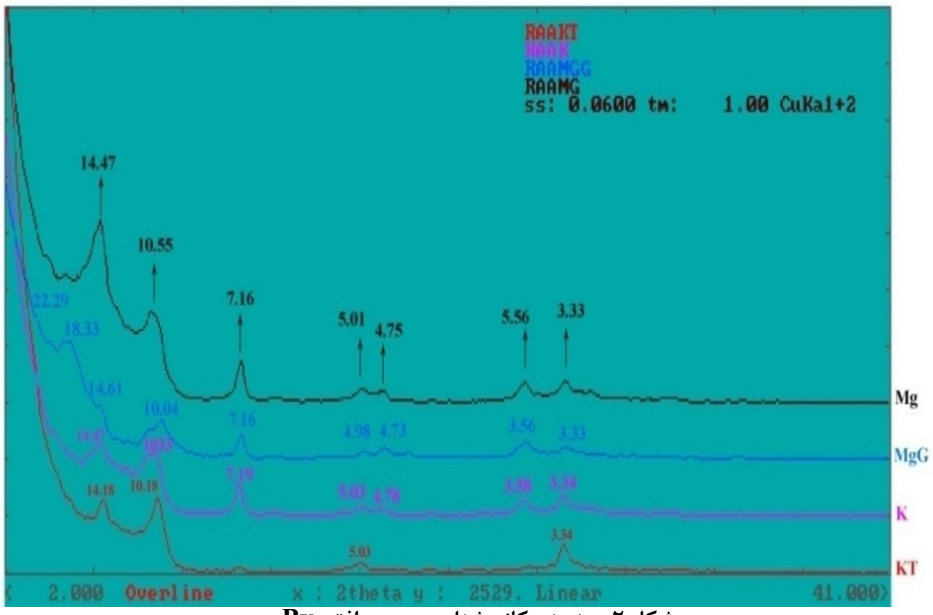
افق	ضخامت (cm)	بافت	اهک (%)	گچ (Meq/ ۱۰۰ gr soil)	pH_{paste}	هدایت الکتریکی (ds/m)
Ap	۰ -۱۸	L	۵۲	۷۵/۲	۶۵/۷	۱
Bk_1	۱۸ -۴۵	CL	۵۳	۰۷/۳	۷۹/۷	۸۴/۰
Bk_2	۴۵ -۷۰	CL	۵۵	۳۶/۲	۸۹/۷	۹۸/۰
Bk_3	۷۰ -۱۰۵	CL	۵۵	۶۱/۲	۸۹/۷	۹۸/۰
Bk_4	۱۰۵ -۱۵۰	CL	۵۸	۰۶/۲	۹/۷	۷۸/۰
Fine - loamy, carbonatic, hyperthermic, Ustic Haplocalcids						
Ap	۰ -۲۰	SiL	۴۳	۰۴/۴	۴۱/۷	۴۰/۲
Bw	۲۰ -۴۰	CL	۴۴	۰۴/۳	۵/۷	۴۶/۲
Bk_1	۴۰ -۶۵	CL	۵۶	۶۹/۶	۵۹/۷	۷۸/۲
Bk_2	۶۵ -۹۵	SCL	۷۶	۷۴/۶	۵۶/۷	۷۵/۲
Bw	۹۵ -۱۳۰	SL	۴۵	۰۲/۳	۵۶/۷	۴/۲
loamy, carbonatic, active, hyperthermic, Ustic Haplocalcids-Fine						
Ap	۰ -۱۵	L	۴۴	۱۸/۶	۱۹/۷	۳۵/۵
BK	۱۵ -۵۵	CL	۵۹	۲۷/۱۵	۷۵/۷	۸۹/۲
By_1	۵۵ -۸۵	SL	۵/۲۸	۲/۵۴	۷۸/۷	۴۸/۵
By_2	۸۵ -۱۲۰	SL	۵/۳۰	۲/۴۵	۷۲/۷	۴۷/۲
By_3	۱۲۰ -۱۵۰	SL	۲۵	۲/۵۸	۷۴/۷	۴۰/۲
Fine- loamy, gypsic, hyperthermic,Ustic Calcigypsids						

همان‌طوریکه شکل‌های (۱ تا ۳) نشان می‌دهند ترکیب کانی‌شناسی رس‌های خاك‌های مورد مطالعه از لحاظ نوع مثل هم بوده لیکن به لحاظ مقدار نسبی متفاوت می‌باشند. در تمامی خاکرخ‌ها فراوانی کانی‌های رسی در افق‌های مورد آزمایش به ترتیب زیر می‌باشند: کوارتز > کائولینت > ایلیت > کلریت > اسمکتایت.

کانی اسمکتیت به میزان فراوان‌تری نسبت به سایر کانی‌های رسی در تمامی خاکرخ‌ها مشاهده شده است. همان گونه که (ایوبی و همکاران، ۱۳۸۱؛ صالحی و همکاران، ۱۳۸۲؛ خادمی و مرموت، ۱۹۹۸) بیان داشتند می‌توان گفت که منشاء کانی‌های اسمکتیت، کوارتز و کلرایت ماده مادری بوده و کانی کلریت مستقیماً بوجود نیامده بلکه یك کانی ثانویه بوده که از تجزیه کانی هایی نظیر بیوتیت بوجود می‌آید. کانی‌های کلریت اولیه در خاك ها معمولاً از سنگ‌های دگرگونی با دگرگونی متوسط تا کم و آذرین به ارث می رسند (فنینگ، ۱۹۸۹ ؛ بارنهیسل و برچ، ۱۹۸۹). بنابراین، در سنگ گرانیت در اثر پدیده کلریتی شدن بیوتیت و آمفیبول به کلریت تجزیه می شوند. همچنین منشاء کانی اسمکتیت را پدوژنیکی دانسته که در افق سطحی که شرایط هوادیدگی بهتر بوده است، کلریت به اسمکتیت تبدیل شده و از میزان آن در افق سطحی کاسته شده است.

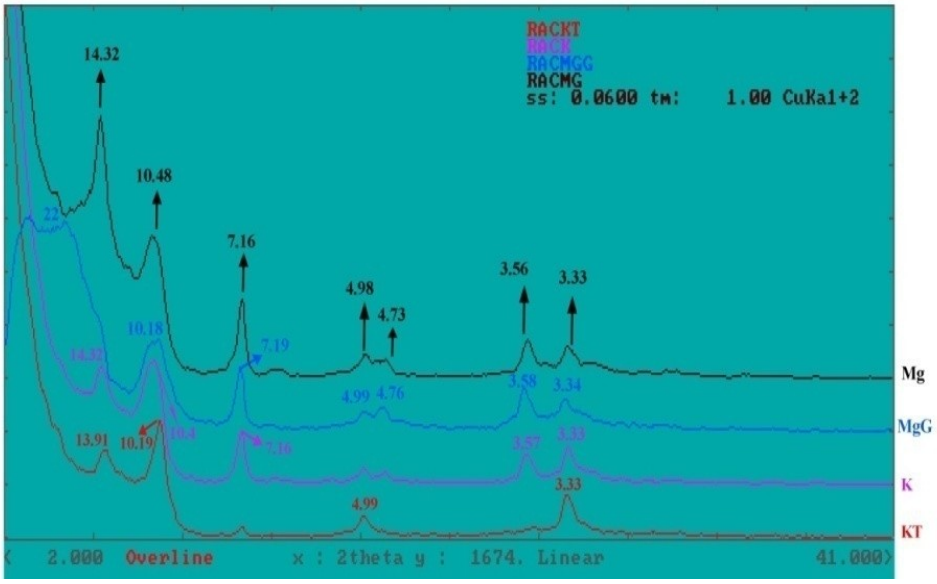


شکل ۱- منحنی کانی‌شناسی رس، افق Bk_1



شکل ۲- منحنی کانی‌شناسی رس، ، افق By_1

شکل ۳- منحنی کانی‌شناسی رس، نمونه مخلوط افق‌های Bk_1 و By_2



منابع

اوجی، م.ر.، باقرنژاد، م. ۱۳۸۶. مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی وکانی‌شناسی برخی از خاکهای جلگه‌های مرتفع استان فارس. ششمین کنگره علوم خاک ایران، مشهد، صفحه‌های ۵۸ تا ۵۹.

ایوبی ش.، جلالیان ا.، کریمیان اقبال م.، خادمی ح . و روزی طلب م . ۱۳۸۱ . شناسایی و بررسی چگونگی تشکیل کانی های رسی در دو پارینه خاك منطقه سپاهان شهر اصفهان و امام قیس چهارمحال و بختیاری، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، ۱۰ (۲): صفحه‌های ۱۵۷ تا ۱۷۸.

حجتی، س.، خادمی، ح. ۱۳۸۹. عوامل موثر در تشکیل و پراکنش پالیگورسکیت در برخی خاکهای تشکیل شده بر روی رسوب‌های ترشیاری استان اصفهان. مجله بلور شناسی و کانی‌شناسی ایران، شماره ۱، صفحه‌های ۱۵ تا ۲۸.

رامشنی، خ.، و ع. ابطحی. ۱۳۷۴ . تأثیر اقلیم و توپوگرافی در تشکیل، تکوین و خصوصیات مورفولوژیکی خاکهای منطقه کهکیلویه گرمسیری در استان فارس. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم خاك ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۸۸.

صالحی م .ح.، خادمی ح.،کریمیان اقبال م . ۱۳۸۲ . شناسایی و نحوه تشکیل کانی های رسی در خاك های منطقه فرخ شهر، استان چهارمحال و بختیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،۷ (۱) : صفحه‌های ۷۳ تا ۸۹.

نوروزی فرد، ف.، صالحی، م.ح.، خادمی، ح.، داوودیان دهکردی، ع.ر. ۱۳۸۹. تشکیل، طبقه‌بندی و کانی‌شناسی خاکهای تشکیل شده از مواد مادری گوناگون در شمال استان چهار محال و بختیاری. نشریه آب وخاک، شماره ۲۴، صفحه‌های ۶۴۷ تا ۶۵۸.

Barnhisel R.I., and Bersch P.M. ۱۹۸۹. Chlorite and hydroxyl interlayered vermiculite and smectite, In : Dixon, J.B. and Weed S.B. (eds.), Minerals in soil environment, SSSA Book Series, ۲nd ed., Madison, WI, pp : ۱۲۹-۷۸۸.

Boul S.W., Southard R.J., Graham R.C. and McDaniel P.A. ۲۰۰۳. Soil Genesis and Classification. ۵nd ed., Iowa State Press. ۳۶۰ P.

Bouuyoucos , u.I. ۱۹۶۲. Hydrometer Methot improved For making particle Size analysis of Soil . Agron.J. ۵۴:۴۶۴-۴۶۵.

Brady N.C. ۱۹۹۰. The Nature and Properties of Soils, ۱۰nd ed., McMillan Publishing Company, ۶۲۱ P.

Fanning D.S. ۱۹۸۹. Soil morphology, genesis and classification, John Wiley and Sons, New York, ۳۶۹ P.

Khademi, H. and Mermut, A. R. ۱۹۹۸. Source of Plygorskite in gypsiferous Aridisols and associated sediment from Central Iran. Clay Miner. ۳:۵۶۱-۵۷۵.

Kittric , J.A., Hope, E.W. ۱۹۷۱. A procedure for particle size separations of Soil for x-ray diffraction. Soil Sci. Soc.Am .Proc . ۳۵, ۶۲۱-۶۲۶.

Mclen, E.D. ۱۹۸۲. Soil PH and lime reguiremet. In:A.L. Page(Editor), Methods of Soil analysis .Part ۲.۲ and ed.Agronomy Monograph,Vol ۹ .ASA and SSSA,Madison,WI,۱۹۹-۲۲۴.

Nelson, D.W . , Sommers , L.E. ۱۹۸۲ . Total carbon , organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. Eds., Methods of Soil Analysis: Part ۲. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph, vol.۹.ASA and SSSA , Madison WI , ۵۳۹-۵۷۷.

Nettleton, W.D. and Brasher, B.R. ۱۹۸۳. Correlation of clay minerals and properties of soils in the western United States. Soil Sci. Soc. Am. J., ۴۷: ۱۰۳۲-۱۰۳۶.

Richards ,L.A.(ed). ۱۹۵۸. Diagnosis and improvement of salin and aikaline Soils.USDA Hands .No. ۶۰. U.S.GOV-print.office , Washington , DC.۱۶۰p.

Samadi, A, ۲۰۰۶. Temporal change in available phosplioms in some calcareous soils. ۳. Agric. Sci. Tech ۸, ۳۴۳-۳۴۹.

Soil Survey Staff, "Keys to Soil Taxonomy". ۲۰۱۰. USDA, NRCS. ۳۴۶ P.

Abstract

Parent material has the greatest impact on quality of soil and major role in the transformation of clay minerals in soil in the arid and semiarid regions. This study aimed to investigate the clay mineralogy of soils and taxonomy in dry lands of Dehloran township in ilam province. In this regard, according to the soil and slope changes, ۶۰ profiles digged and then from various horizontals of each profile, needed samples were gathered. Clay mineralogy was performed using XRD. According to the American soil taxonomy system, Studied soils categorised in two class of aridisols and entisols. Results of clay mineralogy showed that smectite minerals, chlorite, illite, kaolinite and quartz are existing in the soil and has a inheritance source. So can be resulted that in dry land soils of dehloran parent material is one of the major factors of ….. that has the most effect on soil classification, formation and clay minerals types.

میکرومورفولوژی و تکامل خاکهای تشکیل شده در تراس‌های آبرفتی

سید علی حسینی [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، آرش امینی [۳]، فرشاد کیانی [۴]
۱ -دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳-استادیار گروه زمین دانشگاه گلستان، ۴-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
جهت مطالعه تکامل تراس‌های آبرفتی، یکی از سرشاخه‌های گرگانرود در منطقه کلاله انتخاب و سپس نمونه‌برداری انجام شد. میزان ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، درصد رس و سیلت از تراس‌های بالایی به سمت تراس‌های انتهایی روند کاهشی نشان داد. خاک تراس‌های بالایی متکامل‌ترند و در گروه بزرگ تیپیک کلسی‌زرپت[۲۰۸] و تراس‌های میانی با شرایط اکویک[۲۰۹] در زیرگروه اکویک هاپلوزرپت[۲۱۰] قرار می‌گیرند که در مقاطع هایپوکوتینگ[۲۱۱] آهن مشاهده می‌شود تراس‌های انتهایی که دارای بافت درشت‌تری هستند در راسته انتی‌سول[۲۱۲] طبقه‌بندی می‌شوند. بی‌فابریک[۲۱۳] غالب در تمام خاک‌ها کریستالیتیک[۲۱۴] می‌باشد که نشانه عدم آبشویی است. در مطالعه مقاطع میکرومورفولوژی تراس فوقانی کلسیت سوزنی شکل[۲۱۵] و در افق‌های سطحی تراس‌های دوم تا پنجم میکروساختمان صفحه‌ای[۲۱۶] ناشی از عملیات کشاورزی دیده می‌شود. در تراس چهارم حضور هایپوکوتینگ آهن شرایط اکسید و احیا را نشان داد. همچنین نسبت c/f از تراس پایینی به سمت تراس‌های بالایی کاهش یافت که نشان دهنده تکامل کمتر خاک تراس‌های انتهایی است.

واژه های کلیدی: تراس، لس، خاک، میکرومورفولوژی

مقدمه
تکامل خاک‌ها متأثر از عوامل پنج‌گانه تشکیل‌دهنده خاک شامل اقلیم، ماده‌ی مادری، پستی و بلندی، موجودات و زمان است. خاک‌ها پیوسته در حال تغییر بوده، با زمان تحول می‌یابند. عامل زمان به طور غیر مستقیم در تکامل خاک مؤثر است.
یک ردیف زمانی عبارت است از تشکیل و تغییر خاک به صورت تابعی از زمان و موقعیت اولیه وقتی که سایر فاکتورهای خاکسازی ثابت باشند. تراس‌ها بهترین محل برای مطالعه ردیف زمانی می‌باشند. تراس‌ها سطوح ژئومورفولوژیکی گذاشته شده قدیمی هستند که با جریان‌های فعلی ارتباطی ندارند. خاکهای تشکیل شده روی تراس‌ها برای مطالعه تاثیر زمان بر تکامل خاک بسیار مناسب و اطلاعات مهمی در مورد تغییرات اقلیمی ارائه داده و دوران‌های پایدار و ناپایدار را در رژیم رطوبتی گذشته مشخص می‌کنند (ترابی گل‌سفیدی و همکاران، ۱۳۸۱).
یکی از تکنیک‌های مهم و حتی شاید ضروری در مطالعه خاک‌ها که توسط اکثر محققین به کار می‌رود، مطالعات میکرومورفولوژی می‌باشد (سنجری و همکاران، ۱۳۹۰). میکرومورفولوژی عبارت از روش مطالعه نمونه‌های دست نخورده خاک و سنگ با استفاده از تکنیک‌های میکروسکوپی و اولترامیکروسکوپی[۲۱۷]، تا اجزای مختلف آن‌ها شناسایی شده و روابط متقابل بین آن‌ها از نظر مکان و زمان تعیین شود (Stoops, G. ۲۰۰۳).

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در حاشیه یکی از انشعابات رودخانه گرگانرود و در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر کلاله از استان گلستان واقع شده است. این منطقه در عرض جغرافیایی ۶ ۳۰ ۳۷ تا ۴۰ ۲۹ ۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ۳۸ ۳۲ ۵۵ تا ۱۴ ۳۲ ۵۵ شرقی قرار دارد. رودخانه مورد نظر شامل شش تراس می‌باشد که برای کشت گندم و شالی مورد استفاده قرار می گیرند. بر روی هر یک از تراس‌ها پروفیلی به عنوان شاهد حفر و طبق سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی تشریح گردید. نمونه‌های دست نخورده برای مطالعات میکرومورفولوژی برداشته شد. بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, ۱۹۶۲)، تعیین درصد اشباع (Page, et al;۱۹۸۷)،

۲۰۸. Typic Calcixerepts
۲۰۹aquic.۳
۲۱۰Aquic Haploxerepts.۴
۲۱۱hypocoating.۵
۲۱۲Entisols.۶
۲۱۳b-fabric.۷
۲۱۴crystallitic.۸
۲۱۵needle shape calcite.۹
۲۱۶planar.۱۰
۲۱۷۱ultramicroscopic

درصد کربنات کلسیم معادل با تیتراسیون اسیدیته به همراه دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه Ec متر (Page, et al;۱۹۸۷) اندازه گیری شد. درصد کربن آلی خاک نیز به روش (Page, et al., ۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی با استات آمونیوم تعیین شد (Chapman, ۱۹۶۵). نمونه‌های دست نخورده از افق‌های مورد مطالعه به وسیله جعبه کوبینا برداشته شده و بعد از انتقال به آزمایشگاه میکرومورفولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در مجاورت هوا خشک شدند (Kubiena, ۱۹۳۸). نمونه‌ها با مخلوط استون و رزین پلی استر به نسبت ۶۰ به ۴۰ و با افزودن کاتالیست (متیل اتیل کتون پراکسید) و سخت کننده کبالت در شرایط خلاء در دسیکاتور اشباع شده و در هوای آزاد طی ٤ هفته سخت شدند. سپس با دستگاه سنگبر برش داده شدند و برای قرار دادن در روی لام آماده گردیدند، نمونه‌های چسبیده شده به لام به کمک دستگاه برش به ضخامت حدود ۱ -۲ میلیمتر بریده شده و توسط پودر کربید سیلسیم با اندازه‌های متفاوت ساییده شدند. در نهایت سطح شفافی به ضخامت ۳۰ میکرون پدید آمد. مقاطع با میکروسکوپ پلاریزان در نور عادی (PPL) و همچنین نور پلاریزه (XPL) بر اساس روش (Bullock, et al. ۱۹۸۸) و تعاریف ارائه شده توسط (Stoops, ۲۰۰۳) مطالعه شدند.

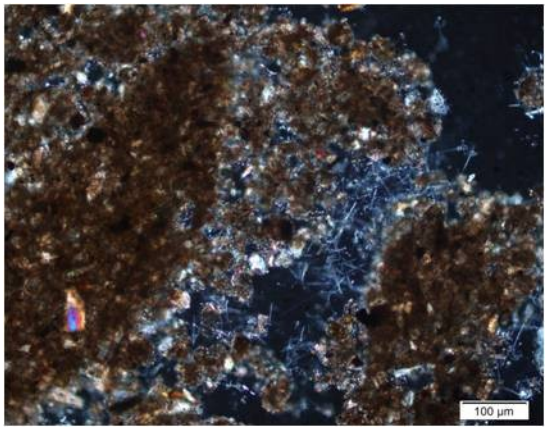
نتایج و بحث

متوسط خصوصیات فیزیکوشیمیایی به همراه رده‌بندی در جدول ۱ آورده شده است. تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ذرات اولیه خاک مشاهده می‌شود. رس با نزدیک شدن به تراس‌های انتهایی رودخانه کاهش محسوسی نشان داد درصورتی که شن، روند افزایشی داشت. واکنش خاک (pH) از تراس اول تا تراس هفتم تقریبا تغییر خاصی نشان نمی‌دهد که احتمالاً بخاطر شخم مکرر زمین‌های منطقه برای کشاورزی و بالا آمدن آهک افق‌های زیری می‌باشد. میزان کربنات کلسیم معادل و ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب روند افزایشی و کاهشی را از تراس اول به طرف تراس هفتم نشان می‌دهد که این نیز بیانگر تکامل کمتر تراس‌های مجاور بستر کنونی رودخانه می‌باشد. همچنین درصد کربن آلی در تراس‌های اول که متکامل‌ترند بیشتر می‌باشد.

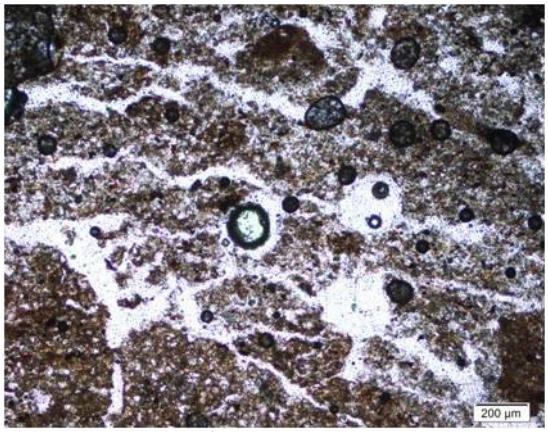
جدول ۱ - متوسط خصوصیات فیزیکوشیمیایی هر یک از پروفیل‌ها

شماره پروفیل و رده‌بندی خاک	عمق (cm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	هدایت الکتریکی (EC) $ds.m^{-1}$	رطوبت درصد اشباع (SP%)	واکنش pH	کربن آلی (% OC)	کربنات کلسیم معادل CCE%) (	ظرفیت تبادل کاتیونی ((CEC $cmol(+).kg^{-1}$
Typic Calcixerolls P۱	۰-۱۱۰	۳۵/۲۲	۳/۶۹	۳۵/۸	۴۱/۴	۲۳/۴۶	۵۱/۷	۱	۴۶/۱۸	۷۶/۱۰
Typic Haploxerepts P۲	۰-۱۱۵	۶/۲۹	۰۲/۶۰	۳۸/۱۰	۷۱/۲	۷۸/۴۴	۶۹/۷	۶/۰	۵/۱۶	۲۱/۱۲
Typic Haploxerepts P۳	۰-۱۱۰	۲۸	۶۳	۱۰	۷۰۲/۲	۶۲/۴۴	۶۳/۷	۶۵/۰	۹۱/۱۸	۸۴/۷
Aquic Haploxerepts P۴	۰-۱۲۵	۳/۳۲	۶۱	۴/۶	۸۲/۲	۲۴/۵۳	۷۹/۷	۷۵/۰	۲۹/۱۸	۰۹/۱۴
Aquic Haploxerepts P۵	۰-۱۰۵	۸۵/۲۸	۵۹	۱۵/۱۲	۹۳/۳	۳۲/۵۰	۶۳/۷	۵۵/۰	۶۰/۲۳	۳۴/۱۱
Typic Xerorthents P۶	۰-۸۵	۶/۲۴	۳/۴۸	۴/۲۹	۲۸/۲	۰۲/۴۰	۷۴/۷	۵/۰	۱۳/۲۳	۰۷/۸
Lithic Xerorthents P۷	۰-۱۲۰	۷/۲۱	۳/۴۲	۳۶	۳۸/۲	۹۴/۲۵	۵۲/۷	۳/۰	۷۵/۳۶	۵/۶

تراس اول، دورترین تراس از بستر رودخانه می‌باشد و انتظار میرود بیشترین تکامل را نسبت به خاکهای مجاور رودخانه داشته باشد. افق Bk نشان دهنده حضور کلسیت سوزنی شکل می‌باشد (شکل ۱). منشا این کلسیت‌ها را به معدنی شدن در داخل دستجات میسیلیوم قاچها نسبت می‌دهند. مواد آلی نقش زیادی در تشکیل کلسیت‌های سوزنی شکل دارند(Kubiena, ۱۹۳۸). تمام پادگانه‌ها موجود تحت کاربری زراعی هستند و از آنجایی که فعالیت کشاورزی تاثیر فراوانی روی تخلخل، نفوذپذیری آب و پارامترهای فیزیکوشیمیایی دارد، در بسیاری از افق‌های سطحی میکروساختمان ورقه‌ای مشاهده می‌شود. این میکروساختمان‌ها نشان دهنده شخم‌های مکرر و فشردگی خاک می‌باشند(شکل ۲). میکروساختمان کانالی هم در افق‌های زیرسطحی قابل تشخیص است.

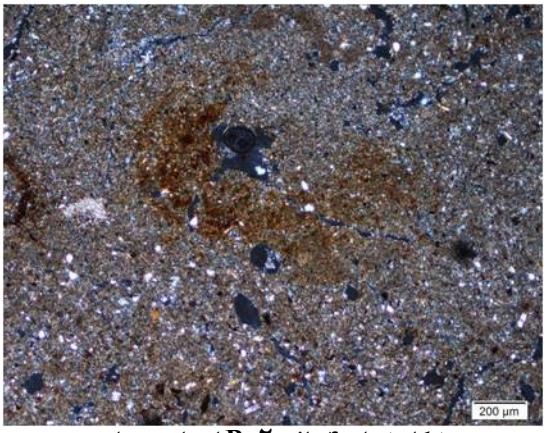


شکل شماره ۱- افق Bk از تراس اول، حضور کلسیت سوزنی شکل

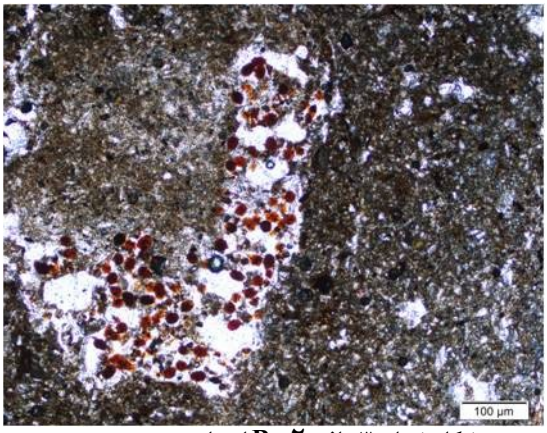


شکل شماره ۲- افق A از تراس دوم، میکروساختمان ورقه‌ای

از نشانه‌های فعالیت بیولوژیکی و جانوری در خاک‌ها وجود میکروساختمان‌های[۲۱۸] کروی، و پدوفیچرهای[۲۱۹] بقایای جانوری و گیاهی در حفرات است البته با توجه به کاربری زراعی منطقه نمی‌توان انتظار زیادی از حضور این نوع پدوفیچرها داشت. در شکل ۳ وجود پدوفیچر بقایای جانوری مشاهده می‌شود که بیانگر وجود شرایط مناسب جهت فعالیت بیولوژیکی می‌باشد. با توجه به کشت هرساله برنج در تراس‌ها و همچنین مجاورت با رودخانه، شرایط اکسید واحیا در این خاک‌ها حاکم می‌باشد و مقاطع مربوط به افق‌هایی با شرایط گلی، هایپوکوتینگ‌های آهن به راحتی قابل تشخیص می‌باشد (شکل ۴). این پدوفیچرها زمانی تشکیل می‌شوند که آب غنی از آهن و منگنز در طول دیواره میکروپورهای[۲۲۰] غنی از هوا عبور می‌کنند (McCarthy, et al., ۱۹۹۸).



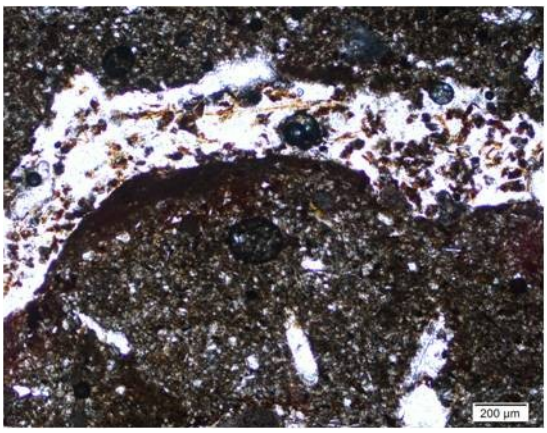
شکل شماره ۴- افق Bg۲ از تراس چهارم، هایپوکوتینگ آهن



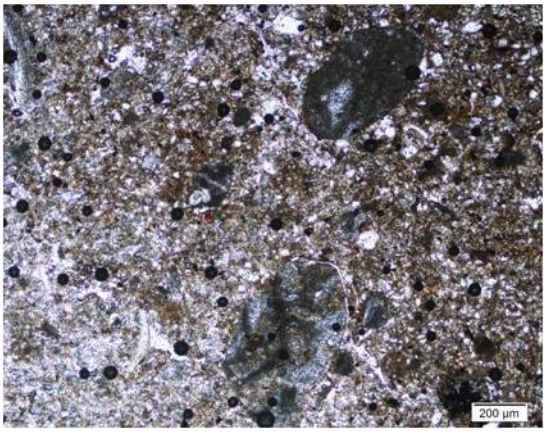
شکل شماره ۳- افق Bw۲ از تراس سوم پدوفیچرهای بیولوژیکی

[۲۱۸۱] microstructure
[۲۱۹۲] pedofeatuers
[۲۲۰۳] micropores

شکل ۵ کانالی را نشان می‌دهد که احتمالا حاصل حضور ریشه بوده و در حال حاضر نیز درون کانال پر از بقایای فضولات حیوانی است. در شکل ۶ از تراس ششم ندول‌های درشت آهک و همچنین ذرات درشت و ریز مشاهده می‌شود که نشانه رسوبگذاری رودخانه، شستشوی کم و نداشتن زمان کافی جهت تکامل می‌باشد.



شکل شماره ۵- افق Bg۲ از تراس پنجم
پدوفیچر فعالیت بیولوژیکی



شکل شماره ۶- افق Cg۲ از تراس ششم
نسبت c/f بالا

نسبت c/f از تراس هفتم به سمت تراس اول کاهش می‌یابد و نشان می‌دهد که تراس‌های دور از رودخانه متکامل‌تر هستند این تحقیق با یافته‌های (Alonso, et al., ۲۰۰۴) منطبق است. بی‌فابریک غالب پروفیل‌ها کریستالیک می‌باشد که احتمالا بخاطر فراوانی ذرات کلسیت و همچنین نبود زمان کافی برای آبشویی و تکامل خاک است.

منابع

ترابی گل‌سفیدی، ح. و کریمیان اقبال، م. ۱۳۸۱. بررسی تکامل خاک در یک ردیف زمانی روی پادگانه‌های حاشیه رودخانه سفیدرود در گیلان مرکزی. مجله علوم خاک و آب،جلد ۱۶، شماره ۱، صفحه ۹۵-۱۱۱.

سنجری، ص، فرپور، م.ه، کریمیان اقبال، م، و اسفندیارپور بروجنی، ع. ۱۳۹۰. نحوه تشکیل، میکرومرفولوژی و کانی شناسی رسی خاک‌های واقع بر سطوح ژئومرفیك گوناگون در منطقه‌ی جیرفت. نشریه آب و خاك (علوم و صنایع کشاورزی(. جلد ۲۵. شماره ۲. ۴۲۵-۴۱۱.

علوی صادقی، ح. و اسماعیلی، م. ۱۳۸۵. بررسی نوسانات جمعیت کرم سیب Laspeyresia pomonella به‌منظور تعیین وقت مناسب مبارزه. مجله‌ی علوم کشاورزی ایران، جلد سوم، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۸۳ تا ۱۱۲.

مشکات، ب. ۱۳۸۶. عوامل کنترل حاصلخیزی روی در خاک‌های آهکی. صفحه‌های ۱۵۴ تا ۱۵۹. مقاله‌های کلیدی سومین کنگره‌ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.

Alonso P, Dorronsor C and Egido JA, ۲۰۰۴. Carbonation in paleosols formed on terraces of Tormes River Basin, Geoderma, ۱۱۸: ۲۶۱-۲۶۷.

Bouyoucos, G. J. (۱۹۶۲). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. ۵۴, ۴۶۴-۴۶۵.

Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., Stoops, G., Tursina, T. & Babel, U. (۱۹۸۵). *Handbook for Soil* Thin Section Description. Waine Research Publications, Wolverhampton, UK.

Chapman, H. D. (۱۹۶۵). Cation exchange capacity. In: Methods of Soil Analysis. Part ۲. Black, C. A. (Ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Eswaran, H. ۱۹۷۲. Micromorphological indicators of pedogenesis in some tropical soils derived from basalt from Nicaragua. Geoderma. ۷: ۱۵-۳۱.

Klute, A. ۱۹۸۶. Method of soil analysis. Part ۱. Physical and mineralogical methods. ۲nd edition, SSSA book series, No. ۵, Madison, WI.

Kubiena. W. L. ۱۹۳۸. Micropedology. Collegate press. INC. Ames. Iowa.

McCarthy, P. J., Martini, I.P., and Leckie D.A. ۱۹۹۸. Use of micromorphology for paleoenviromental interpretation of complex alluvial paleosols: an example from the Mill Creek Formation (Albian), southwestern Alberta, Canada. Paleogeog. Paleoclim. Paleoecol. ۱۴۳:۸۷-۱۱۰.

Page, M. C., Sparks, D. L., Noll, M. R. and Hendricks, G. J. (۱۹۸۷). Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic Coastal Plain Soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. ۵۱, ۱۴۶۰-۱۴۶۵.

Stoops, G. ۲۰۰۳. Guidelinesfor analysis and description of soil and regolith thin sections. SSSA. Inc. Madison, Winsconsin.

Swanson, D.K., and Minnesota. ۱۹۸۵. Soil catenas on Pinedale and Bull lake moraines, Willow lake, Wind river mountains, Wyoming. Catena Vol ۱۲: ۳۲۹-۳۴۲.

Abstract

To study the development of soils on alluvial terraces, a branch of Gorganrood river terrace located in Kalale region was selected and samples were taken. Results showed that cation exchange capacity, organic matter, clay and silt percent reduced from upper terraces to lower terraces. Soils of the upper terraces are more developed classified as Typic Calcixerepts. Middle terrace soils with aquic condition were classified as Aquic Haploxerepts with visible iron hypocoatings in thin section. At lower terrace soils with coarser texture, soils were classified as Entisols. The dominant b-fabric of all soils is calcitic crystallitic indicating to low leaching conditions. In thin section of upper terraces the needle shape calcite were dominant and in surface horizons of second to fifth terraces, planar voids related mainly to puddling activities were recognizable. Fe hypocoatings in the ۴th terrace soils confirmed the redoximorphic condition. Also c/f rated distribution pattern were higher in the lower terrace soils than the higher ones indicating also to the less development of the lower terrace soils.

استفاده از مدل فائو در برآورد پتانسیل تولید پنبه و تخمین پتانسیل تولید اراضی با استفاده از دو روش استوری و ریشه دوم

احمدرضا پیله ور شهری [۱]، اکبر سهرابی [۲]
۱-دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ۲-استادیار گروه خاکشناسی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه لرستان

چکیده

نیاز به استفاده بهینه و پایدار از اراضی کشاورزی، با توجه به افزایش جمعیت و بالارفتن سطح استانداردهای زندگی و کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک، بیش از پیش احساس می گردد. در این راستا، ارزیابی تناسب و تخمین پتانسیل تولید اراضی راهکار مناسبی به حساب می آید. این پژوهش به منظور تخمین پتانسیل تولید اراضی برای محصول پنبه در اراضی شهرستان سبزوار با استفاده از دو روش استوری و ریشه دوم انجام گرفت. بدین منظور، ابتدا پتانسیل حرارتی- تابشی تولید به کمک مدل فائو برآورد شد، سپس شاخص خاک که نشان دهنده اثر مشخصات محدود کننده آن در کاهش تولید است، از فرمول استوری و ریشه دوم بدست آمد. نهایتاً پتانسیل تولید اراضی، محاسبه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که پتانسیل تولید اراضی با عملکرد زارعین اختلاف دارد؛ که این می تواند به دلیل تفاوت سطح مدیریت زارعین باشد. نتایج این بررسی نشان داد که میزان عملکرد برای محصول پنبه در شهرستان سبزوار بدون وجود محدودیت های خاک، آب و مدیریت را برابر با ۸۵۳۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. شاخص خاک محاسبه شده با روش استوری و ریشه دوم به ترتیب ۷۶/۰ و ۰.۷۹ می باشد. پس از محاسبه پتانسیل تابشی- حرارتی تولید و شاخص خاک، پتانسیل تولید اراضی محاسبه گردید. از آن جایی که تولید بیوماس خالص با استفاده از اطلاعات اقلیم و گیاه محاسبه می شود و تولید پیش بینی شده از تاثیر محدودیت های خاک، آب و مدیریت بر پتانسیل حرارتی-تابشی حاصل می شود، پس می توان با رفع محدودیت های قابل اصلاح خاک و ارتقاء سطح مدیریت، عملکرد زارعین را افزایش داد و به سقف تولید پیش بینی شده رساند.

واژه های کلیدی: پنبه، مدل فائو، پتانسیل تابشی- حرارتی، شاخص خاک

مقدمه

نظر به رشد سریع جمعیت و توسعه روز افزون شهرها که عوامل موثری در محدود شدن زمین برای کشاورزی به شمار می آیند، نیاز به استفاده بهینه از اراضی بیش از هر زمان دیگری احساس می گردد. یکی از اهداف ارزیابی اراضی استفاده پایدار و بهینه از اراضی می باشد و این در صورتی تحقق می یابد که اراضی بر حسب تناسب برای انواع مختلف کاربری ها طبقه بندی شده و مورد بهره برداری قرار گیرند(FAO,۱۹۸۳). برای دستیابی به این هدف، تعیین پتانسیل تولید محصول و پتانسیل تولید اراضی راهکار مناسبی می باشد. برآورد میزان تولید محصول که خود به اقلیم، نوع خاک و سیستم مدیریتی بستگی دارد، یکی از مراحل اصلی ارزیابی کمی تناسب اراضی بحساب می آید که بر اساس آن می توان باروری اراضی مختلف را با یکدیگر مقایسه نمود(فرج نیا، ۱۳۸۶). تخمین پتانسیل تابشی - گرمایی تولید با استفاده از مدل فائو امکان تعیین میزان تولید خالص زیست توده با استفاده از اطلاعات مربوط به اقلیم و گیاه را فراهم می سازد(اعتدالی و همکاران، ۱۳۹۱). این مدل رشد بالقوه را شبیه سازی می کند و به عبارتی، به شبیه سازی تجمع مواد خشک تحت شرایط مطلوب از نظر آب و موادغذایی و در محیط های عاری از آفات، بیماری ها و علف های هرز می پردازند(اعتدالی و همکاران، ۱۳۹۱). در این راستا سایس و همکاران در سال ۱۹۹۱ عملکرد بیوماس خالص را برای گیاه ذرت در گاروآ، ۱۷۸۶۷ کیلوگرم در هکتار محاسبه نمودند. چینن در سال ۱۹۹۱ نیز میزان تولید و تناسب مزارع منطقه کاپینی زامبیا را برای سه محصول ذرت، آفتابگردان و کتان با استفاده از سیستم فائو ارزیابی نمود. نتایج مطالعات نشان داد که به رغم وجود همبستگی زیاد بین عملکرد برآورد شده و عملکرد واقعی، اختلاف معنی دار وجود دارد. گیوی در سال ۱۳۷۹ تولید گندم، جو، برنج، سیب زمینی، پیاز و یونجه را در ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی فلاورجان اصفهان پیش بینی نمود، او برای محاسبه پتانسیل تابشی- حرارتی تولید از مدل پیشنهادی فائو استفاده کرد. سهرابی و همکاران در سال ۱۳۸۱، پتانسیل حرارتی- تابشی تولید چغندرقند را به روش فائو در دشت سیلاخور لرستان محاسبه نمودند و به این نتیجه رسیدند که پتانسیل تولید از روش فوق، ۶۸۶۲۶ کیلوگرم در هکتار است. پنبه گیاهی زراعی است که بدلیل قابلیت استفاده از تمام قسمت های این گیاه در صنایع مختلف و اشتغالزایی آن و وابستگی بیشتر صنایع با فرآورده های این محصول از مهمترین گیاهان گروه صنعتی محسوب می شود. تنها گیاهی است که محصول آن از بدو تولد تا مرگ مورد استفاده و همراه انسان است. متاسفانه بدلایل گوناگون تولید این محصول سال به سال در کشورمان کاهش یافته است. با توجه به ضرورت افزایش تولید این محصول در واحد سطح، لازم است با تعیین پتانسیل تولید محصول و تولید اراضی، مدیریت صحیح را برای افزایش تولید اعمال نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در دشت اندقان در شمال غربی استان خراسان رضوی و در فاصله ۸۰ کیلومتری شهرستان سبزوار بین عرض شمالی ۳۵ ۳۶ و ۳۷ ۳۶ و طول شرقی ۲۹ ۵۷ و ۳۱ ۵۷ واقع شده است. منطقه از نظر آب و هوایی جزو مناطق نیمه خشک بوده و اقلیم آن گرم و خشک است. حدود بارندگی سالیانه در آن ۲۰۰-۲۵۰ میلی متر، حداقل رط وبت نسبی ۲۳ و حداکثر آن ۸۲ درصد است. متوسط ۵۵ ساله اطلاعات هواشناسی منطقه از ایستگاه هواشناسی سبزوار که نزدیکترین ایستگاه به منطقه موردمطالعه است تامین گردید.

در این پژوهش، مطالعات تفصیلی خاک در منطقه انجام گرفت. در این ارتباط شیب و پستی و بلندی های کوچک، وضعیت زهکشی، ساختمان خاک، درصد سنگ و سنگ ریزه، عمق خاک مورد مطالعه قرار گرفت. بافت، مقدار کربنات کلسیم معادل، مقدار گچ، واکنش خاک، شوری و قلیائیت به روش های استاندارد آزمایشگاهی اندازه گیری شد.

در مرحله بعد، مشخصات اندازه گیری شده فوق با نیازهای رویشی پنبه (به غیر از نیازهای اقلیمی) مطابقت و بسته به میزان محدودیتی که این مشخصات برای پنبه ایجاد می کنند، به هر کدام از مشخصات درجه تناسبی اختصاص داده شد. با استفاده از این درجات تناسب، به کمک فرمول استوری و ریشه دوم، شاخص خاک (SI) محاسبه گردید:

$$SI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots \quad (۱)$$

$$SI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots} \quad (۲)$$

در این رابطه، A، B، C و ...، درجات تناسب اختصاص داده شده به هر یک از مشخصه های خاک است.

برای محاسبه پتانسیل تابشی-حرارتی تولید پنبه در منطقه موردمطالعه از مدل فائو استفاده گردید؛ بدین صورت که ابتدا ضریب تنفس (رابطه ۳) و سپس حداکثر تولید ناخالص بیوماس (رابطه ۴) و در پایان پتانسیل حرارتی-تابشی تولید بر اساس رابطه ۵ بدست آمد:

$$C_t = C_{30}(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2) \quad (۳)$$

$$bgm = f \times bo.(1 + 0.002y) + (1 - f) \times bc.(1 + 0.005y) \quad (۴)$$

$$Y = 0.36bgm \times KLAI \times \frac{Hi}{\left[\left(\frac{1}{L}\right) + 0.25C_t\right]} \quad (۵)$$

که در این رابطه؛ Y پتانسیل حرارتی-تابشی تولید محصول (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)؛ KLAI، نسبت حداکثر تولید ناخالص زیست توده وقتی که شاخص سطح برگ غیر از ۵ بوده نسبت به وقتی که ۵ باشد؛ Hi، شاخص برداشت و L، طول سیکل رشد (روز) می باشد و C_t ضریب تنفس است.

پس از محاسبه پتانسیل تابشی- حرارتی تولید از طریق مدل فائو، پتانسیل تولید اراضی از رابطه ۶ محاسبه گردید:

$$LPP = Y \times SI \quad (۶)$$

در این رابطه، LPP، پتانسیل تولید زمین (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)، Y، پتانسیل تابشی-حرارتی تولید (کیلوگرم وزن خشک در هکتار) و SI شاخص خاک می باشد.

نتایج و بحث

پس از اندازه گیری های خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و درجه تناسب آنها، با استفاده از خصوصیات گیاهی و اقلیمی موردنیاز برای پتانسیل حرارتی- تابشی پنبه که در جدول ۱ مشاهده می گردد، محاسبه گردید.

پتانسیل حرارتی- تابشی پنبه در دشت اندقان از طریق مدل فائو برابر با ۸۵۳۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

مقدار شاخص خاک، محاسبه شده توسط فرمول استوری و ریشه دوم با استفاده از درجات تناسب به ترتیب برابر ۰.۷۶ و ۰.۷۹ بدست آمد.

پتانسیل تولید اراضی به روش فائو و با استفاده از فرمول استوری، ۶۴۸۳ کیلوگرم در هکتار و با استفاده از فرمول ریشه دوم ۶۷۳۹ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. همانطور که مشاهده می شود میزان پتانسیل تولید اراضی بدلیل وارد شدن محدودیت های خاک و اقلیم، کمتر از میزان پتانسیل حرارتی-تابشی تولید می باشد.

نتایج نشان داد که عملکرد مشاهده شده در منطقه (۴۹۰۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به پتانسیل تولید اراضی پایین تر بوده که این می تواند بخاطر تاثیر سطح مدیریت در عملکرد زارعین باشد. بنابراین با رفع محدودیت های قابل اصلاح خاک و ارتقاء سطح مدیریت، عملکرد زارعین را افزایش داد و به سقف تولید پیش بینی شده رساند(جدول ۲).

جدول ۱- تخمین ضرایب پتانسیل عملکرد پنبه در دشت اندقان

	مقدار
محاسبه حداکثر میزان تولید ناخالص زیست توده(bgm) **(Estimation of maximum biomass production)**	
Pm: سرعت حداکثر میزان فتوسنتز برگ (کیلوگرم CH_2O در هکتار در ساعت)	۲۸
bc: حداکثر تولید ناخالص زیست توده در هوای صاف (کیلوگرم در هکتار در روز)	۴۳/۴۴۳
bo: حداکثر سرعت تولید ناخالص زیست توده در روزهای ابری(کیلوگرم در هکتار روز)	۷۱/۲۳۴
f: نسبت روزهایی که هوا ابری است($1 - {}^{n}/_{N}$).	۲۴/۰
۱-f: نسبت روزهایی که هوا صاف است($ {}^{n}/_{N}$)	۷۶/۰
bgm: ، حداکثر تولید ناخالص زیست توده (کیلوگرم CH_2O در هکتار در روز)	۲۱/۴۶۴
محاسبه میزان تولید خالص زیست توده (Bn) **(Estimation of net biomass production)**	
C۳۰: ضریب تنفسی برای غیرلگوم	۰۱۰۸/۰
Ct: ضریب تنفس $C_t = C_{30}(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2)$	۰۰۱۹/۰
L: طول سیکل رشد (روز)	۲۱۶
KLAI: نسبت حداکثر تولید ناخالص زیست توده وقتی که شاخص سطح برگ غیر از ۵ بوده نسبت به وقتی که ۵ باشد	۶۵/۰
Bn: میزان تولید خالص زیست توده	۶/۲۱۳۲۳
HI: شاخص برداشت	۴/۰
Y: پتانسیل حرارتی-تابشی تولید زعفران (کیلوگرم وزن خشک در هکتار)	۸۵۳۰

جدول۲- تولید مشاهده شده، پتانسیل تولید زمین و شاخص خاک (استوری و ریشه دوم) در واحد اراضی

واحد اراضی	تولید مشاهده شده(کیلوگرم در هکتار)	شاخص خاک		تولید پتانسیل زمین	
		فرمول استوری	فرمول ریشه دوم	فرمول استوری	فرمول ریشه دوم
A	۹/۴	۷۶/۰	۷۹/۰	۶۴۸۳	۶۷۳۹

منابع

اعتدالی، س.، گیوی، ج. و نوری، م. ۱۳۹۱. مقایسه مدل های فائو و واگنینگن در برآورد پتانسیل تولید ذرت علوفه ای و تعیین سطح مدیریت کشت آن در اطراف شهرستان شهرکرد. نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۶. شماره ۴ صفحه ۸۸۵-۸۷۳.

فرج نیا، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید چغندرقند در دشت یکانات مرند. مجله چغندرقند. ۲۳(۱): ۴۳-۵۴.

سهرابی، ا.، گیوی، ج.، ملکوتی، م.ج.، مسیح آبادی، م.ح. و سیدجلالی، س.ع.ر. ۱۳۸۲. محاسبه دوره رشد و تخمین تولید بیوماس چغندرقند به روش فائو در دشت سیلاخور لرستان. مجله چغندرقند. ۱۹(۱): ۶۷-۷۹.

گیوی، ج. ۱۳۷۹. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی و پیش بینی تولید و ارزیابی کمی تناسب اراضی. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نبات، دانشگاه مازندران، صفحه ۳۴۶.

Chinene V. R. N. ۱۹۹۱. The Zimbian land evaluation system(ZLES). Soil Use and Management. ۷:۲۱-۳۰.

FAO.۱۹۸۳. Guidelines: land ecaluation for rainfed agriculture. FAO Soils Bull. NO.۵۲, FAO, Rome.

Sys C, Van Ranst E, Debaveye J (۱۹۹۱), land evaluation. part I, principles in land evaluation and crop production calculation. General Administration for De =velopment Cooperation, Brussels: ۲۷۴pp.

Abstract

The need for sustainable use of agricultural land, due to population growth and rising standards of living and lack of water in arid and semi-arid areas, is more crucial than ever. In this context, the evaluation of suitability and estimation of land production potential can account a proper solution. This study was conducted to estimate the land production potential of Sabzevar city for cotton crop by employing Storie and root square methods. Therefore, firstly the potential of the thermal- radiation production was estimated by the FAO model, then the soil index which reflects the effect of its limiting properties on declined production was calculated by Storie and root square formula and finally land production potential was calculated. The results showed that land production potential differs with what yielded by farmers which could be as a result of different levels of management. Results of this study showed that assuming no restrictions for soil, water and management the yield rate for cotton crop in Sabzevar city is estimated to be ۸۵۳۰ kg/ha. Calculated soil index was ۰.۷۶ and ۰.۷۹ for Storie and root square methods respectively. Land production potential was then estimated by considering potential of the thermal- radiation production and soil index. As net biomass production calculated by using climate and crop data and predicted production is estimated with consideration of soil, water and management restrictions impact, it is possible to increase farmer performance to maximum predicted yield by resolving the improvable restrictions of soil and improving management level.

ارتباط بین فاکتورهای خاکسازی و تنوع کانی‌های رسی در خاکهای رودخانه‌های مهم استان خوزستان

آرزو ذاکرمشفق [۱]، سیروس جعفری [۲]، نفیسه رنگزن [۳]
۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲-دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

چکیده
این مطالعه به‌منظور بررسی ارتباط بین فاکتورهای خاکسازی با تنوع کانی‌های رسی خاکهای آبرفتی رودخانه‌های مهم استان خوزستان انجام شد. ۳۳ خاکرخ در اراضی حاشیه رودخانه‌های کرخه، کارون و زهره بر اساس تفاوت در مواد مادری، وضعیت زه‌کشی و کاربری اراضی انتخاب و کانی‌شناسی شد. در ترکیب کانی‌شناسی رسوبات رودخانه کرخه با کشت تناوبی ایلیت دی‌اکتاهیدرال، کلریت، کائولینیت و کوارتز موروثی، پالی‌گورسکایت (از منشأ رسوبات بادی) و ورمی‌کولیت ملاحظه شد. ایلیت و ورمی‌کولیت از سطح به عمق روند کاهشی داشتند. منشأ اصلی اسمکتیت در منطقه به انتقال در اثر جریان‌های رودخانه کرخه نسبت داده شد و افزایش آن در سطح ناشی از تحول ورمی‌کولیت و در عمق نوتشکیلی در شرایط زهکشی نامناسب، شوری و قلیاییت است. کانی‌های خاکهای رودخانه کارون نیز مشابه رودخانه کرخه بود. اسمکتیت در خاکهای زهکشی شده منطقه ناپایدار و منشأ پالی‌گورسکایت در اثر شوری زیاد و پهاش بالا همراه با منیزیم زیاد قبل از کشت و کار و همچنین رسوبات بادی و گرد و غبار می‌باشد. پالی‌گورسکایت در خاکهای رودخانه زهره نیز از منشأ گرد و غبار بوده ولی به واسطه مقادیر بالای گچ پایدار بوده و در سطح خاک پایدار مانده است. ترکیب سایر کانی‌های منطقه مشابه دو رودخانه دیگر است.

واژه های کلیدی: آبرفت، اسمکتیت، پراش پرتو ایکس، خاکرخ، کانی

مقدمه
از دیدگاه زمین‌شناسان و خاک‌شناسان عوامل متعددی چون سنگ، آب و هوا، توپوگرافی، موجودات زنده و زمان در تشکیل کانی‌ها مؤثرند. شاو و همکاران (۲۰۰۳) ویژگی‌های خاک‌ها و تکامل و تغییر پذیری آن‌ها را تا حد زیادی به مواد مادری وابسته می‌دانند. اوجی و باقرنژاد (۱۳۷۶) در خاک‌های جلگه‌های مرتفع فارس نشان دادند که منشأ مهم‌ترین کانی‌های خاک‌ها در مناطق خشك موروثی و در مناطق نیمه‌خشك موروثی و تحول کانی‌های اولیه به ثانویه است.
جعفری و سرمدیان (۲۰۰۳) تفاوت خاک‌ها را در تفاوت در زه‌کشی، حمل مواد فرسایش یافته، شستشو، انتقال و رسوب مجدد مواد شیمیایی متحرک عنوان کردند. نتایج عبدالهی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر عوامل مختلف خاکسازی در خاکهای خوزستان، نشان‌دهنده ارتباط مستقیم موقعیت و جایگاه شیب با تکامل خاک‌ها است. سینگ و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که کانی‌های رسی خاک‌ها نیز با وضعیت فیزیوگرافی رابطه داشته و به عبارتی توپوگرافی بر روی تشکیل و تحول این کانی‌ها دارای تأثیر می‌باشد.
به اعتقاد چرم و همکاران (۲۰۰۹)، وجود کائولینیت فراوان در خاک‌ها و رسوبات استان خوزستان موروثی بوده و تشکیل آن به اقلیم گرم و مرطوب گذشته مربوط می‌گردد. پیشگیر و جعفری (۱۳۹۳) گزارش کردند که کانی کلریت از جمله کانی‌های فراوان در خاکهای بایر است که از مواد مادری در این خاک‌ها به ارث رسیده است.
موروثی بودن ایلیت نیز از مواد مادری در خاک خشک و نیمه‌خشک جنوب ایران توسط پژوهشگرانی چون عمادی و همکاران (۲۰۰۸)، جعفری و نادیان (۱۳۹۳) و چرم و همکاران (۲۰۰۹) تأیید شده است. با کاهش غلظت پتاسیم در خاک، کانی ایلیت ناپایدار شده، تبادل یون‌های پتاسیم و منیزیم سبب تشکیل ورمی‌کولیت و سپس اسمکتیت می‌شود (بوزا و همکاران، ۲۰۰۷ و اولیایی و همکاران، ۲۰۰۵). لازمه وجود رطوبت مناسب برای آزادسازی و آبشویی پتاسیم از ایلیت خاک و هوادیدگی ایلیت به اسمکتایت توسط محققانی چون بورچارت (۱۹۸۹)، نانزیو و همکاران (۱۹۹۹) و خرمالی و ابطحی (۲۰۰۳) نیز بیان شده است. تشکیل کانی‌های قابل انبساط در اراضی تحت کشت به‌ویژه در لایه سطحی اراضی تحت کشت می‌تواند تا حدود زیادی به تخلیه پتاسیم از خاک توسط گیاه مربوط باشد. چنین تحولی توسط چرم و همکاران (۲۰۰۹) برای نیشکر گزارش شد.
خرمالی و ابطحی (۲۰۰۱) شرایط زهکشی ضعیف خاکهای جنوب ایران را دلیلی بر تشکیل اسمکتیت در خاک بیان نمودند. کاهش پالی‌گورسکایت در لایه زیر سطحی خاک بکر گواهی بر تبدیل پالی‌گورسکایت به اسمکتیت است. رابطه معکوسی بین پالی‌گورسکایت و اسمکتیت با توجه به رطوبت قابل دسترس خاک وجود دارد (چرم و همکاران، ۲۰۰۹). به گزارش نیومن و سینگر (۲۰۰۴) و ویلسون (۱۹۹۹) نیز، این رس‌های رشته‌ای در اراضی کشاورزی در اثر آبیاری به کانی قابل انبساط تبدیل می‌شوند.

هدف از این مطالعه، بررسی منشأ و توزیع کانی‌های رسی رسوبات مهم‌ترین رودخانه‌های خوزستان در ارتباط با فاکتورهای خاکسازی می باشد.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه، بخشی از رسوبات رودخانه های کرخه (بند حمیدیه تا شهرستان بستان)، کارون (جنوب اهواز تا شمال آبادان) و زهره (از منطقه زیدون و پل دیلم تا منتهی‌الیه روستای قلعه کعبی) را شامل می‌شود. رژیم رطوبتی منطقه یوستیک و در بعضی مناطق مرز بین یوستیک- اریدیک و رژیم حرارتی تمام مناطق هایپرترمیک می‌باشد. منشأ مواد مادری اراضی منطقه مورد مطالعه بخشی از سیلاب رودخانه‌ها و بخشی نیز از رسوبات بادرفتی دوره کواترنر تشکیل شده است. به‌دلیل بارندگی کم و در نتیجه آبشویی کم، خاک‌ها از تکامل سنی زیادی برخوردار نبوده و پوشش گیاهی منطقه به جز در مناطق زه‌کشی شده، در بقیه قسمت‌ها گیاهان شور پسند مثل سالسولا، گز، درمنه، بنگرو و کهورک می‌باشد.

برای این منظور ۹ خاکرخ در حاشیه رودخانه کرخه، ۱۲ خاکرخ در حاشیه شرقی و غربی رودخانه کارون و ۱۲ خاکرخ در حاشیه شرقی و غربی رودخانه زهره که دارای اختلاف قابل توجهی در وضعیت مواد مادری، زهکشی و کاربری اراضی بودند، انتخاب شد. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های اخیر ماهواره‌ای، محل خاکرخ‌ها تعیین و پس از حفر، با استفاده از روش استاندارد تشریح گردیدند (اداره نقشه برداری خاک آمریکا، ۲۰۰۲). نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، آسیاب شده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌ها اندازه‌گیری شدند. همچنین شناسایی کانی‌های رسی مطابق روش جکسون (۱۹۷۵) و کیتریك و هوپ (۱۹۶۳) با استفاده از پراش پرتو ایکس پس از حذف املاح محلول، کربنات‌ها، مواد آلی و اکسیدهای آهن و منگنز آزاد صورت گرفت. رس‌های خالص شده با تیمارهای پتاسیم در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، پتاسیم و حرارت در ۵۵۰ ^{o}C، منیزیم و منیزیم همراه با اتیلن گلیکول اشباع شدند. این نمونه‌ها به کمك پراش اشعه ایکس(XRD) مدل زیمنس ۵۰۰ D- با استفاده از تابش Cuk با انرژی ۴۰ کیلو ولت و ۳۰ میلی آمپر تشخیص داده شدند. شدت پیک‌های به‌دست آمده به‌عنوان معیاری جهت نشان دادن مقدار تقریبی هر نوع رس به کار رفت. به‌علت محدودیت، کانی‌های رسی افق‌های سه خاکرخ (از هر منطقه یک خاکرخ) در این مقاله آورده شده است.

نتایج و بحث

خاکرخ مطالعه شده در حاشیه رودخانه کرخه در واحد فیزیوگرافی دشت آبرفتی رودخانه‌ای قرار دارد. به‌واسطه شیب کم منطقه، سطح آب زیرزمینی در کمتر از یک متر و بالا بودن نسبت تبخیر و تعرق به بارندگی، خیز مویینگی در ماه‌های گرم سال شدت گرفته، خاک‌ها شور شده‌اند. این عامل موجب شده که کشت تناوبی (گندم) فقط در بخشی از سال با آبیاری و زه‌کشی مصنوعی امکان‌پذیر باشد. به‌علت تغییرات سطح آب زیرزمینی طی سال در اثر آبیاری مکرر و زه‌کشی نامناسب، رنگدانه در افق تحت‌الارض تشکیل شده است. این خاکرخ در زیرگروه Typic Haploustepts رده‌بندی می‌شود (کلید طبقه‌بندی خاک، ۲۰۱۴).

همانطور که الگوی XRD خاکرخ کرخه (منطقه سبحانیه حوالی شهر سوسنگرد) نشان می‌دهد (شکل ۱- الف)، پیک ۳/۱۴ انگسترومی قابل ملاحظه است که می‌تواند به کانی‌های کلریت، ورمی‌کولیت و اسمکتایت مربوط باشد. به‌دلیل تقویت این پیک در تیمار منیزیم در مرتبه اول و سوم (۷/۴) می‌توان بیان داشت که وجود لایه بروسایت کانی کلریت، دلیل اصلی وجود این پیک است. این کانی رسی، جزء کانی رسی ثانویه خاک می‌باشد که از مواد مادری در این خاک‌ها تشکیل گردیده است. در رسوباتی که حاوی مقادیر متنابهی از منیزیم باشند، پدید آمده و در اثر آبشویی و حذف لایه بروسایت منیزیم‌دار نیز از خاک حذف می‌شود. کلریت در کلیه خاکهای مورد مطالعه خوزستان فراوان می باشد (پیشگیر و جعفری، ۱۳۹۱).

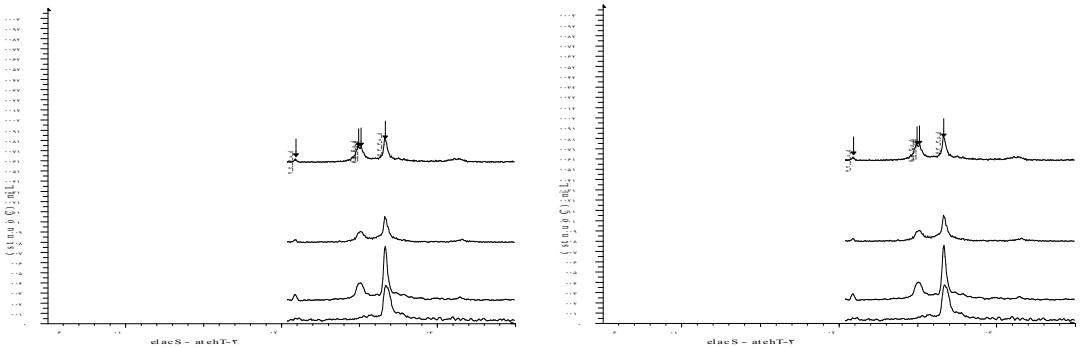
وجود پیک ۱۰ انگسترومی در تمامی تیمارها، حضور کانی ایلیت را بازگو می‌کند. همچنین پیک ۱۰/۵ انگسترومی نیز نشان از دی‌اکتاهیدرال بودن این کانی است. کانی‌های دی‌اکتاهیدرال ایلیت از تری‌اکتاهیدرال آن در برابر هوادیدگی و شرایط اکسید و احیا مقاومت بیشتری داشته، به‌همین جهت در خاک‌ها بیشتر یافت می‌شوند. این کانی نیز در خاکهای خوزستان به‌وفور وجود دارد. در اراضی تحت کشت بدون مصرف کود پتاسه، به‌دلیل مصرف پتاسیم توسط گیاه، پتاسیم از لایه‌های این کانی تخلیه شده و منجر به هوادیده شدن و تبدیل آن به ورمی‌کولیت یا شبه ایلیت شده است. علت آن را می‌توان به افزایش شدت پیک ۱۰ انگسترومی در تیمار پتاسیم و پتاسیم با حرارت، نسبت داد. به اعتقاد ریچ و بلک (۱۹۶۴) نیز ورمي‌کولیت از مکا و بر اثر حذف پتاسیم و جانشین شدن آن با کاتیون‌های قابل تبادل هیدراته به‌وجود می‌آید.

اسمکتایت از جمله کانی‌های مهم در بخش رس ریز خاک است و علاوه بر منشأ موروثی، می‌تواند نتیجه تحول سایر کانی‌ها و یا نوتشکیلی باشد (رایدسوکوپ و اولری، ۲۰۰۲). با توجه به مقدار زیاد اسمکتیت در این افق سطحی، احتمال می‌رود که بیشترین مقدار آن از طریق پدیده انتشار و انتقال به‌وسیله آب رودخانه به خاک به ارث رسیده باشد. اندازه ریز اسمکتیت سبب می‌شود که بتواند در جریان‌های انتقالی آب تا مسافت‌های زیادی طی شود و شوری و قلیاییت الکترولیت سبب رسوب آن گردد. چنین نتایجی در رسوبات بخش‌های جنوبی رودخانه کارون توسط جعفری و نادیان (۱۳۹۰) گزارش شده است. علاوه بر موروثی بودن، احتمالاً این کانی در نتیجه تحول کانی میکایی در افق سطحی نیز تشکیل شده باشد. زیرا در اراضی تحت کشت، آبیاری مکرر همراه با زهکشی مصنوعی صورت گرفته و جذب پتاسیم توسط ریشه گیاه نیز مسیر تحول این کانی را از ورمیکولیت حاصل از تحول میکا امکان‌پذیر می‌نماید. تحول اسمکتیت از ایلیت در اثر تخلیه پتاسیم از گیاه برای اراضی تحت کشت نیشکر و تناوبی هفت‌تپه خوزستان توسط جعفری و باقرنژاد (۱۳۸۶) نیز گزارش شده است. در این رابطه، تریبوت و همکاران (۱۹۸۷) نیز اظهار داشته‌اند

جذب پتاسیم توسط ریشه گیاهان طی یک دوره صد ساله، ساختار ایلیت را از هم پاشیده و مقدار اسمکتیت را در خاک افزایش می‌دهد. در فصول گرم سال که میزان تبخیر از سطح افزایش می‌یابد، صعود مویینگی آب و املاح در خاک سبب تجمع املاح و شوری در سطح شده و امکان کشت گیاه در این خاک‌ها امکان‌پذیر نیست. لذا زهکشی نامناسب سبب پایداری اسمکتیت در این خاک شده است.

کانی پالی‌گورسکایت در این خاک به میزان قابل توجهی قابل ملاحظه است. حضور این کانی در بسیاری از خاکهای خوزستان به‌دلیل شرایط تبخیری و نوتشکیلی در شرایط شور گزارش شده است (جعفری و نادیان، ۱۳۹۳). مقادیر زیاد پالی‌گورسکایت در سطح خاک می‌تواند به رسوبات بادی اراضی یا کشورهای مجاور نسبت داده شود (پیشگیر و جعفری، ۱۳۹۱). این نتیجه‌گیری به‌دلیل مقادیر کمتر آن در عمق خاک (افق C) همین خاکرخ مستدل‌تر است. در مطالعات مشابهی محققین وجود مقادیر بیشتری از کانی رشته‌ای را در افق‌های سطحی خاک گزارش نموده درحالی‌که این کانی از بخش‌های عمقی تا حدودی حذف شده بود (چرم و همکاران، ۲۰۰۹). ازجمله دیگر کانی‌های غالب در این خاک، کائولینیت است که همانگونه قبلا ذکر شده به صورت موروثی به خاک اضافه شده است.

روند مشابهی از لحاظ تنوع کانی‌های رسی در افق‌های Bw۱ و Cg (شکل ۱- ب) این خاک ملاحظه گردید. مقادیر ایلیت از سطح به عمق رو به کاهش بوده که می‌تواند به حذف پتاسیم و هوادیدگی این کانی مربوط باشد. به‌علت جذب کمتر پتاسیم توسط گیاه در افق زیرسطحی، تحول ایلیت کمتر صورت گرفته و مقدار ورمی‌کولیت و اسمکتایت در افق Bw۱ نسبت به Ap کمتر است. احتمالاً بیشترین مقدار اسمکتیت Bw۱ در نتیجه جریانات انتقالی مواد معلق رودخانه، به خاک اضافه شده و حضور آن از تحول ایلیت نقش کمتری دارد. اما چنانچه ملاحظه می‌شود، میزان پیک اسمکتیت در افق Cg این خاک به‌میزان قابل توجهی مجدداً افزایش یافته است که دلیل آن را می‌توان به نوتشکیلی این کانی در شرایط متناوب اکسید و احیا و زه‌کشی ضعیف همراه با پهاش بالا، شوری خاک و تجمع منیزیم نسبت داد. مقادیر کانی کلریت نیز از سطح به عمق کمتر شده است که نشانگر میزان بیشتر این کانی‌ها در رسوبات افق‌های سطحی‌تر و در نتیجه موروثی بودن آن‌ها باشد.



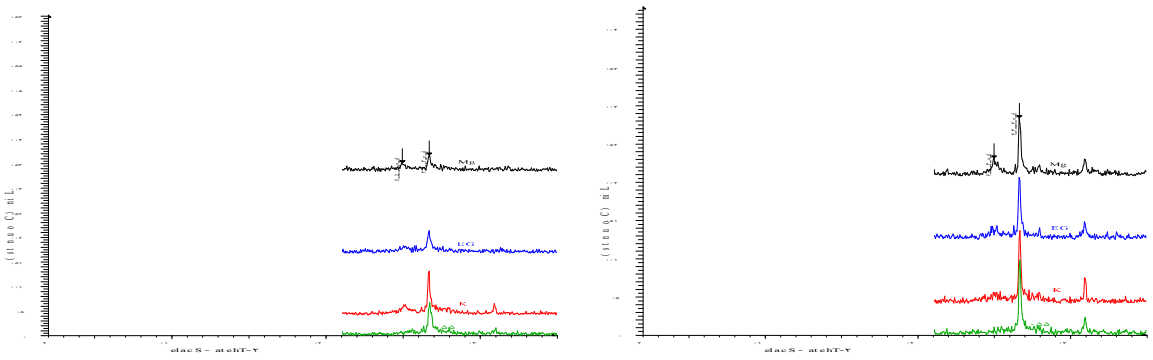
الف ب

شکل۱- الف: الگوی XRD افق Ap خاکرخ سبحانیه و ب: الگوی XRD افق Cg خاکرخ سبحانیه

خاکرخ بعدی در اراضی ساحل غربی رودخانه کارون در کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر (جنوب‌غربی اهواز) در واحد فیزیوگرافی دشت آبرفتی رودخانه‌ای واقع است. آبیاری مکرر در این اراضی به‌همراه زه‌کشی مصنوعی سبب کاهش شوری خاک و امکان کشت نیشکر شده است. شیب منطقه کمتر از ۲ درصد بوده و در زیرگروه Typic Haploustepts رده‌بندی می‌شود (کلید طبقه‌بندی خاک، ۲۰۱۴).

در نمونه رس مربوط به افق Ap در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر، همانند خاکرخ قبل، رس‌های کلریت، ایلیت دی‌اکتاهیدرال، کائولینیت و کوارتز با منشأ موروثی وجود دارند. مقدار ایلیت و ورمی‌کولیت در این اراضی کمتر است زیرا سابقه کشت و کار در این اراضی کمتر بوده و خروج پتاسیم در اثر آبشویی و جذب گیاهی و در نتیجه تحول ایلیت کم بوده است. مقدار بسیار کمی کانی اسمکتیت نیز در خاک وجود دارد به‌طوری که می‌توان آن را ناچیز تلقی نمود که می‌تواند به عدم تحول ایلیت در این اراضی نسبت داده شود.

ترکیب کانی‌شناسی افق Bw (شکل ۲- الف) این خاک مشابه Ap بوده با این تفاوت که مقادیر ایلیت و ورمی‌کولیت کمتر و اسمکتیت کمی بیشتر شده است. این روند تحول کلریت به اسمکتیت را تأیید می‌نماید. کاهش مقدار کلریت از سطح به عمق موید این امر است. شدت پیک اسمکتیت نسبت به Ap و Bw اندکی افزایش یافته است زیرا این کانی در اثر آبشویی کمتر خاک پایدارتر است. روندی در تغییر پالی‌گورسکایت، کائولینیت و کوارتز مشاهده نشده است. اما در افق C۲ شدت پیک‌ها کمی متفاوت است. کاهش میزان رطوبت قابل دسترس و عدم وجود ریشه گیاه (تخلیه کمتر پتاسیم) موجب تحول کمتر ایلیت و کلریت می‌شود. شدت پیک کانی‌های ورمی‌کولیت و اسمکتیت به‌دلیل بهبود وضعیت پایداری در شرایط کاهش میزان رطوبت و زهکشی مناسب، افزایش یافته است. به‌واسطه کاهش پایداری پالی‌گورسکایت در این شرایط ، از شدت پیک این کانی به میزان قابل توجهی کاسته شده است.



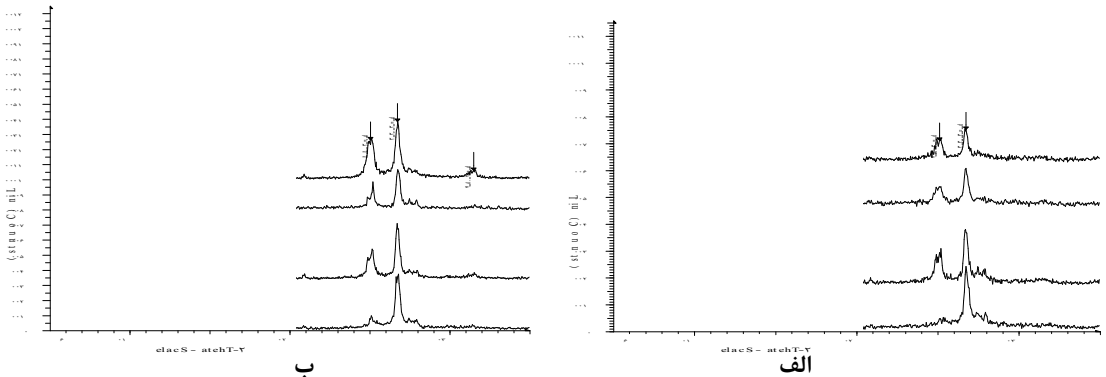
ب الف

شکل ۲- الف: الگوی XRD افق Bw کشت و صنعت امیرکبیر و ب: الگوی XRD افق C۱ کشت و صنعت امیرکبیر

واحد فیزیوگرافی خاکرخ منطقه داربهاره - زیدون (جنوب‌غربی شهر بهبهان) در ساحل غربی رودخانه زهره، دشت مرتفع آبرفتی رودخانه‌ای و رده‌بندی آن Typic Aquisalids است (کلید طبقه‌بندی خاک، ۲۰۱۴). این خاکرخ نسبت به خاکرخ‌های کرخه و کارون در واحدهای مرتفع‌تری واقع شده و به واسطه شیب بیشتر از شرایط مناسب‌تر زهکشی برخوردار است. به‌واسطه داشتن شیب و ارتفاع بالاتر منطقه نسبت به دو منطقه دیگر (کرخه و کارون)، جریان آب فرصت نفوذ کمتر داشته و فرسایش گالی از عوارض طبیعی منطقه است. بارندگی کم و عدم آبیاری در این بخش از اراضی منطقه، سبب تجمع ثانویه ذرات آهک و گچ (نه به حد افق کلسیک و جیپسیک) در افق‌های زیر سطحی شده است. در صورت تأمین آب لازم برای آبیاری، این اراضی نیاز به زهکشی زیرسطحی نداشته و در بخش هایی از منطقه بدون سیستم زهکشی مصنوعی اراضی در حال کشاورزی است. سن رسوب‌گذاری و تشکیل خاک در این اراضی بیشتر از دو منطقه دیگر است.

کانی‌شناسی افق سطحی (Ap) این خاک (شکل ۳- الف)، کانی‌های کلریت، کائولینیت، پالی‌گورسکایت، کوارتز و ایلیت را نشان می دهد که با خاک ساحل کارون و کرخه مشابهت دارد. سابقه زیاد کشت و کار در اراضی منطقه، موجب آبشویی خاک در اثر آبیاری و بارندگی شده است. مقادیر بیشتر ورمی‌کولیت و کمتر ایلیت در افق سطحی نسبت به خاکرخ‌های کرخه و کارون، حاکی از میزان بیشتر آبشویی است. میزان و شدت آبشویی به حدی نبوده که بتواند موجب تحول کامل ورمی‌کولیت به اسمکتایت شود. لذا افق سطحی، مقدار بسیار کمی اسمکتیت داشته و جزء کانی‌های غالب خاک به شمار نمی‌رود. مقدار زیاد پالی‌گورسکایت در افق سطحی و عدم حضور آن در افق‌های زیرسطحی خاکرخ، به جریان‌های انتقالی در اثر باد نسبت داده می‌شود. رطوبت کم همراه با مقادیر نسبتاً زیاد گچ در خاک و پهاش بالا ، بر پایداری پالی‌گورسکایت در افق سطحی مؤثر است. حضور نسبتاً زیاد پالی‌گورسکایت و اندک اسمکتایت، دلیل دیگری بر عدم آبشویی شدید خاک است. به عقیده پاکوات و میلوت (۱۹۸۳) و گولدن و دیکسون (۱۹۹۰)، کانی پالی‌گورسکایت در میانگین بارندگی سالیانه بیش از ۳۰۰ میلی‌متر ناپایدار بوده و به اسمکتایت تبدیل می‌شود.

در ترکیب کانی‌شناسی افق Bz این خاک (شکل ۳- ب)، کانی کلریت به میزان کمتری نسبت به Ap مشاهده می‌شود. پیک ورمی‌کولیت (یا شبه ایلیت) نیز کمتر شدت گرفته و همراه با پیک تیز ایلیت، نشان از تحول کمتر ایلیت به ورمی‌کولیت است. درنتیجه کانی قابل انبساط (اسمکتیت) نیز تشکیل نشده است. تغییر در میزان این کانی‌ها از سطح به عمق را می‌توان به کاهش آبشویی و کاهش خروج پتاسیم بین‌لایه‌ای نسبت داد. ترکیب کانی‌های افق C این خاک تقریباً مشابه کانی‌های افق Bz است با این تفاوت پیک ورمی‌کولیت در کنار ایلیت روند کاهشی و اسمکتیت حضور یافته است که این خود تحول کانی میکایی در افق زیرسطحی را بازگو می‌کند. تغییری در روند و میزان کائولینیت و کوارتز رخ نداده است.



ب الف

شکل۳-الف: الگوی XRD Ap منطقه داربهاره- زیدون و ب: الگوی XRD افق Bz منطقه داربهاره- زیدون

منابع

اوجی، م. ر. و باقرنژاد، م. ۱۳۸۶. مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی، مورفولوژیکی و کانی‌شناسی برخی از خاک‌های جلگه‌های مرتفع استان فارس. ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

پیشگیر، م. ۱۳۹۰. مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم در اراضی با کاربری‌های مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.

پیشگیر، م. و جعفری، س. ۱۳۹۱. مطالعه تغییر کانی‌های رسی خاکهای مناطق شمالی و جنوبی استان خوزستان. بیستمین همایش ملی بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، دانشگاه شهید چران اهواز، اهواز.

پیشگیر، م. و جعفری، س. ۱۳۹۳. مقایسه تثبیت پتاسیم و آمونیوم توسط رس‌های جداسازی شده از خاک با سیستم‌های مختلف کشاورزی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۸. شماره ۶۹، ۲۴۹-۲۳۷.

جعفری، س. و باقرنژاد، م. ۱۳۸۶. اثرات تر و خشک شدن و سیستم‌های کشت بر تثبیت پتاسیم در برخی از خاک‌ها و رس‌های خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱. شماره ۴۱ (الف)، ۸۹-۷۵.

جعفری، س. و نادیان، ح. ۱۳۹۰. مطالعه تکامل خاک‌ها در یک ردیف پستی و بلندی در استان خوزستان. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، طرح شماره ۱۷-۸۵.

جعفری، س. و نادیان، ح. ۱۳۹۳. مطالعه تکامل خاک‌ها و تنوع کانی‌های رسی در یک ردیف پستی و بلندی در استان خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۸، شماره ۶۹، ۱۶۴-۱۵۱.

عبدالهی، م.، جعفری، س. و صادقی، ب. ۱۳۸۹. اثر عوامل مختلف خاکسازی روی خصوصیات خاک‌ها در استان خوزستان. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی، خوراسگان.

Borchardt G. ۱۹۸۹. Smectites. In: Dixon J. B. and Weed S. B. (Eds.). Minerals in soil environments. ۲nd. Soil Science Society America. Madison, Wisconsin.

Bouza P.J., Simon M., Aguilar J., Valle H. and Rostage M. ۲۰۰۷. Fibrous- clay mineral formation and soil evolution in Aridisols of northeastern Potagonia, Argentina. Geoderma, ۱۳۹:۳۸-۵۰.

Chorom M., Baghernejad M. and Jafari S. ۲۰۰۹. Influence of rotation cropping and sugarcane production on the clay mineral assemblage. Applied Clay Science, ۴۶: ۳۸۵-۳۹۵.

Emadi M., Baghernejad M., Memarian H., Saffari M. and Fathi H. ۲۰۰۸. Genesis and clay mineralogical investigation of highly calcareous soils in semi-Arid Regions of Southern Iran. Journal of Applied Sciences, ۸: ۲۸۸-۲۹۴.

Golden D. C. and Dixon J. B. ۱۹۹۰. Low temperature alteration of palygorskite to smectite. Clays and Clay Minerals, ۳۸: ۴: ۴۰۱-۴۰۸.

Jackson M .L. ۱۹۷۵. Soil chemical analysis-advanced course. University of Wisconsin, College of Agric., Department of Soils, Madison, WI.

Jafari M. and Sarmadian F. ۲۰۰۳. Fundamentals of soil science, Tehran University. (In Persian).

Khormali F. and Abtahi A. ۲۰۰۱. Soil genesis and mineralogy of three selected regions of Fars, Bushehr and Khuzestan provinces of Iran, formed under highly calcareous conditions. Iran Agricultural Research, ۲۰: ۶۷-۸۲.

Khormali F., and Abtahi A. ۲۰۰۳. Origin and distribution of clay minerals in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran. Clay Minerals, ۵۳. ۲۷۳-۳۰۱.

Kittrick J.A. and Hope E. W. ۱۹۶۳. A procedure for the particle-size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Science, ۹۶: ۳۱۲-۳۲۵.

Nanzyo M., Nakamaru Y., Yamasaki S. I. and Samante P. H. ۱۹۹۹. Effect of reduction conditions on the weather of Fe+۳ Rich biotite in new lahar deposite from MT. Pinatubo, Philippines. Soil Science, ۱۶۴: ۲۰۶-۲۱۵.

Neaman A., and Singer A. ۲۰۰۴. The effects of palygorskite on chemical and physico-chimical properties of soils: a review. Geoderma, ۱۲۳: ۳-۴, ۲۹۷-۳۰۳.

Owliaie H., Abtahi R. A. and Heck R. J. ۲۰۰۵. Pedogenesis and clay mineralogical investigation of soil formed on gepsiferous and calcareous materials, on transect, southwestern Iran. Geoderma, ۱۴۳: ۶۲-۸۱.

Raid-soukup D.A. and Ulery A.L. ۲۰۰۲. Smectites. In: Soil mineralogy with environmental application. Soil Science Society of America Book Series. No.۷.

Paquet H. and Millot G. ۱۹۷۲. Geochemical evolution of clay minerals in the weathered products in soil of Mediterranean climate. Pp. ۸۵۹ in : Minerals in Soil Environments (Dixon, J.B., and S.B. Weed, editors). Second edition, Soil Science Society of America. Madison, WI.

Rich C.I. and Black W.R. ۱۹۶۴. Potassium exchange as affected by cation size, pH and mineral structure. Soil Sci, ۹۷: ۳۸۴-۳۹۰.

Shaw J. N., West L. T., Bosch D. D., Truman C. C. and Leigh D. S. ۲۰۰۴. Parent material influence on soil distribution and genesis in a Pale Udult and Kandi Udult complex southeastern USA. Catena, ۵۷: ۱۵۷-۱۷۴.

Sing G. N., Agrawal H. P. and Singh M. ۱۹۹۱. Clay mineralogy of alluvial in different physiographic positions. Indain Soc. Soil Sci., ۳۹: ۱۶۰-۱۶۳.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy. Second edition. USDA, NRCS.

Tributh H., Boguslawski E.V., Lieres A.V., Steffens D., and Mengel K. ۱۹۸۷. Effect of potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals. Soil Sci., ۱۴۳: ۴۰۴-۴۰۹.

Wilson, M. J. ۱۹۹۹. The origin and formation of clay minerals in soils: past, present and future perspectives. Clay Minerals, ۳۴: ۷-۲۵.

Abstract

This study was performed to investigate the relationship between Soil formation factors and clay minerals assemblages of major Rivers Khuzestan's alluvial soils. Selected ۳۳ profiles were diged in Karkheh, Karoon and Zohreh rivers. These profiles site were selected according to the difference in parent materials, the drainage and land use. In mineralogical compositions of river Karkheh Illite di octahedral, chlorite, kaolinite and quartz were identifiedAlso, palygorskite was added to this soils due to Wind depositions. Vermiculite was originated from illite transformation.. Illite and vermiculite has been decreased From surface to depth. Smectite origion was from Karkheh River sediments and increase in the surface from transformation of vermiculite It was stable in poor drainage, salinity and alkalinity conditions. The clay mineral diversity of Karoon River were same as Karkhe River Smectite was unstable in soils under good drainage, also palygorskite was identified in this area. In the Zohreh River's soils,palygorskite had origin of the dust. It was stable due to high amounts of gypsum, high pH in surface soil. Clay minerals was same with two other regions.

تاثیر تغییر اقلیم بر نیازهای آبی چغندرقند در منطقه میاندوآب

مسلم ثروتی [۱]، حمیدرضا ممتاز [۲]، نیلوفر تیمورپور [۳]، فریدا امیریان [۴]
۱- استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب دانشگاه ارومیه، ۲-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه ارومیه، ۳-دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج دانشگاه تهران، ۴-دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز

چکیده
در این مطالعه تغییرات اقلیمی برای بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۹ بررسی گردید. آنالیزها با استفاده از روش ریزمقیاس نمایی آماری و مدل تولید داده LARS-WG انجام و نتایج آن بر روی ایستگاه میاندوآب تحلیل گردید. نتایج موید این مطلب است که بارش بطور میانگین ۱۰ درصد کاهش خواهد یافت. میانگین دمای سالانه نیز به میزان ۷/۰ درجه سلسیوس بوده که مربوط به ماه‌های ژانویه و فوریه می‌باشد. همچنین طبق پیش‌بینی مدل دمای کمینه و بیشینه استان افزایش خواهد یافت و میزان افزایش دمای کمینه بیشتر از افزایش دمای بیشینه خواهد بود. در نتیجه این تغییرات، نیاز آبی چغندرقند در این دوره ۲۰ ساله در شهرستان میاندوآب نسبت به دوره کنونی متفاوت خواهد بود. به طوری که دراین ایستگاه ۱۶ درصد نیازآبی افزایش خواهد یافت.

واژه های کلیدی: چغندرقند، تغییر اقلیم، نیاز آبی، میاندوآب

مقدمه
افزایش گازهای گلخانه‌ای و دمای ناشی از آن باعث بر هم خوردن تعادل سیستم اقلیمی زمین شده و تغییرات اقلیمی گسترده ای را به‌وجود آورده است. این پدیده می‌تواند بر بخش‌های منابع آب، کشاورزی و محیط زیست اثرات منفی داشته باشد. کمترین تغییر در میزان بارش و درجه حرارت صدمات شدیدی به بخش‌های کشاورزی و اقتصادی می زنند (Haltner and Wiliams ۱۹۸۰). روند خشک شدن دریاچه ارومیه نیز در چند ساله اخیر، منابع آب سطحی و زیرزمینی را با افزایش شوری و املاح، کاهش میزان و کیفیت آب و نهایتا کاهش محصول مواجه نموده است. همچنین میزان تولید محصولات کشاورزی، همبستگی بالایی با نزولات جوی و مناسب بودن شرایط آب و هوایی دارد و گیاه نسبت به نوسانات این عوامل حساسیت نشان می‌دهد، امکان اتخاذ تصمیم مناسب جهت انجام زراعت را فراهم می‌سازد (علیزاده، ۱۳۸۳). از بین عناصر اقلیمی، مقدار بارندگی و درجه حرارت در طول فصل رشد، برای کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (عزیزی و یاراحمدی، ۱۳۸۲). بنابراین به دلیل خشک و نیمه‌خشک بودن شرایط اقلیمی ایران و کاهش بارندگی و افزایش درجه حرارت و تغییرات اقلیمی، برآورد نیاز آبی در آینده از اهمیت فراوانی برخوردار است، زیرا تخمین بیش از حد آب مورد نیاز گیاه، ضمن هدر دادن آب آبیاری سبب ماندابی شدن اراضی، شستشوی مواد غذایی خاک و آلوده نمودن منابع آب زیرزمینی می-شود. ضمن این که تخمین کمتر نیز باعث اعمال استرس رطوبتی به گیاه شده و در نتیجه، کاهش محصول را در بر خواهد داشت.

چغندرقند *Beta vulgaris* (به عنوان مهم‌ترین محصولات مهم شهرستان میاندوآب)، مهم‌ترین منبع تولیدکننده ساکارز می‌باشند. ساکارز فرآورده‌ای است با خاصیت شیرین‌کنندگی و قابلیت نگه‌داری بالا که این امکان را می‌دهد تا به‌عنوان اجزاء تشکیل‌دهنده یا افزودنی در طیف وسیعی از غذاها، نوشیدنی‌ها و مواد داروئی مصرف گردد (Cooke & Scott, ۱۹۹۳). بنابراین، پیش‌بینی‌های اقلیمی جهت استفاده در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و تخمین نیاز آبی چغندرقند ضروری به نظر می‌رسند.

هم اکنون قدرت تفکیک برای مدل‌های گردش عمومی جو جهت مطالعات تغییرات اقلیمی در حد چند کیلومتر است. مدل‌های گردش عمومی جو، شرایط توپوگرافی، پوشش سطحی و شرایط اقلیمی یکسانی را برای یک شبکه با ابعاد چند صد کیلومتری در نظر می‌گیرند، در حالیکه ممکن است شرایط واقعی سطح زمین در محدوده مورد بررسی کاملا متفاوت باشد. برای فائق آمدن بر نقیصه تفکیک فضایی کم مدل‌های گردش عمومی، دو راه‌کار ریز مقیاس نمایی آماری[۲۲۱] با استفاده از مدل‌های آماری و بکارگیری مدل‌های دینامیکی منطقه‌ای است. استفاده از مدل‌های دینامیکی برای ریزمقیاس نمایی خروجی مدل‌های گردش عمومی جو با محدودیت‌هایی روبرو است، اما در روش آماری در عرض چند ثانیه می‌توان ریزمقیاس نمایی برای یک ایستگاه برای چندین ده‌سال مشخص نمود. روش‌های آماری به دلیل انجام سریع و هزینه کمتر نسبت به روش‌های مکانیکی از اهمیت بیشتری در آنالیزهای مربوط به تغییر اقلیم برخوردار می‌باشند (Haltner and Wiliams ۱۹۸۰).

هارمسن و همکاران (۲۰۰۹) از روش ریزمقیاس نمایی آماری و تحت سه سناریوی اقلیمی A۲، A۱۰ و B۱ به بررسی بارش، تبخیر-تعرق مرجع، کمبود بارش و کاهش نسبی عملکرد محصول پرداختند. نتایج نشان داد که در اثر تغییر اقلیم، فصل بارش مرطوبتر و فصل خشکی خشکتر خواهد شد. همچنین میزان تبخیر-تعرق در ماه‌های خشک با کاهش بارندگی و افزایش دما افزوده خواهد شد. کوروبو (۲۰۰۲)، در مالدیو اثرات تغییر اقلیم را بر تولید حبوبات بررسی نمود و گزارش کرد که افزایش درجه حرارت جهانی،

[۲۲۱] -Statistical downscaling

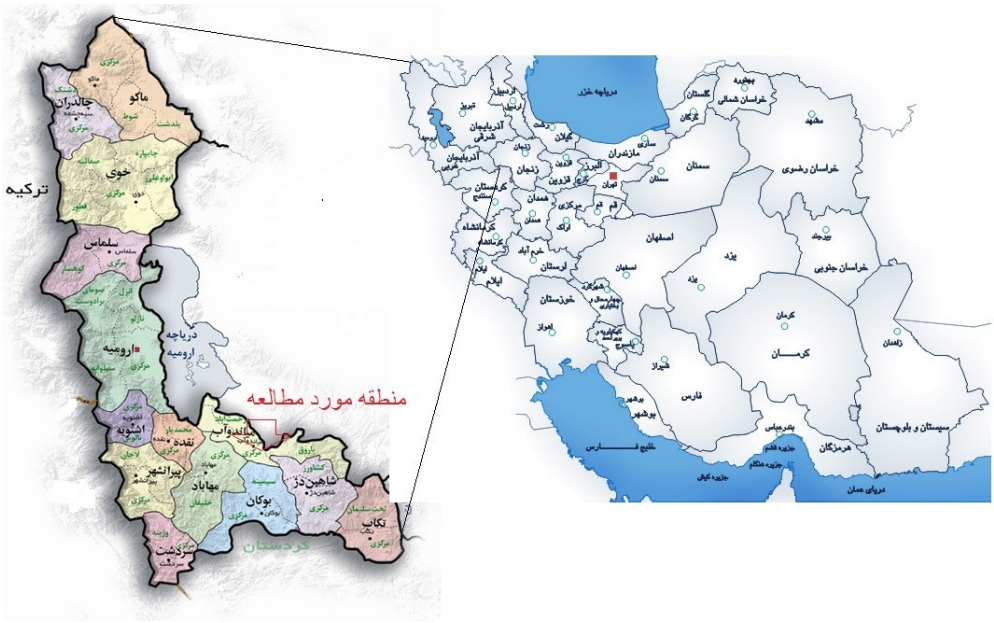
منجر به وقوع خشکی در طول دوره‌های رشد این تیپ بهره‌وری خواهد شد. ردریگز و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از مدل‌سازی نیاز آب آبیاری، افزایش حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد نیاز آبی فصلی گیاهان زراعی در دهه ۲۰۵۰ را در اثر تغییر اقلیم پیش‌بینی نمودند که ناشی از مکان و الگوی کشت است. باگیوس و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند، افزایش دما و افزایش غلظت دی اکسید کربن هوا در دهه‌های آتی بر روی تبخیر-تعرق تیپ‌های بهره‌وری زراعی در خصوص محصولات پاییزه، افزایش نیاز آبی مورد توجه نخواهد بود، ولی در مورد محصولات بهاره، افزایش معنی‌داری در نیاز آبی رخ خواهد داد.

دراین مطالعه با استفاده از داده های مدل گردش عمومی جو ECHO-G و و نرم افزار LARS-WG اقلیم شهرستان میاندوآب در دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۴۹ بررسی و سپس با توجه به نیاز آبی چغندرقند در منطقه، با توجه به میزان افزایش دما و کاهش بارندگی تغییرات نیاز آبی بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان میاندوآب در حد فاصل بین شهرهای بوکان، ملکان، مهاباد و شاهین دژ واقع شده‌است و در واقع پل ارتباطی برای استان‌های آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی محسوب می‌گردد. مساحت شهرستان میاندوآب ۲۶۹۴ کیلومتر مربع است و در طول جغرافیایی ۴۶درجه و ۶ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و در عرض ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از خط استوا (شکل ۱) در وسط جلگه‌های منتهی به دریاچه ارومیه با ارتفاع ۱۳۱۴ متر از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای منطقه متغیر بوده، دارای تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های مختصر سرد می‌باشد. میزان بارش متوسط در منطقه ۲۸۹میلی‌لیتر و درجه حرارت متوسط ۱۳/۵ درجه سلسیوس ثبت شده‌است، در زمانی نه چندان دور جلگه میاندوآب یکی از جلگه‌های معروف کشت پنبه بوده است و هم اکنون کشت چغندر قند رواج دارد. (سازمان هواشناسی استان آذربایجان‌غربی ۱۳۹۲).



شکل ۱-جانمایی منطقه مطالعاتی

خصوصیات محصول

کشت چغندر در شرایطی امکان‌پذیر است که تابش نور خورشید کافی و منطقه محل کشت حداقل ۱۸۰ تا ۲۰۰ روز بدون یخبندان باشد. پائین‌ترین دمائی که چغندرقند در آن فعالیت دارد (صفر گیاه) ۵ تا ۸ درجه سانتی‌گراد است. در اوایل رشد به سرما حساس است ولی در پائیز تا ۶ درجه زیر صفر را به‌راحتی تحمل می‌کند. گرمای بیش از اندازه، رشد و ذخیره سازی قند چغندر را متوقف می‌کند. به‌این دلیل کشت آن در نقاط گرمسیر در زمستان انجام می‌گیرد و در بهار پیش از آغاز گرما برداشت می‌شود.بهترین درجه حرارت برای رشد و قندسازی چغندر با دمای میانگین ۲۰ درجه در روز و ۱۰ درجه در شب است، در ۴۰ درجه سانتی‌گراد رشد و ذخیره‌سازی قند به کمترین مقدار می‌رسد (کولیوند ۱۳۶۶).

جدول ۱ دوره رشد گیاه چغندرقند را در منطقه میاندوآب نشان می‌دهد. شایان ذکر است که نیاز آبی و سایر پارامترها بر اساس عرف محلی می‌باشد.

جدول ۱ -اطلاعات نیاز آبی چغندرقند در منطقه مطالعاتی

تیپ بهره‌وری	میزان اب ابیاری (M۳/ha)	تعداد دفعات آبیاری	ماه‌های آبیاری	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت
چغندرقند	۶۳۰۰	۴	اردیبهشت،خرداد ، تیر، مرداد	۲۱ فروردین	۲۵ شهریور

مدل LARS-WG

در تولید داده‌ها اولین قدم، مدل‌سازی سری روزهای تر و خشک است. به منظور شبیه‌سازی طول روزهای تر و خشک، بارش روزانه و تابش خورشیدی از توزیع نیمه‌تجربی استفاده می‌کند در واقع فاصله‌ها به طور مساوی بین تابش بیشینه و کمینه ماهانه تقسیم می‌شوند. برای یک روز تر مقدار بارش از توزیع نیمه‌تجربی بارش ماه موردنظر و به طور مستقل از سری‌های تر یا مقدار بارش در روز قبل به دست می‌آید. درجه حرارت‌های کمینه و بیشینه روزانه به صورت فرآیندهایی تصادفی با میانگین و انحراف معیارهای روزانه که وابسته به وضعیت تر یا خشک بودن روز موردنظر هستند، مدل‌سازی می‌شوند. سری فوریه مرتبه سوم برای شبیه‌سازی میانگین و انحراف معیار درجه حرارت فصلی به کار می‌رود. ضمن آن که مقادیر مانده‌ها که از تفریق مقادیر میانگین از مقدار پیش‌بینی‌شده به دست می‌آیند، در تحلیل خود همبستگی زمانی داده‌های کمینه و بیشینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سه بخش اصلی تشکیل شده است که عبارت هستند از کالیبراسیون، ارزیابی و تولید یا شبیه‌سازی داده ها ی هواشناسی دهه‌های آینده . نیاز اساسی مدل در مرحله کالیبراسیون، فایلی است که مشخص‌کننده رفتار اقلیم در دوره گذشته می‌باشد. این فایل با استفاده از داده‌های روزانه بارش، دمای کمینه، دمای بیشینه و ساعت آفتابی ایستگاه‌های انتخابی با در نظر گرفتن یک دوره ۳۰ ساله ایستگاه میاندوآب به عنوان دوره پایه، تهیه شده و مدل براساس آن برای دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۹ اجرا شد. سپس در مرحله ارزیابی مدل خروجی مدل و داده‌های اقلیمی با استفاده از آزمون RMSE و r^2 بررسی و در صورت معنی‌دار بودن شروع به تولید داده برای آینده گردید. پس از اطمینان از نتایج درست ارزیابی با استفاده از دو فایل با پسوند WG و Sce می‌باشد که اولی مربوط به اطلاعات هواشناسی و دومی مربوط به خروجی یکی از مدل‌های گردش عمومی جو در دوره مشابه با دوره پایه است که توسط مرکز هواشناسی هادلی انگلستان طراحی شده است. در این تحقیق از مدل گردش عمومی ECHO-G استفاده شد.

از آن جایی که در تمامی سال‌ها انحراف معیار متوسط سالیانه تمامی متغیرها از انحراف معیار دوره آماری کم‌تر است و انتظار بر این است که مقادیر حدی اقلیمی در آینده افزایش یابد، در نتیجه، برای رفع این نقیصه با استفاده از رابطه های ۱ و ۲ ضمن حفظ میانگین ها، انحراف معیار این متغیرها به نسبت انحراف معیار داده‌های مشاهده شده به داده های شبیه‌سازی شده توسط مدل برای دوره گذشته، در دوره پایه افزایش داده شد.

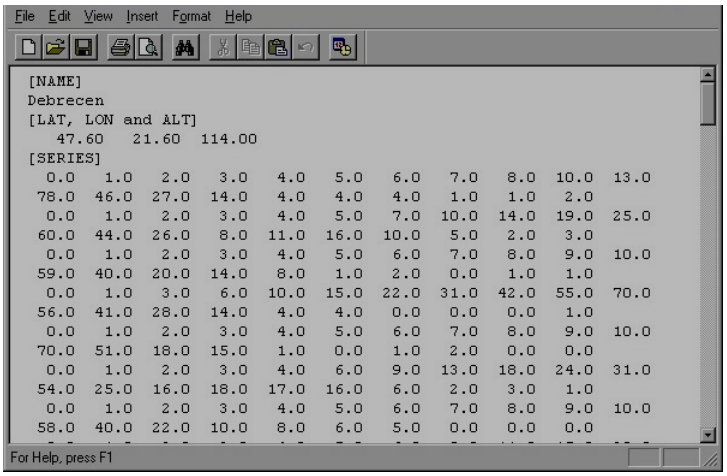
$$F_{FUT} = F_{OBS} + (F^{Fut}_{GCM} - F^{base}_{GCM})$$

$$STD = \frac{STD^{OBS}_{kBASE_f}}{STD^{GCM}_{Basek_r}} ¿ STD^{GCM}_{Fut} \qquad (۲)$$

در این روابط F_{FUT} - F_{OBS} - F^{Fut}_{GCM} - F^{base}_{GCM} به ترتیب نشان دهنده متغیرهای پیش‌بینی شده، مشاهده شده، پیش بینی‌شده بر روی شبکه مدل در دوره آینده و شبیه‌سازی شده بر روی شبکه مدل در دوره گذشته می‌باشند و سپس با حفظ میانگین، انحراف‌معیار آن ها مطابق معادله ۲ محاسبه شد (IPCC. ۲۰۰۷). برای محاسبه بارندگی مؤثر که در واقع جزئی از بارندگی است که در منطقه توسعه ریشه‌ها ذخیره شده و به مصرف گیاه می‌رسد، روش مرسوم به فائو انتخاب شده و در نهایت نیاز آبی چغندرقند در دوره پایه و نیز دو دهه آتی با استفاده از این نرم افزار درطول دوره رشد گیاه برآورد شده گردید. شایان ذکر است که برای محاسبه نیاز آبی در سال‌های آتی، ابتدا تبخیر و تعرق از روش تورنت‌وایت محاسبه و از روی آن با استفاده از روش فائو برآورد گردید (علی‌زاده و کمالی ۱۳۸۷).

نتایج و بحث

شکل ۲ شمایی از پیش‌بینی مدل لارس را برای منطقه میاندوآب نشان می‌دهد.



شکل ۲-شمایی از پیش‌بینی اقلیمی توسط مدل لارس

جدول ۲ نتایج ارزیابی داده‌های شبیه‌سازی شده توسط مدل و داده‌های واقعی دوره پایه را برای دوره مورد بررسی نشان می‌دهد. ضریب تبیین از مقدار قابل توجهی برخوردار بوده و شاخص‌های خطاسنجی پایین می‌باشد.

جدول ۲- ارزیابی مدل لارس با استفاده از آماره های کالیبراسیون برای دوره زمانی (۲۰۲۰-۲۰۳۹) در منطقه میاندوآب

آماره	بارش	دمای	ساعت آفتابی
R۲	۰.۹۴۸	۰.۹۷۳	۰.۹۷۲
RMSE	۲.۰۱۶-	۱.۹۷۵.-	۰.۹۴۳
MAE	۳.۴۲۱	۳.۲۸۵	۲.۹۷۴

آب و هوا مهم‌ترین عامل تغییرپذیری سالانه تولید محصولات کشاورزی حتی در محیط‌هایی با عملکرد و فن اوری بالاست. امروزه موضوع تغییر اقلیم جهانی بسیار مورد توجه دانشمندان و سیاست‌گذاران عرصه‌های بین‌المللی قرار گرفته است زیرا هر تغییری در آب و هوا، عدم قطعیت مربوط به تولید محصولات زراعی را افزایش خواهد داد. به همین دلیل آگاهی از چگونگی وقوع این فرایند و اثرات آن بر نظام های زراعی می تواند در ارائه برنامه‌های جامع برای مقابله و یا آمادگی در برابر مخاطرات حاصله، مؤثر واقع شود.
همانند دمای بیشینه، میانگین دمای کمینه ماهانه نیز در مقایسه با دوره آماری افزایش می‌یابد که بیشترین افزایش ماهانه آن ۲ درجه سلسیوس در فوریه خواهد بود.
نیاز آبی محاسبه‌شده با روش فائو نشان داد که با استفاده از داده‌های تولید شده جدید، میزان نیاز آبی چغندرقند ۷۸۸۸ متر مکعب در هکتار محاسبه گردید که نسبت به حالت عادی ۱۶ دصد افزایش نیاز آبی نشان می‌دهد.
نتایج موید این مطلب است که بارش بطور میانگین ۱۰ درصد کاهش خواهد یافت. میانگین دمای سالانه نیز به میزان ۷/۰ درجه سلسیوس بوده که مربوط به ماه‌های ژانویه و فوریه می‌باشد. در نتیجه این تغییرات، نیاز آبی چغندرقند در دوره ۲۰ ساله مورد بررسی در شهرستان میاندوآب نسبت به دوره کنونی متفاوت خواهد بود. به طوری که دراین ایستگاه ۱۶ درصد نیازآبی افزایش خواهد یافت.

منابع

بی‌نام، ۱۳۹۰. گزارش اطلاعات هواشناسی ایستگاه هواشناسی شهرستان میاندوآب، سازمان هواشناسی استان آذربایجان‌غربی، ارومیه.
عزیزی، ق. و یاراحمدی، د.۱۳۸۲. بررسی ارتباط پارامتر های اقلیمی و عملکرد گندم با استفاده از مدل رگرسیونی (مطالعه موردی دشت سیلاخور). پژوهش های جغرافیایی، شماره‌ی ۴۴، جلد سوم، شماره‌های ۲۹ تا ۳۵.
علیزاده، ا. و کمالی، غ. ۱۳۸۷. نیاز آبی گیاهان در ایران. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
علیزاده، ا. ۱۳۸۳ . اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا.
کولیوند، م. ۱۳۶۶. زراعت چغندر قند. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند.

Baguis P., Roulin E., Willems P. and Ntegeka V. ۲۰۱۰. Climate change scenarios for precipitation and crop evapotranspiration over centeral Belgium. Theoretical Applied Climatology. ۹۹: ۲۷۳-۲۸۶.
Cooke DA and Scott. ۱۹۹۳. The Sugar beet crop, Science into practice. Chapman and Hall Press, ۶۷۵ p.

Corobov R. ۲۰۰۲. Estimation of climate change impacts crop production in the Republic of Molodova. Geojjournal. ۵۷:۱۹۵-۲۰۲.

.Haltiner G. and Williams R. ۱۹۸۰. Numirical Prediction and Dynamic Meteorology ,John Wiley&Sons, ۱۱۵-۱۲۰

Harmsen, E.; Miller, N.L.; Schlegel, N.J. and Gonzalez, J.E. ۲۰۰۹. Seasonal climate change impacts on evapotranspiration, precipitation deficit and crop yield in Puerto Rico. Agricultural Water Management, ۹۶:۱۰۸۵-۱۰۹۵.

IPCC. ۲۰۰۷. Summary for policy makers Climate change: The physical science basis. Contribution of working group I to the forth assessment report. Cambridge University Press.

Rodriguez J.,, Weatherhead J., Knox, W. and Camacho, E. ۲۰۰۷. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. Regional Environmental Change. ۷: ۱۴۹-۱۵۹.

Abstract

In this research climate change assessment has been studied for the period of ۲۰۲۰-۲۰۳۹. Analysis of downscaled meteorological parameters by LARS-WS model over miandoab Stations in west Azerbaijan province have been performed. The results revealed that annual mean of precipitation will increase by ۱۰ percent. Annual mean temperatures are projected to increase by ۰.۷ ℃, with maximum temperature increase in January and February. Also according simulation of model, Minimum and maximum temperatures will increase and the increase of the minimum temperature is more than maximum temperature .As a result of these changes, the water requirement of sugar beet in studied region will be different compared to the current period. So that in Miandoab station water requirement of this plant will increase ۱۶ percentages from the period of development.

بررسی توزیع جانبی و عمودی کربنات کلسیم با استفاده از زمین آمار و معادلات عمق خاک

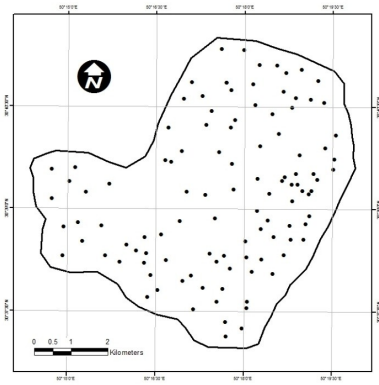
علیرضا امیریان چکان [۱]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۲]، شهرام یوسفی خانقاه [۱]، صاحب خورده بین [۳]، زهرا درویش پسند [۴]، رخسار اکبری فضلی [۵]
۱-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان،۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه اردکان، ۳-کارشناس ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، ۴-کارشناس ارشد علوم خاک،۵-دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

چکیده
کربنات‌ها از ترکیبات غالب خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک هستند و مطالعه توزیع مکانی آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق بر اساس روش نمونه‌برداری مکعب لاتین از ۱۰۹ موقعیت در اراضی اطراف شهرستان بهبهان نمونه‌های خاک تا عمق یک متری برداشته شد. معادله عمق اسپلاین به داده‌های کربنات کلسیم اندازه‌گیری شده برازش داده شد و مقادیر تخمینی در پنج عمق استاندارد نقشه‌برداری رقومی تعیین و با استفاده از کریجینگ معمولی نقشه پیوسته کربنات کلسیم همه عمق‌ها رسم گردید. نتایج بیانگر پیوستگی مکانی متوسط داده‌های کربنات کلسیم و دقت تقریبا برابر تخمین‌های زمین‌آماری در همه عمق‌ها بود. میانگین مقدار کربنات کلسیم از سطح به عمق تقریبا برابر بود و دانه‌بندی خاک، سازند زمین‌شناسی و کاربری اراضی نقش اصلی در توزیع کربنات کلسیم را داشتند. نتایج این تحقیق بیانگر کارآیی خوب معادلات عمق و روش کریجینگ در نشان دادن تغییرات سه بعدی کربنات کلسیم در خاکهای منطقه بود.

واژه‌های کلیدی: زمین آمار، کربنات کلسیم، معادلات عمق اسپلاین، نقشه‌برداری سه بعدی خاک

مقدمه
بیشتر مطالعات روی ذخیره آلی کربن انجام گرفته است و توجه کمتری به فرم معدنی آن در خاک شده است (Adhikari et al., ۲۰۱۳). این در حالی است که در مناطق خشک و نیمه خشک شکل معدنی کربن خاک که بیشتر به صورت کربنات‌ها است، غالب و حدود ۲ تا ۱۰ برابر فرم آلی است (Esvaren et al., ۲۰۰۰). کربنات‌ها به خصوص کربنات کلسیم که در اغلب خاکهای نواحی خشک و نیمه خشک به وفور یافت می‌شوند تاثیر زیادی روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها از جمله واکنش خاک، قابلیت در دسترس بودن عناصر غذایی و هماوری ذرات دارند (Esvaren et al., ۲۰۰۰). بنابراین میزان ذخیره کربن معدنی در خاک و چگونگی توزیع مکانی آن نقش مهمی در تغییرات پویای اتمسفر، پوشش گیاهی و خاک دارد و اهمیت زیادی در مدیریت بهتر خاک‌ها و پایش محیط زیست دارد.
اطلاعات در مورد ویژگی‌های خاک اغلب در مقیاس و فرمت مورد نظر در دسترس نیست (McBratney et al., ۲۰۰۳ ;Greve et al., ۲۰۱۲). هر چند که نقشه‌های سنتی حاوی اطلاعات مفیدی در مورد خاک‌ها می‌باشند، ولی تغییرپذیری درون کلاس‌ها (Lark, ۲۰۱۰) و تغییرات پیوسته و تدریجی خصوصیات خاک با عمق را معمولا به خوبی نشان نمی‌دهند. (Ponce-Hernandez et al., ۱۹۸۶). نتیجه این محدودیت‌ها تولید نقشه‌هایی با قطعیت نسبتا پایین است (McBratney an Webster, ۱۹۸۶). برای در نظر گرفتن تغییرات تدریجی جانبی و عمودی رویکردهای مختلفی ارایه گردیده است. زمین آمار راهکاری برای بررسی تغییرات پیوسته متغیرهایی است که به دلایلی از جمله پیچیدگی فرایندها و وابستگی نتایج حاصل از آن‌ها به شرایط اولیه ناشناخته، نمی‌توان آن‌ها را با روش‌های جبری تخمین زد (Lark, ۲۰۱۰). همچنین برای بررسی تغییرات عمودی ویژگی‌های خاک می‌توان از توابع عمق مختلف از جمله اسپلاین‌های با سطح یکسان استفاده نمود (Ponce-Hernandez et al., ۱۹۸۶).
از آنجا که احتمالا تا کنون به طور همزمان از معادلات عمق خاک و روش‌های زمین آمار برای بررسی تغییرات پیوسته و سه بعدی کربنات کلسیم در خاک‌ها استفاده نشده است، این تحقیق به منظور به استفاده از این روش تلفیقی برای بررسی تغییرات جانبی و عمودی کربنات کلسیم در اراضی اطراف شهرستان بهبهان در استان خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد بررسی با مساحت حدود ۴۶۰۰ هکتار و ارتفاع حدود ۳۵۰ متر از سطح دریا در شمال شرق شهرستان بهبهان در استان خوزستان واقع گردیده است (شکل ۱). میانگین سالیانه دما ۲۵ درجه سانتی گراد، بارندگی سالیانه ۳۲۳ و تبخیر سالیانه ۳۸۱۴ میلی متر می باشد. منطقه از نظر زمین شناسی از دو سازند گچساران و کواترنری تشکیل شده و سازند آسماری در شمال و مشرف به منطقه واقع شده است. بر اساس سیستم جامع رده بندی، خاکهای منطقه در زیر رده‌های Fluvents، Ustepts و Orthents قرار گرفتند (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴).



شکل ۱-موقعیت منطقه مطالعاتی و توزیع مکان‌های نمونه‌برداری

بر اساس روش نمونه برداری مکعب لاتین[۲۲۲] (Minansny and McBratney, ۲۰۰۶)، تعداد ۱۰۹ موقعیت برای نمونه برداری مشخص و نمونه‌های خاک تا عمق یک متری از افق‌های ژنتیکی برداشت و درصد کربنات کلسیم آنها به روش حجمی تعیین گردید. برای تخمین توزیع عمودی کربنات کلسیم، معادله عمق اسپیلاین با سطوح یکسان (Malone et al, ۲۰۰۹) به داده‌های کربنات کلسیم اندازه‌گیری شده تا عمق یک متر برازش داده شد و درصد کربنات کلسیم در عمق‌های استاندارد پروژه جهانی نقشه‌برداری رقومی (۰-۵، ۵-۱۰، ۱۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۱۰۰) تخمین زده شد. بررسی‌های واریوگرافی و رسم نقشه تغییرات پیوسته و جانبی کربنات کلسیم خاک با استفاده از روش کریجینگ معمولی نقطه‌ای در محیط نرم افزار ArcGIS انجام شد.

نتایج و بحث

خلاصه آماری مقادیر کربنات کلسیم پیش‌بینی شده در ۵ عمق استاندارد در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به نوع سازندهای زمین شناسی منطقه (کواترنر، آسماری و گچساران) و بارندگی نسبتا کم در منطقه، به طور کلی مقدار کربنات کلسیم در خاکهای منطقه بالاست. میانگین درصد کربنات کلسیم در همه لایه‌ها تقریبا برابر است که می‌تواند ناشی از کم بودن میزان آبشویی کربنات کلسیم از لایه‌های بالایی به پایینی به دلیل بارندگی کم باشد. افزایش آهک با عمق معمولا ناشی از فرایند آبشویی آهک از لایه‌های بالایی و تجمع آن در لایه‌های پایینی است (Badi et al., ۲۰۱۳). مقدار کربنات کلسیم از حداقل ۵۷/۵ درصد در لایه اول تا ۳۲/۶۹ در لایه سوم متغیر است. مقادیر انحراف معیار نشان می‌دهد میزان تغییرپذیری کربنات کلسیم نسبتا بالاست و در همه لایه‌ها تقریبا مشابه است.

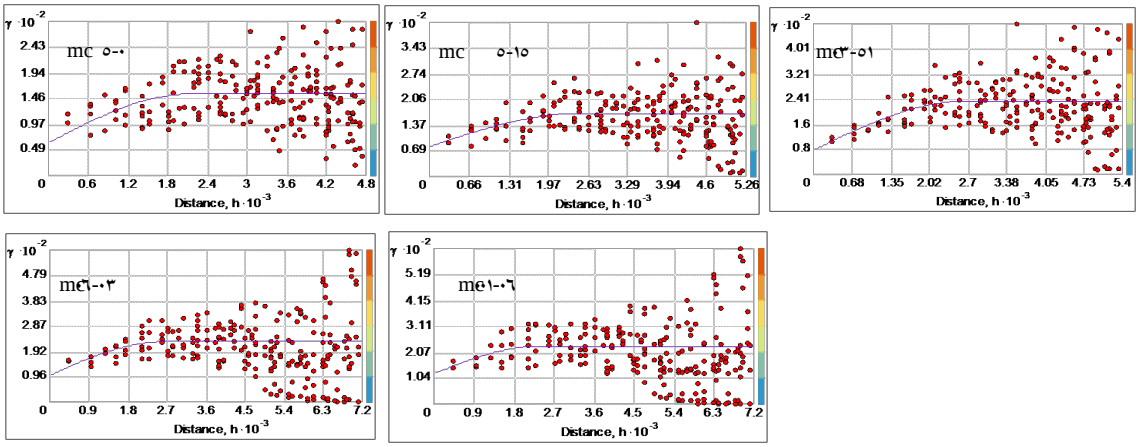
جدول ۱- خلاصه آماری مقادیر کربنات کلسیم در ۵ عمق استاندارد

عمق (cm)	حداقل (%)	حداکثر (%)	میانگین (%)	انحراف معیار (%)
۵-۰	۵۷/۵	۸۳/۶۸	۶۸/۵۴	۸۴/۱۱
۱۵-۵	۲۲/۱۴	۰۹/۶۸	۰۰/۵۴	۵۴/۱۲
۳۰-۱۵	۳۳/۱۳	۳۲/۶۹	۱۲/۵۳	۷۹/۱۴
۶۰-۳۰	۱۴/۹	۹۵/۶۸	۴۸/۵۳	۷۹/۱۴
۱۰۰-۶۰	۹۵/۷	۷۰/۶۸	۵۹/۵۳	۹۷/۱۴

واریوگرام‌های تجربی و بهترین مدل‌های برازش داده شده بر آن‌ها برای عمق‌های مختلف در شکل ۲ ارایه شده است. همه واریوگرام‌ها دارای ساختار نسبتا خوب و اثر قطعه‌ای می‌باشند. ساختار خوب واریوگرام می‌تواند بیانگر این باشد که فواصل نمونه برداری برای نشان دادن ساختار مکانی متغیر مورد بررسی مناسب می‌باشد (Liu et al., ۲۰۱۲). همه مدل‌های برازش داده شده دارای واریانس قطعه و سقف می‌باشند. سقف‌دار بودن مدل‌ها یکی از دلایل صادق بودن فرضیات ایستایی نوع دوم است (Oliver and Webster, ۱۹۹۰). واریانس قطعه می‌تواند ناشی از عواملی چون خطای نمونه‌برداری، تغییرات کوتاه دامنه و تغییرات ذاتی باشد (Kerry and

۲۲۲ - Latin hypercube sampling

.(Oliver, ۲۰۰۳; Wang et al., ۲۰۰۹



شکل ۲- واریوگرام‌های تجربی کربنات کلسیم در پنج عمق استاندارد

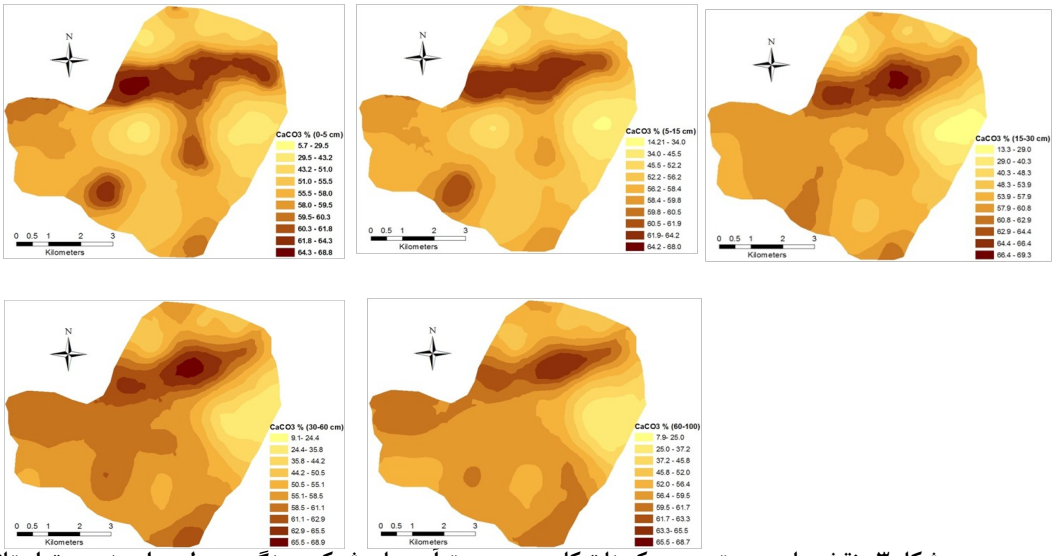
در جدول ۲ مدل‌های برازش داده شده، واریانس قطعه، آستانه، دامنه واریوگرام و نسبت واریانس قطعه به آستانه ارایه شده است. در صورتی که نسبت واریانس قطعه به آستانه کمتر از ۲۵ درصد باشد پیوستگی مکانی قوی، اگر بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد پیوستگی مکانی متوسط و اگر بیشتر از ۷۵ درصد باشد بیانگر پیوستگی مکانی ضعیف است (Cambardella et al., ۱۹۹۴). نتایج نشان می‌دهد که در واریوگرام‌های همه اعماق، نسبت اثر قطعه به آستانه بین ۲۵ تا ۷۵ درصد است که بیانگر پیوستگی مکانی متوسط کربنات کلسیم است. فاصله‌ای که واریوگرام به آستانه می‌رسد دامنه نام دارد و بعد از این فاصله داده‌ها فاقد همبستگی مکانی می‌باشند (Webster, ۲۰۰۱). مقادیر دامنه واریوگرام‌ها از سطح به عمق به ترتیب برابر با ۲۱۱۷، ۲۴۶۶، ۲۶۶۷، ۲۵۹۴ و ۲۳۵۹ متر به دست آمد (جدول ۲). دامنه واریوگرام به مقیاس اندازه‌گیری و عوامل موثر بر تغییرات مکانی خاک بستگی دارد (Amirinejad et al., ۲۰۱۱).

جدول ۲- مدل‌های برازش داده شده به واریوگرام‌های تجربی مقادیر کربنات کلسیم و پارامترهای آن‌ها

عمق (cm)	مدل	آستانه (C)	اثر قطعه (C.)	(C./C)*۱۰۰	دامنه (m)	گام (m)	تعداد گام	NRMSE (%)
۵-۰	کروی	۸۴/۹۱	۶۵/۶۱	۴۰	۲۱۱۷	۴۰۰	۱۲	۲۱/۰
۱۵-۵	کروی	۴۲/۸۸	۰۱/۷۹	۴۷	۲۴۶۶	۴۵۰	۱۲	۲۲/۰
۳۰-۱۵	کروی	۴۲/۱۵۷	۷۶/۷۶	۳۳	۲۶۶۷	۴۵۰	۱۲	۲۲/۰
۶۰-۳۰	کروی	۹۵/۱۲۶	۵۸/۱۰۰	۴۴	۲۵۹۴	۶۰۰	۱۲	۲۳/۰
۱۰۰-۶۰	کروی	۵۳/۱۰۹	۸۲/۱۲۱	۵۳	۲۳۵۹	۶۰۰	۱۲	۲۳/۰

در شکل ۳ نقشه پیوسته توزیع کربنات کلسیم در پنج عمق استاندارد ارایه شده است. روند کلی توزیع کربنات کلسیم در همه عمق‌ها تقریبا مشابه است. مقادیر کمتر کربنات کلسیم در قسمت‌های شمالی احتمالا به دلیل نفوذپذیری بیشتر خاک و آبشویی بیشتر کربناتها در این قسمت‌هاست. با توجه به اینکه این بخش‌ها در دامنه کوه‌های آسماری واقع شده‌اند وجود اجزاء درشت به مقدار زیاد می‌تواند دلیل نفوذپذیری بیشتر آن‌ها باشد. بیشترین مقادیر کربنات کلسیم به صورت محدوده‌ای شرقی-غربی پایین‌تر از دامنه کوه‌های آسماری قرار گرفته است که مقدار سنگریزه آن کمتر از بخش‌های شمالی‌تر است و به دلیل نزدیکی به سازند آهکی آسماری، درصد آهک آن زیاد است. کمترین میزان کربنات کلسیم مربوط به بخش‌هایی در شرق و مرکز منطقه است. در شرق منطقه سازند گچساران واقع شده است که با توجه به اینکه بخش زیادی از خاک این سازند را گچ تشکیل می‌دهد درصد نسبی آهک کاهش می‌یابد. در بخش‌های مرکزی منطقه با توجه به اینکه اراضی تحت کشت آبی قرار دارند، آبیاری دراز مدت احتمالا باعث آبشویی بخشی از کربنات‌ها به لایه‌های عمقی گردیده است. اگلی و فیتز (۲۰۰۱) بیان داشتند مقدار آبشویی کربنات‌ها در خاک به میزان آن در خاک، سن خاک، بارندگی و نفوذپذیری و میزان زهکشی خاک بستگی دارد. هر چه زهکشی خاک ضعیف‌تر باشد میزان آبشویی کمتر و در نتیجه انتقال املاحی مثل کربنات کلسیم به لایه‌های عمقی کمتر رخ می‌دهد. عمق افق تجمع کربنات کلسیم، ضخامت آن و درصد کربنات کلسیم به مواد مادری، نفوذپذیری،

بافت، ساختمان و سن خاک بستگی دارد (Landi et al., ۲۰۰۴). همچنین پرسلی و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند بافت خاک روی نفوذپذیری و در نتیجه میزان تجمع املاح و کربنات کلسیم تاثیر دارد. بررسی انجام شده توسط مکی و همکاران (۲۰۰۷) در مغولستان بیانگر شستشوی عمقی‌تر کربنات کلسیم در خاکهایی با بافت سبک‌تر بود.



شکل ۳- نقشه‌های پیوسته درصد کربنات کلسیم به دست آمده با روش کریجینگ معمولی برای پنج عمق استاندارد

منابع

Adhikari K., Kheir R.B., Greve M.B., Bocher P.K., Malone B.P., Minasny B., McBratney A.B. and Greve M.H. ۲۰۱۳. High-resolution ۳-D mapping of soil texture in Denmark. Soil Science Society of America Journal, ۷۷: ۸۶۰-۸۷۶.

Amirinejad A.A., Kamble K., Aggarwal P., Chakraborty D., Pradhan S. and Mittal R.B. ۲۰۱۱. Assessment and mapping of spatial variation of soil physical health in a farm. Geoderma, ۱۶۰: ۲۹۳-۳۰۳.

Badi D., Marti C., Aznar J.M. and Leon J. ۲۰۱۳. Influence of slope and parent rock on soil genesis and classification in semiarid mountainous environments. Geoderma, ۱۹۳: ۱۳-۲۱.

Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F. and Konopka A.E. ۱۹۹۴. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J, **۵۸**: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Egli M. and Fitz P. ۲۰۰۱. Quantitative aspects of carbonate leaching of soils with differing ages and climate. Catena, ۴۶: ۳۵-۶۲.

Esvaren H., Reich P.F., Kimble J.M., Beinroth F.H., Padmanabhan E. and Moncharoen P. ۲۰۰۰. Global carbon stocks. p. ۱۵-۲۵. In Lal et al. (eds.) Global Change and Pedogenic Carbonate. CRC Press, Boca Ratan.

Greve M.H., Kheir R.B., Greve M.B. and Bocher P.K. ۲۰۱۲. Using digital elevation models as an environmental predictor for soil clay contents. Soil Science Society of America Journal, ۷۶: ۲۱۱۶-۲۱۲۷.

Kerry R. and Oliver M.A. ۲۰۰۳. Variograms of ancillary data to aid sampling for soil surveys. Precision Agriculture, ۴: ۲۶۱-۲۷۸.

Landi A., Mermut A.R. and Anderson D.W. ۲۰۰۴. Carbon distribution in a hummocky landscape from Saskatchewan, Canada. Soil Science Society of America Journal, ۶۸: ۱۷۵-۱۸۴.

Lark R.M. ۲۰۱۰. Two contrasting spatial processes with a common variogram : inference about spatial models from higher-order statistics. European Journal of Soil Science, ۶۱: ۴۷۹-۴۹۲.

Liu F., Zhang G., Sun J., Zhao Y. and Li D. ۲۰۱۲. Mapping the three-dimensional distribution of soil organic matter across a Subtropical Hilly Landscape. Soil Science Society of America Journal, ۷۷: ۱۲۴۱-۱۲۵۳.

Maki A., Kenji T., Kiukazu K. and Teruo H. ۲۰۰۷. Morphological and physio-chemical characteristics of soils in a steppe region of the Kherlen river basin, Mongolia. Journal of Hydrology, ۳۳۳: ۱۰۰-۱۰۸.
Malone B.P., McBratney A.B., Minasny B. and Laslett G.M. ۲۰۰۹. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, ۱۵۴: ۱۳۸-۱۵۲.
McBratney A.B. and Webster R. ۱۹۸۶. Choosing functions for semi-variograms of soil properties and fitting them to sampling estimates. Journal of Soil Science, ۳۷: ۶۱۷-۶۳۹.
McBratney A.B., Mendonça-Santos M.L., and Minasny B. ۲۰۰۳. On digital soil mapping. Geoderma, ۱۱۷: ۳-۵۲.
Minasny B. and McBratney A.B. ۲۰۰۶. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Computers & Geosciences, ۳۲: ۱۳۷۸-۱۳۸۸.
Oliver M.A. and Webster R. ۱۹۹۰. Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. International Journal of Geographical Information System, ۴: ۳۱۳-۳۳۲.
Ponce-Hernandez R., Marriott F.H.C. and Beckett P.H.T. ۱۹۸۶. An improved method for reconstructing a soil profile from analysis of a small number of samples. Journal of Soil Science, ۳۷: ۴۵۵-۴۶۷.
Presley D.R., Ransom M.D., Kluitenberg G.J. and Finnell P.R. ۲۰۰۴. Effects of thirty years of irrigation on the genesis and morphology of two semiarid soils in Kansans. Soil Science Society of America Journal, ۶۸: ۱۹۱۶-۱۹۲۶.
Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy (۱۱th ed). USDA-NRCS, Washington.
Wang Y., Zhang X. and Huang C. ۲۰۰۹. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. Geoderma, ۱۵۰: ۱۴۱-۱۴۹.
Webster R. ۲۰۰۱. Statistics to support soil research and their presentation. European Journal of Soil Science, ۵۲: ۳۳۱-۳۴۰.

Abstract

Information on the lateral and vertical distribution of soil calcium carbonate (SCC) is very important in carbon budget studies. In this study that was conducted in Khuzestan province, based on Latin hypercube sampling, soil samples were collected from genetic horizons to a depth of one meter. Spline depth function was fitted to the measured SCC and its content was estimated at the five standard depth intervals. Ordinary kriging (OK) was employed for mapping lateral distribution of SCC in the predefined depths. Results showed that the spatial dependence of SCC was moderate in all depths and the prediction accuracies were almost the same in all depths. Results also indicated that soil coarse fragments, geologic formation and land use were the main factors controlling SCC distribution. In general, the combination of spline depth functions and geostatistics techniques may be considered as a powerful tool for depicting lateral and vertical distribution of SCC.

پهنهبندی موضوعی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای زراعی استان گلستان با استفاده از روش زمین آمار کریجینگ برای تهیه نقشههای حاصلخیزی خاک

قربانعلی روشنی [۱]، عبدالرضا قرنجیکی [۱]
۱- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور گرگان

چکیده
این مطالعه با هدف تهیه نقشه موضوعی حاصلخیزی خاک و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیائی مهم خاکهای زراعی استان گلستان انجام گردید. منطقه مطالعاتی شامل اراضی زیر کشت زراعت آبی و دیم بوده و مساحتی در حدود ۵۰۰ هزار هکتار را شامل می‌گردد. نقشه‌های جغرافیایی ۵۰۰۰۰ :۱ به شبکه‌های ۱ کیلومتر مربعی با فواصل ۱۰۰۰ متر تقسیم شده و به کمك GPS از محل تقاطع خطوط شبکه نمونه مرکب تهیه و علاوه بر مقادیر قابل جذب تمامی عناصر اعم از پرنیاز و کم‌نیاز، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیائی مهم نیز اندازه‌گیری شدند. پس از دریافت نتایج نمونه‌ها، برای هر سری از داده‌ها یك لایه الکترونیکی (رقومی) ساخته شده و بعد از میان‌یابی نقطه‌ای، پهنه‌بندی انجام شد. در نهایت، از طریق میان‌یابی نقطه‌ای با تکنیك آماری کریجینگ، نقشه متغیر مورد مطالعه تهیه گردید. خاکهای زراعی استان تنوع نسبتاً وسیعی را نشان دادند.

واژه های کلیدی: استان گلستان، کرجینگ، نقشه خاک

مقدمه
استان گلستان با مساحت ۲۰۴۳۸ کیلومتر مربع در ۵۴ درجه و ۴۵دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی واقع است. موقعیت جغرافیایی و همجواری با دریای خزر و ارتفاعات شمالی رشته کوه البرز، این استان را به یکی از مناطق حاصلخیز و قطب مهم کشاورزی تبدیل کرده است (چورلی و همکاران، ۱۳۹۱).
مصرف بهینه انواع کودها، مهمترین راه حفظ و اصلاح حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی میباشد. نقشههای حاصلخیزی خاک یکی از ابزارهای مهم برای تعیین وضعیت ذخیره خاک از نظر عناصر و بعبارت دیگر، توان خاک در تامین نیازهای رویشی گیاهان را مشخص خواهد کرد. با این نقشهها میتوان نیاز کودی و پیشبینی وقوع کمبود یا سمیت عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک را ارزیابی نمود. نرمافزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی این امکان را فراهم آوردهاند تا با استفاده از روشهای زمینآمار، امکان تهیه نقشههای همسان به شکلی آسانتر و مطلوبتر از روشهای دستی فراهم شود. این سامانه اطلاعات جغرافیایی ماشینابزاری است که میتوان از آن در شناسایی (بازنمایی موضوعی)، تجزیه و تحلیل، تفسیر و جمعبندی دادهها، ارزیابی توان اکولوژیکی و نیاز اقتصادی اجتماعی برای استفاده انسان از خاک و زمین، تغییرات محیطزیست، شناخت تخریبها، آلودگیها و از همه مهمتر برنامهریزی منطقهای یا محیط زیست بهره جست (Burrough, ۱۹۸۶). این سامانه پلی بین پایگاه دادههای منابع و مدیریت است. با روی همگذاری نقشههای موضوعی تک بعدی، تقابلها، تداخلها و وابستگیهای به هم پیچیده را میتوان بهتر مشاهده، ارزیابی و نتیجه‌گیری نمود (Burrough and McDonnell, ۱۹۹۸).
با استفاده از توابع درونیابی، ارزش توصیفی نقاط نامعلوم در یک منطقه بر پایه تعدادی مشاهده (نقاط معلوم) در داخل آن منطقه برآورد و تعیین میگردند. منطق درونیابی دادهها با خصوصیات مکانی، روشی رایج و استوار بر اساس این فرض است که شباهت نقاط نزدیکتر به هم در فضا بیشتر از نقاطی است که از هم دور هستند (Hem, ۱۹۸۹). روشهای گوناگونی برای درون‌یابی با فرضهای خاص وجود دارند. این روشها را میتوان به دو گروه خطی و غیرخطی تقسیم کرد. روشهای درونیابی غیرخطی جهت حذف اثرات فرضیه خطی بودن تغییرات طراحی شدهاند. روش‌های درون‌یابی خطی را میتوان به سه گروه اصلی تقسیم نمود: روشهای وزنی، سطوح روند[۲۲۳] و کریجینگ[۲۲۴] (Juank and Lee, ۱۹۹۸). کریجینگ یک روش تخمین بوده و بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار استوار است. تخمین‌گر کریجینگ یکی از مهم‌ترین تخمین‌گرهای ناریب است، زیرا اولاً بدون خطای سیستماتیک بوده و ثانیاً واریانس تخمین آن حداقل است. لازمه برقراری شرط اول، صفر بودن میانگین خطای تخمین است. مطلق بودن تخمین در درون‌یابی از ویژگی‌های عمده مدل کریجینگ می‌باشد. این ویژگی سبب می‌شود که تخمین‌گر کریجینگ در رسم خطوط هم ارزش از حداکثر نقاط نمونه‌برداری عبور نموده و تمایلی به بسته شدن و دور زدن را نداشته باشد و از مرز محدوده مورد مطالعه فراتر رود (قهرودی تالی، ۱۳۸۱).

[۲۲۳]- trend surface
[۲۲۴]- kriging

Robinson و Metternicht (۲۰۰۶) دقت روش کریجینگ را برای درون‌یابی تاثیر خصوصیات فصلی پایدار خاک شامل pH، هدایت الکتریکی و ماده آلی خاک بر تولید محصول ارزیابی نموده و نتایج آن را با روش‌های وزن‌دهی فاصله معکوس و نوارهای باریک[۲۲۵] مقایسه کردند که روش کریجینگ بهترین نتایج را در مورد pH و هدایت الکتریکی نسبت به روش‌های دیگر نشان داده است. Kravchenko و Bullock (۱۹۹۹) نیز تحقیق مشابهی را در مورد فسفر و پتاسیم خاک در ۳۰ مزرعه بزرگ انجام داده و گزارش نموده است که هر چند هر دو روش کریجینگ و وزن‌دهی فاصله معکوس نتایج قابل قبولی دارد، اما روش کریجینگ از برتری محسوسی نسبت به روش دیگر برخوردار است. نتایج مشابهی نیز با کربن آلی خاک (Kumar and Lal, ۲۰۱۱)، هدایت الکتریکی، pH و درصد کربنات کلسیم (Omran, ۲۰۱۲) و توزیع مکانی رسوب (Maris et al., ۲۰۱۳) گزارش شده است.

داشتن ایجاد یک بانک اطلاعاتی از وضعیت خاکهای منطقه لازمه یک کشاورزی پایدار بوده و نقشه‌های حاصلخیزی خاک یک بانک اطلاعاتی مدون و مصور از آنهاست. علاوه بر آن، این نقشه‌ها راهنمای خوبی برای مدیران و بهره‌برداران کشاورزی برای آگاهی عمومی از وضعیت فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک خواهد بود. این تحقیق برای چنین اهدافی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ابتدا مناطق زیر کشت آبی و دیم استان شناسایی و نقشه آن با مناطق جغرافیایی استان ترکیب گردید. مطابق نتایج به دست آمده از پلانیمتری بر روی نقشه در محیط الویس، مساحت اراضی زیر کشت آبی و دیم حدود ۵۰۰ هزار هکتار بوده که تقریباً معادل ۸۴ درصد از کل اراضی زراعی استان می‌باشد. سپس، نقشه‌های جغرافیایی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری که اراضی زراعی آبی و دیم را پوشش می‌دهند، تهیه شدند. با استفاده از مختصات گوشه‌های هر نقشه، در محیط الویس یک نقشه مشبک با سیستم مختصات UTM ترسیم شد. فاصله محل تلاقی خطوط افقی و عمودی ۱۰۰۰ متر (برابر با فاصله نمونه‌برداری) است. این نقشه‌ها با هدف سهولت دسترسی به نقاط نمونه‌برداری در سیستم مختصات UTM رسم گردید. جستجوی نقاط در صحرا با مسیریابی به کمک دستگاه GPS و نقشه‌های شبکه‌بندی شده انجام گردید. بعد از رسیدن به محل دقیق نمونه‌برداری، تعداد ۵ نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک جمع‌آوری (بصورت صلیبی، یک نمونه از مرکز و چهار نمونه به فاصله ۱۰ متری از مرکز) و پس از مخلوط کردن آنها، برای هر شبکه یک نمونه مرکب به وزن تقریبی ۵ کیلو گرم تهیه گردید. در مجموع حدود ۵۰۰۰ نمونه مرکب از سطح مورد مطالعه تهیه گردید. مناطق پایلوت بمنظور هماهنگی تغییرپذیری خواص خاک در مطالعات مقیاس بزرگ و کوچک انتخاب شدند. این هماهنگی برای تعدیل نتایج تجزیه داده‌ها با فواصل زیاد و نتایج حاصل از تجزیه داده‌های به دست آمده با فواصل کم لازم است (Kachanoski and Fairchild, ۱۹۹۶).

نمونههای خاک در آزمایشگاه تجزیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن شامل pH و EC گل اشباع، کربن آلی به روش Walkley & Black، فسفر به روش Olsen ، پتاسیم به روش استات آمونیم، مواد آهکی به روش حجم سنجی با هیدروکسید سدیم، آهن، روی، مس و منگنز محلول به روش DTPA، بر به روش آب داغ، کلر به روش نیترات نقره، یون سولفات به روش وزنی، گچ به روش استون، کلسیم و منزیم محلول به روش تیتراسیون با EDTA و بافت خاك به روش هیدرومتر تعیین و برای هر یك از خصوصیات یا متغیرها یك نقشه موضوعی نقطه‌ای ایجاد گردید. روش درون‌یابی‌یابی بر اساس ماهیت داده‌ها و پس از بررسی همبستگی داده‌ها انتخاب شد. با روش‌های زمین آماری، هر لایه نقطه‌ای پهنه‌بندی گردید. در هر یك از این نقشه‌ها، هر محیط بسته یا پلیگون نماینده سطحی از منطقه مطالعاتی با دامنه تعریف شده در راهنمای نقشه است.

برای استفاده بهتر از نقشه‌های حاصله، نقشه‌های موضوعی دیگری از جمله راهها، شهرها، مرز استان، شاخه‌های اصلی و فرعی رودخانه‌ها (گرگان‌رود و قره‌سو) خطوط تراز یا هم‌ارتفاع با نقشه‌های اصلی ترکیب شد. پس از تهیه و تکمیل نقشه‌ها، مساحت پلی‌گونها استخراج گردید. پراش‌نگار ناهمگنی داده‌ها در جهات مختلف بررسی گردید تا زاویه ناهمگنی مشخص شود. همبستگی مکانی داده‌ها نیز ارزیابی گردید. با آنالیز تغییرنما، پراکنش یا تغییرات مکانی داده‌ها بررسی شد. با توجه به نتایج همبستگی مکانی و با در نظر گرفتن درجه ناهمگنی، طول یا فاصله گام و تعداد گام، تغییرنمای هر متغیر برای برازش و انتخاب مدل مورد استفاده قرار گرفت. دامنه تاثیر و آستانه، از نمودار مربوطه استخراج گردید. برای انتخاب مدل، با بررسي بـ ضي خطای ناشي از درون‌یابي در محدوده همسایه‌ها در نقاط مختلف مجموعه داده، مـ زان حداقل و حداکثر تعداد همسایه بدست آمد. در قسمت بعدی، مـ زان نرمي بهـ نه این روش با بررسي همان بـ ضي خطا تعـ ن گردید. در نهایت، بر اساس پارامترهای تنظ م شده مـ زان خطای پـ ش بـ ني شده در مدل درون‌یابي شده برآورد و مدل درون‌یابي شده از یک پارامتر بدست آمد. در نهایت، با استفاده از تغییرنما و اطلاعات بدست آمده و روش درون‌یابی کریجنیگ، نقشه متغیر مورد مطالعه تهیه گردید.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج، در بعضی از خاك‌های استان مخصوصاً در ناحیه غربی، پتاسیم قابل جذب از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. از جمله علل آن مي‌توان به بافت سبك خاك در این مناطق اشاره نمود. همچنین، چ ون بخش رس این خاك‌ها از کانیهای ۲:۱ (کانیهای گروه ایلیت) تشکیل شده است، مسئله تثبیت پتاسیم در خاك مطرح است (زراعت پیشه و همکاران، ۱۳۹۱؛ Khormali et al., ۲۰۰۶). این خاکها نیاز به مصرف خاکی و محلولپاشی کود پتاسیم دارند. به دلیل پایین بودن مواد آلی و آهکی بودن خاك، در پهنه نسبتاً وسیعی از خاکهای زراعی استان فسفر قابل جذب در سطوح کم تا متوسط قرار دارند. این مسئله بویژه در خاکهای زراعی شمال استان مطرح است. متأسفانه، بدلیل مدیریت غلط اعمال شده در عرصه‌های زراعی، خاکهای استان از لحاظ مواد آلی فقیرند.

[۲۲۵]- Splines

این خاکها غالباً در محدوده اراضی زراعی شمال استان قرار دارند. در گستره وسیعی از استان، بخصوص در محدوده اراضی زیر کشت دیم، خاکهای زراعی استان دارای شوری کم تا زیاد میباشد که در محدوده خاک‌های زراعی شمال استان و حاشیه رودخانه قره سو مشاهده می‌گردند. اراضی آهکی غالباً در شمال استان واقع هستند. در این مناطق کشت محصولاتی مانند یونجه، شبدر، جو، گندم و پنبه که حساسیت زیادی به کلسیم ندارند، توصیه می‌گردد.

از نظر عناصر کممصرف، در سطح محدودی از خاکها که اکثراً در شمال استان قرار دارند، احتمال کمبود مس وجود دارد. کمبود آهن در بعضی از خاکها مخصوصاً در منتهیالیه شمال شرقی استان نسبتاً شدید، اما در اراضی جنوبی احتمال بروز کمبود آهن ضعیف است. منگنز در بعضی مناطق در وضعیت مناسبی قرار ندارد. هرچند سطح این اراضی در مقایسه با سایر اراضی چندان زیاد نیست، اما سطح خاکهای دارای کمبود متوسط قابل توجه میباشد. مشکل عمده کشاورزی استان، کمبود روی در اکثر خاکهای زراعی آن میباشد. این کمبود در مناطق شمالی استان نسبتاً شدید بوده و مصرف کودهای دارای روی به صورت خاکی یا محلولپاشی در آنها توصیه میشود.

جدول ۱ - حدود طبقات و مساحت تحت پوشش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مختلف خاکهای استان گلستان

نام عنصر	علائم اختصار	واحد	حدود طبقات		مساحت km^2	نام عنصر	علائم اختصار	واحد	حدود طبقات		مساحت km^2
کلسیم	Ca	meq/L	کمتر از ۵		۴۳۸	منگنز	Mn	ppm	کمتر از ۳		۷۷۳
			۵	۱۰	۱۶۷۵				۳	۵	۱۷۶۶
			۱۰	۱۵	۶۹۹				۵	۷	۱۱۶۹
			۱۵	۲۰	۴۵۶				۷	۱۴	۱۳۳۷
			۲۰	۳۰	۱۰۹۴				بیش از ۱۴		۳۳۰
کلر	CL	ppm	کمتر از ۴۰		۱۴۹	کربن آلی	OC	%	کمتر از ۰.۸		۴۸
			۴۰	۵۰	۱۳۳۱				۰.۸	۱	۷۲۲
			۵۰	۷۵	۲۲۳۷				۱	۱.۴	۲۰۲۰
			۷۵	۱۱۰	۹۱۹				۱.۴	۱.۸	۲۲۴۶
			۱۱۰	۱۵۰	۴۸۲				۱.۸	۲	۲۷۱
			بیش از ۱۵۰		۲۵۱				بیش از ۲		۷۵
مس	Cu	ppm	کمتر از ۱		۴۴۳	فسفر	P	ppm	کمتر از ۶		۱۲۸
			۱	۱.۵	۱۱۹۴				۶	۸	۸۶۹
			۱.۵	۲	۱۱۹۵				۸	۱۲	۲۷۸۲
			۲	۲.۵	۱۶۰۶				۱۲	۲۰	۱۴۳۰
			بیش از ۲.۵		۹۴۴				بیش از ۲۰		۱۶۸
هدایت الکتریکی	EC	ds/m	کمتر از ۲		۲۳۸۵	واکنش خاک	pH	—	کمتر از ۷.۴		۱۶۴
			۲	۴	۶۹۸				۷.۴	۷.۶	۱۱۶۸
			۴	۸	۱۱۱۵				۷.۶	۷.۸	۲۸۷۰
			۸	۱۶	۸۰۵				۷.۸	۷.۹	۱۰۰۳
			بیش از ۱۶		۳۷۹				بیش از ۷.۹		۱۷۶
آهن	Fe	ppm	کمتر از ۲		۳۳۶	رس	Clay	%	کمتر از ۱۵		۵۹۳
			۲	۳	۳۰۸				۱۵	۲۰	۱۲۵۴
			۳	۵	۸۳۴				۲۰	۲۵	۱۷۷۶
			۵	۷	۹۳۶				۲۵	۳۰	۱۴۵۰
			۷	۱۱	۱۴۵۱				بیش از ۳۰		۳۰۴
			۱۱	۱۷	۱۳۵۳	شن	Sand	%	کمتر از ۵		۳۵
									۵	۱۰	۶۳۳
									۱۰	۱۵	۲۵۳۹

۱۷۸۴	۲۰	۱۵				۹۵	۲۰	۱۷			
۳۷۹	بیش از ۲۰					۶۴	بیش از ۲۰				
۷۳۶	بیش از ۰.۹										

ادامه جدول ۱

مساحت km۲	حدود طبقات		واحد	علائم اختصار	نام عنصر	مساحت km۲	حدود طبقات		واحد	علائم اختصار	نام عنصر
۱۷۹	کمتر از ۵۰		%	Silt	سیلت	۳۶	کمتر از ۱۵۰		ppm	K	پتاسیم
۷۴۰	۵۵	۵۰				۲۶۸	۲۰۰	۱۵۰			
۱۰۶۴	۶۰	۵۵				۸۷۶	۲۵۰	۲۰۰			
۱۲۰۸	۶۵	۶۰				۱۵۱۸	۳۰۰	۲۵۰			
۱۷۹۸	۷۰	۶۵				۱۴۱۸	۳۵۰	۳۰۰			
۳۹۳	بیش از ۷۰					۱۰۹۰	۴۰۰	۳۵۰			
۶۶۴	کمتر از ۷		%	.T.N.V	مواد خنثی شونده	۱۶۴	بیش از ۴۰۰				
۸۸۹	۱۰	۷				۱۱۴۹	کمتر از ۳		meq/L	mg	منیزیم
۱۷۸۸	۱۵	۱۰				۸۳۷	۵	۳			
۱۱۸۳	۲۰	۱۵				۶۳۴	۹	۵			
۷۲۴	۲۵	۲۰				۵۴۵	۱۵	۹			
۱۳۴	بیش از ۲۵					۶۵۷	۲۰	۱۵			
۶۳۳	کمتر از ۰.۵		ppm	ZN	روی	۸۰۷	۳۰	۲۰			
۱۰۰۰	۰.۶	۰.۵				۵۸۹	۵۰	۳۰			
۱۱۵۱	۰.۷	۰.۶				۱۶۴	بیش از ۵۰				
۱۸۶۳	۰.۹	۰.۷									
۷۳۶	بیش از ۰.۹										

بر اساس اطلاعات بدست آمده و نقشههای خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاکهای استان، پیشنهاد میگردد:
توصیه های مناسب برای کود های پرمصرف، بویژه ازت، فسفر و پتاسیم باید با توجه به نقشههای پراکنش فسفر، پتاسیم، ماده آلی و بافت خاك در استان و بر مبنای آزمون خاك استوار گردد.
با توجه به نقشههای موجود و پس از ارزیابی وضعیت عناصر خاك، باید از مصرف زیاد و نامتعادل کودها پرهیز گردد.
برای افزایش و حفظ مواد آلی خاك توصیه میگردد که بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول سوزانده نشده و از کود سبز، حیوانی و آلی به نحو مطلوب استفاده شود. مصرف کمپوست نیز راهکار موثر دیگری برای همین منظور میباشد.
برای حفظ و بهبود کمی و کیفی تولیدات کشاورزی، افزایش مقامت گیاهان زراعی در برابر آفات و امراض و رفع مشکل کم آبی، مصرف کودهای پتاسه مخصوصاً در خاکهایی که مقدار پتاسیم قابل جذب آنها کم است، توصیه می گردد.
با توجه به نقشه پراکنش فسفر خاك، در اراضی که فسفر قابل جذب آنها در سطوح بالایی قرار دارند، از مصرف بیرویه کودهای فسفره جلوگیری شود. با توجه به وضعیت نامناسب روی در خاکهای استان، رعایت این مساله ضروری است.
با توجه به نقشه شوری، مواد خنثی شونده، بافت و سایر نقشههای موجود، اقدامات لازم جهت اصلاح و شستشوی املاح اراضی شور و قلیایی استان صورت گیرد. استفاده از مواد گوگردی و باکتریهای تیوباسیلوس نیز توصیه میشود.
در اتخاذ تصمیم برای توسعه تمام فعالیتهای استانی مخصوصاً در بخش صنعت، این نقشهها ملاک عمل قرار گیرد. نقشههای موضوعی تهیه شده به تفکیک مساحت و پراکنش این خصوصیات در اختیار مسئولان استان قرار گرفته است.

منابع

زراعت پیشه، م.، خرمالی، ف.، کیانی، ف.، و پهلوانی، م.ه. ۱۳۹۱. مطالعه کانی‌های رسی در خاك‌های تشکیل شده بر روی مواد مادری لسی در یك توالی اقلیمی در استان گلستان. مجله پژوهشهای خاك، جلد ۲۶، شماره ۳، صفحههای ۳۰۳ تا ۳۱۶.

محمدرضا چورلی، دکتر اسماعیل شاهکویی، منیژه حسن زاده نامقی، علی وطنی و ایل محمد توفیق. ۱۳۹۱. استان شناسی گلستان. انتشارات شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران. تهران

قهرودی تالی، م. ۱۳۸۱. ارزیابی درون‌یابی به روش کریجینگ. مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۴۳، صفحههای ۹۵ تا ۱۰۸.

Burrough, P.A. ۱۹۸۶. Principles of Geographic Information Systems for land resources assessment. Oxford University Press, New York, USA. Pp: ۱۹۴.

Burrough, P.A., and McDonnell, R.A. ۱۹۹۸. Principles of Geographic Information Systems. Oxford University Press, New York, USA. Pp: ۳۳۰.

Hem, J.D. ۱۹۸۹. Study and Interpolation of Chemical Characteristics of Natural Water. ۳rd Edition. United States Geological Survey Water-Supply Paper ۲۲۵۴. Washington D.C. USA. Pp: ۲۶۳.

Juank, K.W., and Lee, D.Y. ۱۹۹۸. A comparison of three kriging methods using auxiliary variables in heavy metal contaminated soils. Journal of Environmental Quality, ۲۷: ۳۳۵-۳۶۳.

Kachanoski, R.G., and Fairchild, G.L. ۱۹۹۶. Field scale fertilizer recommendations: the spatial scaling problem. Canadian Journal of Soil Science, ۷۶: ۱-۶.

Khormali, F., Ajami, M., and Ayoubi, S. ۲۰۰۶. Genesis and Micromorphology of Soils with Loess parent material as affected by deforestation in a hillslope of Golestan province. Iran. ۱۸th International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Mananging soil and Technology. ۱۴۹-۱۵۱.

Kravchenko, A.N., and Bullock, D.G. ۱۹۹۹. A comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. Journal of Agronomy ۹۱, ۳۹۳-۴۰۰.

Kumar, S., and Lal, R. ۲۰۱۱. Mapping the organic carbon stocks of surface soils using local spatial interpolator. Journal of Environmental Monitoring, ۱۳(۱۱): ۳۱۲۸-۳۵.

Maris, F., Kitikidou, K., Angelidis, P., and Potouridis, S. ۲۰۱۳. Kriging Interpolation Method for Estimation of Continuous Spatial Distribution of Precipitation in Cyprus. British Journal of Applied Science & Technology, ۳(۴): ۱۲۸۶-۱۳۰۰.

Omran, E.S.E. ۲۰۱۲. Improving the Prediction Auccuracy of Soil Mapping through Geostatistics. International Journal of Geosciences, ۳: ۵۷۴-۵۹۰.

Robinson, T.P., and Metternicht, G. ۲۰۰۶. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computers and Electronics in Agriculture, ۵۰: ۹۷-۱۰۸.

Astract

A study was performed to digital mapping of soil fertility as well as some important physical and chemical properties of arable soil of Golestan province The studied areas were under irrigated and rain-fed cultivation and the total surface area was about ۵۰۰۰۰۰ hectares. Geographical maps with ۱: ۵۰,۰۰۰ scale was divided into ۱ km^{۲} grids with ۱۰۰۰ m distance. Then, a composite soil sample was taken from the center of each grids by Global Positioning System (GPS) instrument and analyzed for major Macro- and micronutrients as well as physical and important soil chemical properties. After getting the laboratory results, an electronic layer was created for each series of data and spatial analysis was done by point interpolation. Finally, through point interpolation by the statistical method, kriging technique, map of each study variable case were established. Arable soils of golestan province showed relatively wide variation.

پیش بینی تغییرات مکانی شوری خاک بااستفاده از مدل زمین آمار و دستگاه الکترومغناطیس EM۳۸ در منطقه میلشبار اردکان

فائزه غنی نسب شورکی [۱]، روح الله تقی زاده مهرجردی [۲]، ناصرهنرجو [۳]
۱-دانشجو کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان،۳-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد

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 میلشباراست انجام گردید. در ابتدا با شناسایی کامل منطقه و کاربری کنونی و قبلی شروع به انجام مطالعه شد در مرحله بعد توسط دستگاه EM۳۸ در حدود ۶۰۰ قرائت به دو صورت عمودی و افقی صورت گرفت و دو نقشه با ورودی قرائت های دستگاه مذکور تهیه گردید. در ادامه ۱۲۰ نقطه بصورت تصادفی از منطقه انتخاب شد واز سه عمق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متر نمونه برداری خاک انجام شد ودر آزمایشگاه با تهیه عصاره اشباع نمونه ها میزان EC اندازه گیری شد و با استفاده از EC اندازه گیری شده نقشه شوری توسط نرم افزار ArcGIS ترسیم گردید و در آخر کلیه قرائت های دستگاه مذکور و نتیجه عصاره گیری و هم چنین نتایج شوری به عنوان داده ورودی مدل زمین آمار قرار گرفت و از خروجی مدل آنالیز های مورد نظر انجام گرفت.

واژه های کلیدی: نقشه رقومی، مدل زمین آمار، GIS، دستگاه EM۳۸

مقدمه
بررسی تغییرات شوری خاك 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 فناوری‌های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت انجام پروژه ها شده است.
در این میان از دو روش، تکنیك القای الکترومغناطیسی به دلیل اینکه برای انجام اندازه‌گیری 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 زمین آمار از سهولت و راحتی قابل توجهی برخوردار است. متداول ترین نوع دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار مي‌گیرد مدل EM۳۸ است. بررسی های موجود نشان می دهد که تغییرات مکانی شوری ثبت شده با استفاده از دستگاه EM۳۸ میتواند برای پیش بینی مواردی نظیر تغییرات تولید محصول (به علت تغییرات آب موجود در خاك) نیز مورد استفاده قرار گیرد.
امروزه با پیشرفت علوم،استفاده از فناوري‌های جدید موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت در انجام پروژه ها شده است. (مترنیخ و زینک, ۲۰۰۳).
در طی دو دهه اخیر بسیاری از تکنیکهای جدید مانند آرایه ونر[۲۲۶] (رودز و اینوالسون، ۱۹۷۱)، پروبهای هدایت الکتریکی رودز[۲۲۷](رودز، ۱۹۷۶)، روش انعکاس سنجی زمانی[۲۲۸] یا TDR و روش القای الکترومغناطیسی[۲۲۹] یا EM (مك نیل، ۱۹۸۰ الف و ۱۹۸۰ ب) برای اندازه‌گیری شوری خاك در شرایط مزرعه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این میان تکنیك القای الکترومغناطیسی به دلیل اینکه برای انجام اندازه‌گیری نیاز به گرفتن نمونه خاك ندارد، از سهولت و راحتی بیشتری برخوردار است (رحیمیان و هاشمی نژاد، ۱۳۸۹). متداول ترین نوع این دستگاه که در کشاورزی مورد استفاده قرار مي‌گیرد، مدل EM۳۸ 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 مي باشد. این دستگاه یا مستقیماً بر روی سطح زمین قرار می گیرد و یا اینکه بدون تماس با سطح خاك و در یك ارتفاع مشخص (مثلاً نیم متر)و موازي با سطح زمین قرارگرفته و قرائتهای آن انجام می شود. فراهم بودن امکان عدم تماس مستقیم این وسیله با سطح خاك است که آنرا در زمره ابزارهای سنجش ازدور نیز قرار داده است. تغییرات مکانی شوری ثبت شده بوسیله دستگاه EM۳۸ می تواند برای پیش بینی تغییرات تولید محصول (به علت تغییرات آب موجود در خاك) نیز استفاده شود (هرمان و همکاران، ۲۰۰۰). تریانتافیلیس وهمکاران (۲۰۰۱)نیز با مقایسه پنج روش زمین آماری برای برآورد شوری دریافتند روش کریجینگ رگرسیونی

[۲۲۶]- Wenner Array
[۲۲۷]- Rhoades Probe
[۲۲۸]- Time Domain Reflectometry
[۲۲۹]- Electromagnetic Induction

براورد بهتری را نسبت به روشهای کریجینگ معمولی، کریجینگ سه بعدی و کوکریجینگ بدست میدهد ولی در پایان بـه بررسـی و در نظر گرفتن سود و هزینه ها برای انتخاب روش مورد استفاده تاکید نمودند.

مواد و روش‌ها

تشریح محدوده مطالعاتی

مزرعه میلشبار واقع در شمال اردکان بعد از پلیس راه اردکان - نائین واقع شده است. مساحت کل مزرعه ۱۸۰ هکتـار مـی باشـد.از کل منطقه مذکور ۱۰۰ هکتار مورد بررسی پایش شوری قرار گرفت که دارای پوشش یونجه و گندم و بیشتر کاه و کلـش اسـت. منطقـه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی '۵۰ °۵۳ تا '۱۰ °۵۴ شرقی و عرض‌های جغرافیایی '۱۶ °۳۲ تا '۲۷ °۳۲ شمالی قرار دارد و دارای مشکلات شوری منابع آب و خاك است (شکل ۱). میانگین تبخیر و تعرق مرجع، دما و بارندگی سالیانه منطقه مورد مطـالعه به‌ترتیـب برابر ۳۴۸۳ میلیمتر، ۵/۱۸ درجه سانتیگراد و ۷۵ میلیمتر است. بارندگی بسیار کم بوده و محدود بـه بارش‌هـای زمسـتانه می‌باشـد. بنابراین رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب اریدیک و ترمیک طبقه‌بندی می‌شود.



شکل(۱) نقشه منطقه

عملیات صحرایی شامل شناسایی منطقه و تشخیص مکان های نمونه برداری است. با مطالعه تحقیقات گذشـته و بـر اسـاس مـدل اسکورپن (مک براتنی و همکاران , ۲۰۰۳) در نقشه برداری رقومی خاک نیاز به داده های هدف (شوری خاک) مـی باشـد، بنـابراین بعد از تهیه نقشه منطقه از Google Earths وانتخاب شبکه ای از نقاط به فاصله ۵۰ متری از یکدیگر با استفاده از GPS نقطـه هـا بـر روی زمین مشخص و توسط دستگاه EM۳۸ قرائت گردید. لازم به ذکر است که در حدود ۶۰۰ نقطه توسط دستگاه EM۳۸ بصـورت عمـودی و افقی قرائت شد. هم چنین با انتخاب ۱۲۰ نقطه با طول و عرض جغرافیایی مشخص بصورت تصادفی توسط آگـر از سـه عمـق ۳۰-۰ ، ۶۰-۳۰ ، ۹۰-۶۰ سانتی متری نمونه برداری خاک انجام گردید.

در این تحقیق قرائت های دستگاه EM۳۸ بعنوان متغیر کمکی در نقشه برداری رقومی خاک در نظر گرفتـه شـده اسـت. مـی تـوان مراحل تحقیق را به چهار گام تقسیم کرد. گام اول : تهیه داده های خاک، که در آن قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشـباع نمـونه هایی که به آزمایشگاه منتقل شده بودند اندازه گیری شد سـپس بـه داده هـا تـابع اسـپیلاین بـرازش شـده و مقـادیر قـابلیت هـدایت الکتریکی در عمق های اسـتاندارد تعیـین گردیـد (بیشـاپ و همکـاران ،۱۹۹۹). گـام دوم: قرائـت هـای دسـتگاه EM۳۸ در منطقـه و واسنجی دستگاه. گام سوم : تهیه داده های کمکی. گام چهارم: مرحله مدل سازی و در حقیقت ارتبـاط دادن داده هـای محیطـی و قابلیت هدایت الکتریکی می باشد. پس از تعیین مدل و ورودی های مناسب اقدام به تهیه نقشه قابلیت هدایت الکتریکی تـا عمـق ۱ متری خاک گردید.

برای پهنه بندی شوری خاک در این تحقیق از مدل زمین آمار (کریجینگ و کوکریجینگ) استفاده گردید.

نرم افزار مورد استفاده برای ترسیم نقشه از طریق درون یابی Arc-GIS بود کـه از جملـه پرکـاربردترین نـرم افـزار در مطالعـات زمیـن آمار(کریجینگ و کوکریجینگ) محسوب می گردند. هم چنین از نرم افزار اکسل و مطلب نیز استفاده گردید. از جمله پرکـاربردترین آنها در مطالعات زمین آمار(کریجینگ و کوکریجینگ) محسوب می گردند. هم چنین از نرم افزار اکسل و مطلب نیز استفاده گردید.

معیار های ارزیابی مدل از مجذور میانگین مربعات خطا[۲۳۰]،ضریب تـبیین[۲۳۱] و میـانگین خطـا[۲۳۲] اسـتفاده گردیـده اسـت (یانـگ و همکاران ، ۲۰۰۹)

۲۳۰۱-Root Mean Square Eroor

۲۳۱۲-Coefficient oF determination

۲۳۳۲-Mean Absolute Error

$$RMSE = \sqrt{\left[\frac{\sum(x_0 + x_e)^2}{n}\right]}$$

$$R^2 = \left[\frac{\sum(X_e - \bar{X}_e)(X_o - \bar{X}_o)}{\sqrt{\sum(X_e - \bar{X}_e)^2(X_o - \bar{X}_o)^2}}\right]^2$$

$$ME = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_0 - x_e)$$

X_O و X_e به ترتیب شوری مشاهداتی و تخمین زده شده

$\bar{x}_e$ و $\bar{x}_o$ به ترتیب میانگین شوری مشاهداتی و تخمین زده شده

n تعداد داده ها می باشد .

لایه (سانتی متر)	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	ضریب تغییرات	واریانس	خطا استاندارد	چارک اول	چارک سوم
EC_A ۵-۰	۳۵/۳	۹۶/۲۳	۰۲/۱۲	۰۳/۱۲	۸/۳۳	۵۵/۱۶	۰۶/۴	۷۷/۸	۹۵/۱۴
EC_B ۱۵-۵	۸۱/۳	۹۶/۲۳	۹۹/۱۱	۹۴/۱۱	۱۹/۳۳	۷۱/۱۵	۹۶/۳	۷۱/۸	۵۷/۱۴
EC_C ۳۰-۱۵	۶۹/۴	۱/۲۲	۶۰/۱۱	۶۲/۱۱	۴۸/۳۱	۳۷/۱۳	۶۵/۳	۹۱/۸	۳۲/۱۳
EC_D۶۰-۳۰	۶۹/۴	۱/۲۲	۹۰/۹	۷۵/۱۰	۱۳/۴۳	۴۷/۱۳	۶۷/۳	۹۲/۷	۵۳/۱۲
EC_E۹۰-۶۰	۶۹/۴	۱/۲۲	۸۶/۸	۱۱/۱۰	۱۱/۳۹	۶۶/۱۵	۹۵/۳	۰۵/۷	۳۳/۱۲

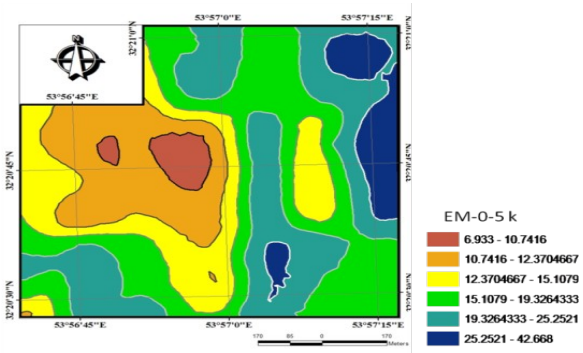
جدول ۱- خلاصه اماری

نتایج و بحث

خلاصه آماری داده های شوری در جدول (۱) ارائه شده است. بعنوان مثال EC_A 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 EC_A 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 از نقشه های مدل برداشت می شود که هرچه از سطح به عمق برویم میزان شوری خاک تدریجاً کاهش می یابد.

در این تحقیق، روش کریجینگ پهنه بندی شوری خاک با استفاده از داده های EM۳۸ در سطح خاک را به علت دارا بودن خطای کم نسبت به روش کوکریجینگ بهتر نشان می دهد.

همان طور که در نتایج نشان میدهد، روند تغییرات شوری در سطح منطقه مورد مطالعه به میزان حداکثر رسیده وبا افزایش عمق، این میزان به تدریج کم شده است. و ممکن است علت آن فعالیت های بی رویه کشاورزی و استفاده ناصحیح از کود و یا تبخیر و تعرق بالا در این منطقه باشد.و بر اساس نقشه خروجی نحوه پراکنش شوری در سطح منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل کریجینگ دارای نقاط حداکثر بیشتری است.



شکل (۲) -نقشه رقومی شوری خاک پیش بینی شده با استفاده از داده های EM۳۸ در عمق ۵-۰ به روش کریجینگ

جمع بندی :

در تحقیق حاضر اقدام به پیش‌بینی مکانی شوری خاک با استفاده از مدل زمین آمار، توسط دستگاه هدایت گر الکترومغناطیس پرداخته شد. نتایج کلی این تحقیق را می‌توان به این صورت ارائه داد:

قابلیت هدایت الکتریکی ظاهری به خوبی می‌تواند تغییرات شوری خاک را در سطح خاک برآورد نماید. در مواقعی که قادر به استفاده مستقیم از داده‌های دستگاه هدایتگر الکترومغناطیس جهت بررسی شوری نمی‌باشیم، یک راه جایگزین استفاده از سایر متغیرهای کمکی و مدل‌سازی در فرآیند چارچوب کاری اسکورپن می‌باشد.

در این تحقیق مدل کریجینگ به عنوان بهترین مدل برای پهنه‌بندی شوری خاک معرفی می‌شود.

تکنیک‌های زمین آماری یا به عبارت دیگر تکنیک‌های نقشه‌برداری رقومی خاک می‌توانند فرآیند نقشه‌برداری خاک‌ها را در گستره‌ای وسیع و متشکل از هر گونه عوارض طبیعی به یک‌باره انجام داده، روش سنتی را ارتقاء بخشیده، سرعت عمل و کارآمدی نقشه‌ها را در انتقال داده‌ها و اطلاعات افزایش داده و قابلیت استفاده آن‌ها را برای قشر وسیعی از شاخه‌های علمی امکان‌پذیر نماید.

کاربرد معادلات عمق (اسپیلاین) در این تحقیق به ما اجازه داد تا به راحتی بتوان به بررسی تغییرات عمقی و سطحی شوری خاک بپردازیم.

منابع

رحیمیان م ح، هاشمی نژاد ی. ۱۳۸۹. واسنجی دستگاه القاءگر الکترومغناطیس (EM۳۸) برای ارزیابی شوری خاك. مجله پژوهشهای خاك،علوم خاك و آب،الف، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحات ۲۵۲-۲۴۳.

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.

Heermann D F, Hoeting J, Duke H R, Westfall D G, Buchleiter G W, Westra P, Peairs 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.

Mcneill, J.D. ۱۹۸۰b. Electromagnetic terrain conductivity measurements at low induction numbers. Technical note TN-۵ Geonics Ltd. Mississauga, Ontario, Canada, p.۱۵.

Metternicht, G., Zinck J.A. ۲۰۰۳. Remote Sensing of Soil Salinity: Potentials and Constraints. Remote Sensing of Enviroment 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.

Triantaflis J I, Odeh,and O A, Mc BratneyA B. ۲۰۰۱. "Five geostatistical methods to predict soil salinity from electromagnetic induction data across irrigated cotton",Soil Sci.Am. J.,Vol.۶۵,Pages۸۶۹-۸۷۸.

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 Mileshbar, Ardakan. 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 ۸۰۰ readings were done by EM۳۸ both vertically and horizontally. Then, two maps were made with the inputs obtained from the device readings. In the next step, ۱۲۰points with different latitude and longitude were randomly selected and three soil samplings were done in the depth of ۰-۳۰, ۳۰-۶۰ and ۶۰-۹۰ centimeters. The EC of the samples were measured in the laboratory by the preparation of saturation extract. 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 Geo statistic model. The desired analyses were performed on the outputs of the model.

بررسی ارتباط پتاسیم و کانی‌شناسی رس در منطقه شرق آباد ارسنجان

فرشته کریمیان [۱]، مجید باقرنژاد [۲] و مصطفی دهقان [۱]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه شیراز، ۲- استاد علوم خاک دانشگاه شیراز

چکیده
در این پژوهش بر اساس عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی منطقه شرق آباد ارسنجان تعدادی نیم‌رخ خاک با رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک انتخاب و در واحدهای فیزیوگرافی مختلف حفر گردید روابط بین شکل‌های مختلف پتاسیم با کانی‌های موجود در منطقه و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک توسط روش همبستگی و رگرسیون خطی ساده بررسی شده بین پتاسیم تبادلی و پتاسیم قابل استخراج با اسیدنیتریک (غیرتبادلی) و پتاسیم ساختمانی همبستگی بالایی وجود داشت.پتاسیم بیشتر تحت تاثیر مقدار کانی ایلایت است، طوری که ۶۱ درصد از پتاسیم تبادلی و ۷۲ درصد پتاسیم غیر تبادلی و ۸۵ درصد از تغییرات پتاسیم ساختمانی تحت تأثیر کانی ایلایت و قابل پیش‌بینی است. پتاسیم محلول و هدایت الکتریکی و پتاسیم غیرتبادلی و کربنات کلسیم معادل دارای همبستگی منفی و معنی داری بودند. پتاسیم تبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی دارای همبستگی مثبت و معنی داری بودند .

کلمات کلیدی: پتاسیم، کانی ، همبستگی

مقدمه
پتاسیم به عنوان سومین عنصر اصلی برای رشد گیاه مطرح بوده و نقش اساسی در فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین و فتوسنتز ایفا می‌کند(بساک،۲۰۰۸). تجزیه شیمیایی خاک نشان می‌دهد که پتاسم به شکل‌های مختلفی در خاک وجود دارد. به طور کلی ۹۸-۹۰ درصد کل پتاسیم خاک به شکل غیرقابل دسترس(ساختمانی) است که قابل استفاده گیاه در کوتاه مدت نیستند ولی در دراز مدت یک ذخیره مهم می‌باشند. ۱۰-۲ درصد به شکل غیرتبادلی و به کندی قابل دسترس می‌باشد و ۲-۱/ . درصد به شکل تبادلی و به سرعت قابل دسترس می‌باشد و درصد کمی پتاسیم به صورت محلول می‌باشد. پتاسیم محلول و تبادلی خیلی سریع با هم به تعادل می‌رسند در حالی که تعادل بین پتاسیم تبادلی و محلول و پتاسیم ساختمانی و تثبیت شده به کندی حاصل می‌گرد(هاولین، ۱۹۹۹). کانی‌های رسی با خصوصیات ویژه‌ی خود محل تبادلات یونی ریشه گیاه می‌باشند و و منبع ذخیره عناصر غذایی خاک به شمار می‌روند. اطلاع از درصد کانی‌های رسی برای تفسیر چگونگی تشکیل و تحول خاک، منشأیابی کانی‌های رسی، و حل مسایل تغذیه‌ای مانند تثبیت و آزادسازی عناصر مهمی چون پتاسیم کاربرد دارد. مقادیر پتاسیم خاک به میزان زیادی به نوع کانی‌های موجود در خاک بستگی دارد(ملکوتی ۱۳۸۲). مهم‌ترین کانی‌های پتاسیم‌دار خاک، فلدسپارهای پتاسیم و انواع میکاها می‌باشند که منبع طبیعی پتاسیم برای گیاهان هستند و پتاسیم آن‌ها به وسیله هودیدگی آزاد می‌شود (جاردین و اسپارکس، ۱۹۸۴). نقش پتاسیم غیر تبادلی در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه به عوامل مختلفی مانند، نوع و میزان پتاسیم در کانی و فراوانی کانی‌های پتاسیم دار و اندازه ذرات آن‌ها، مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک، غلظت پتاسیم در آب آبیاری، میزان پتاسیم آزاد شده از بقای گیاهی و غیره بستگی دارد(ضرابی ۲۰۰۶). پتاسیم ساختمانی از اهمیت ویژه‌ای در شرایط کمبود پتاسیم برخوردار است (موریت سوکا ۲۰۰۴). شواهد متعددی نشان می‌دهد که گیاه می‌تواند مستقیماً از کانی‌های پتاسیم داراستفاده کند به ویژه زمانی که خاک تحت کشت متراکم قرار گرفته و بخش تبادلی از پتاسیم تهی گردد، پتاسیم ساختاری می‌تواند نیازهای محصول را جبران کند(وانگ، ۲۰۰۰). ارتباط بین خاکهای مختلف، مقدار و نوع رس و خصوصیات فیزیکی شیمیایی آن‌ها با شکل‌های پتاسیم در تعیین کردن پتاسیم ذخیره‌ای خاک و پیش بینی چرخه پتاسیم و جذب توسط گیاه در خاکهای کشاورزی مهم است.
هدف : بررسی امکان ارتباط بین شکل‌های مختلف پتاسیم با کانی‌های رسی و برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه دشتی است به وسعت ۱۰۰۰۰ هکتار و در قسمت شرقی شهرستان ارسنجان و در مختصات ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. جهت انجام پژوهش بر اساس عکس‌های هوایی و نقشه های توپوگرافی منطقه شرق آباد ارسنجان تعدادی نیم‌رخ خاک با رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک انتخاب و در واحدهای فیزیوگرافی مختلف حفر گردید و پس از تشریح و طبقه بندی خاک از افق‌های مختلف هر پروفیل نمونه برداری صورت گرفت و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی متری، آزمایش‌های مختلف فیزیکی شیمیایی شامل: کلاس بافت خاک به روش هیدرومتر(جی ،۱۹۸۶) ،کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک(لوپرت ،۱۹۹۶) ،اندازه گیری کربن آلی به روش اکسیداسیون تر با اسید کرومیک و تیتر کردن با فروآمونیوم سولفات به

روش نلسون(۱۹۹۶) ، pHبه روش گل اشباع(توماس، ۱۹۹۶). ظرفیت تبادل کاتیونی(CEC)خاک با استفاده از استات سدیم یک نرمال(سومر،۱۹۹۶) . EC در عصاره اشباع به وسیله EC متر الکتریکی(رودز، ۱۹۹۶) تعیین شد برای خالص سازی رس و آماده نمودن آن جهت مطالعه به روش پراش اشعه ایکس (XRD)از روش ترکیبی جکسون (۱۹۷۵) و کیتریک و هوپ(۱۹۶۳)استفاده شد که در این روش اقدامات زیر صورت گرفت :

برای حذف کربناتها از استات سدیم یک نرمال با پهاش کنترل شده و حرارت دهی در محدوده ۷۰تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد حمام بخار استفاده شد -برای حذف مواد آلی آب اکسیژنه ۳۰درصد و گرم کردن تا ۷۰درجه در حمام بخار استفاده شد. -برای حذف اکسیدهای آهن از روش سیترات دی تیونات از روش مهرا و جکسون (۱۹۶۰) استفاده شد.

شکل‌های مختلف پتاسیم شامل محلول، تبادلی، غیر تبادلی و کل به ترتیب در عصاره اشباع - عصاره‌گیری با استات آمونیوم ۱ نرمال با پهاش ۷ - عصاره گیری با اسید نیتریک جوشان - و هضم با اسید فلوریدریک و تیزاب سلطانی تعیین شدند(پرات ۱۹۶۵)، و آنالیزهای آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار STATA صورت گرفت.

محاسبات و نتایج

شکل‌های مختلف پتاسیم در پروفیل‌های حفر شده در منطقه مورد مطالعه اندازه گیری شده که مقادیر آن به صورت میانگین در جدول ۱ آمده است.

جدول۱ - میانگین مقادیر پتاسیم و برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی در پروفیل‌های مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک	میانگین
رس(درصد)	۱۸/۲۷
پ هاش(عصاره اشباع خاک)	۶۸/۷
قابلیت هدایت الکتریکی خمیر اشباع(dS m^{-1})	۲۳/۱
ماده آلی(درصد)	/۷۳
ظرفیت تبادل کاتیونی($cmol^{+} kg^{-1}$)	۲۱/۲۲
کربنات کلسیم معادل(درصد)	۶۵/۵۳
کلرایت(درصد)	۴۷/۱۷
ایلایت(درصد)	۳۱/۷۳
پتاسیم محلول ($mg\ kg^{-1}$)	۱۴/۲۱
پتاسیم تبادلی ($mg\ kg^{-1}$)	۵۰/۱۸۶
پتاسیم غیر تبادلی($mg\ kg^{-1}$)	۷۰۹
پتاسیم ساختمانی($mg\ kg^{-1}$)	۷۲۰/۴۳۷۵

روابط بین شکل‌های مختلف پتاسیم با کانی‌های موجود در منطقه و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک توسط روش همبستگی و رگرسیون خطی ساده بررسی شده این نتایج به صورت زیر می‌باشد:

۱ - بین پتاسیم تبادلی و پتاسیم قابل استخراج با اسید نیتریک (غیر تبادلی) ($R^{۲}$=.۸۴**)و پتاسیم ساختمانی همبستگی بالایی وجود دارد(۸۹** $R^{۲}$=.).اسپارکس و هوانگ (۱۹۸۷) عنوان کرد بین شکل‌های پتاسیم در خاک رابطه تعادلی وجود دارد و این روابط تعادلی در تغذیه گیاه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند .

۲- بین شکل‌های مختلف پتاسیم با مقدار رس رابطه مثبت و معنی داری وجود داشت این امر نشان دهنده آن است که بخش رس از منابع اصلی نگهدارنده پتاسیم قابل استفاده گیاه می‌باشد. بین رس و پتاسیم ساختمانی همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت($R=.۷۵^{*}$)نتیجه اینکه با افزایش درصد رس، پتاسیم ساختمانی نیز افزایش می‌یابد اما این افزایش در نمونه‌هایی که ایلایت بیشتری دارند در مقایسه با نمونه‌هایی که ایلایت کمتری دارند بیشتر بود. منوچهری(۱۳۷۹) بیان کرد پدیده تثبیت پتاسیم در تمام رس‌ها یکسان اتفاق نمی افتد و بیش‌تر در رس‌های ۲:۱ دیده می‌شود و در ایلایت به حداکثر خود می‌رسد. با توجه به مقادیر بالای کانی‌های تثبیت کننده پتاسیم مخصوصا ایلایت و اسمکتایت در خاکهای آهکی جنوب ایران فرایند تثبیت پتاسیم در این خاک‌ها می‌تواند مهم باشد(نجفی‌قیری و همکاران ۲۰۱۰).

شکل‌های مختلف پتاسیم با کانی‌های موجود در منطقه همبستگی بالایی دارند و روابط رگرسیونی خوبی نیز در بین این عوامل ارایه کردند این نتایج در جدول ۲و ۳و ۴ آمده است .

جدول ۲- معادله مربوط به کانی ایلایت و پتاسیم تبادلی	
$(R^2 = ۰.۶۱۰)^{*}$	y = ۱.۷۴۲x + ۱۳۱.۲۱۵
کانی ایلایت :X	پتاسیم تبادلی :Y

جدول۳- معادله مربوط به کانی ایلایت و پتاسیم غیرتبادلی	
$(R^2 = ۰.۷۲۲)^{*}$	y = ۲۴.۵۹۰x - ۶۹.۶۶۳
کانی ایلایت :X	پتاسیم غیر تبادلی :Y

جدول۴- معادله مربوط به کانی ایلایت و پتاسیم ساختمانی	
$(R^2 = ۰.۸۵۰)^{**}$	y =.۰۱۰x - .۱۱۲
کانی ایلایت :X	پتاسیم ساختمانی :Y

در نتایج به دست آمده پتاسیم بیشتر تحت تأثیر مقدار کانی ایلایت است، طوری که ۶۱درصد از پتاسیم تبادلی و ۷۲ درصد پتاسیم غیر تبادلی و ۸۵ درصد از تغییرات پتاسیم ساختمانی تحت تأثیر کانی ایلایت و قابل پیش بینی است. پتاسیم غیر تبادلی خاک تحت تاثیرمقدار ایلایت و پتاسیم تبادلی تحت تأثیر مواد آلی و ایلایت می‌باشد.(کیمرین و همکاران ۲۰۰۴). پتاسیم محلول و هدایت الکتریکی و پتاسیم غیر تبادلی و کربنات کلسیم معادل دارای همبستگی منفی و معنی داری بودند. پتاسیم تبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی دارای همبستگی مثبت و معنی داری بودند. در بررسی ارتباط پ هاش و ماده الی با شکل‌های مختلف پتاسیم روابط معنی داری به دست نیامد. معادله های ارایه شده به وسیله رگرسیون در جدول ۵ و ۶ و ۷ آمده است.

جدول۵- معادله مربوط به ظرفیت تبادل کاتیونی و پتاسیم تبادلی	
$(R^2 = ۰.۶۱)$	y =۵.۸۱۲ x - ۶۴.۰۹۸
ظرفیت تبادل کاتیونی:X	پتاسیم تبادلی :Y

جدول۶- معادله مربوط به هدایت الکتریکی و پتاسیم محلول	
$(R^2 = ۰.۴۸)$	y =-.۲۶۳x + .۸۹۳
هدایت الکتریکی:X	پتاسیم محلول :Y

جدول۷- معادله مربوط به کربنات کلسیم معادل و پتاسیم غیر تبادلی	
$(R^2 = ۰.۵۶)$	y =-۲۰ x +۱۵۹۰.۰۷
معادل کربنات کلسیم:X	پتاسیم غیر تبادلی :Y

در معادله های رگرسیونی به دست آمده بین شکل‌های های مختلف پتاسیم و ویژگی‌های خاک پتاسیم محلول بیشتر تحت تأثیر هدایت الکتریکی قرار گرفته به طوری که ۴۸ درصد از تغییرات آن به کمک این ویژگی توجیه می‌شود همچنین به احتمال ۶۱ درصد تغییرات پتاسیم تبادلی تحت تأثیر ظرفیت تبادل کاتیونی قرار می‌گیرد و عامل موثر بر پتاسیم غیر تبادلی کربنات کلسیم معادل می‌باشد که ۵۶ درصد از تغییرات پتاسیم غیر تبادلی را می‌توان به کمک این ویژگی توجیه نمود. مفتون و حسینی (۱۳۸۶) نیز در بررسی بخشی از خاکهای آهکی استان فارس به رابطه منفی و معنی داری بین کربنات کلسیم معادل و پتاسیم غیر تبادلی و پتاسیم محلول و هدایت الکتریکی و رابطه مثبت و معنی داری بین پتاسیم تبادلی و ظرفیت تبادل کاتیونی رسیدند. بنابراین اشکال مختلف پتاسیم و ارتباط آن‌ها با هم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاك با توجه به وجود تعادل دینامیکی بین آن‌ها و کانی شناسی، اهمیت خاصی در توصیه مصرف کود پتاسیم دارد.

منابع

دوات‌گر، ن. و همکاران. ۱۳۸۴ .بررسی وضعیت پتاسیم و اثر خواص فیزیکی و شیمیایی خاك بر آن در شالیزارهای استان گیلان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال نهم. شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۷۱ تا ۸۹.

رضایی، م. ۱۳۹۰. تثبیت پتاسیم و مقدار پتاسیم قابل استفاده در برخی خاکهای آهکی استان فارس. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.

ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک - مشکلات و راه حل‌ها. چاپ دوم. تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ص.۱۲۸

منوچهری، س. ۱۳۷۹. مطالعه اثرات مقادیر و منابع مختلف پتاسیم بر روی کمیت و کیفیت درختان سیب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته خاک‌شناسی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

نیرومندحسینی، ن. و م، . مفتون. ۱۳۸۶. بررسی شکل‌های مختلف پتاسیم و ارتباط آن‌ها با بعضی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاکهای استان فارس. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران.

-Basak, B., and Biswas, D. ۲۰۰۸.In fluence of potassium solubilizing microorganism and uptake mica on potasiume uptake dynamics by sudan grass groun under two lfisols. Plantsoil .

-Cimrin, K.M., Akca, E., Senol, M.B. and Kapur, S. ۲۰۰۴. Potassium potential of the soils of the Gaves Region in Eastern Anatolia. Turk J Agric. ۲۸: ۲۵۹-۲۶۶.

-Jackson, M.L. ۱۹۷۵. .Soil Chemical Analysis. Advance Course. Univ. Wisc. College Agric. Dept. Soil, Madison, WI.

-Gee, G. W., and Bauder, J. W. ۱۹۸۶. P. ۴۰۴ - ۴۰۸. Particle size analysis, Hydrometer method. In A. Klute et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part۱, Am. Soc. Agron., Madison, WI.

-Jalali, M., and Zarabi, M. ۲۰۰۶. Kinetics of nonexchangeable-potassium release by mail acid in selected soils of Hamadan province. Journal of Iran Agriculture sci.۲۷(۶) :۹۵۱-۹۶۴

-Jardine, P.M., and Sparks, D.L. ۱۹۸۴. Potassium-calcium exchange in a multireactive soil system. I. Kinetics. Soil Sci. Soc. Am. ۴۸: ۳۹-۴۵.

-Havlin, J. L,. Beaton, J. D,. Tisdale, S. L. and Nelson, W. L. ۱۹۹۹. Soil fertility and fertilizers: potassium. Prentic-Hall, Inc. Upper Saddle River, N.J.

-Kittrick, J.A,. and Hope, EW. ۱۹۶۳. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction Analysis. Soil Sci. ۹۶: ۳۱۲-۳۲۵

- Loppert , R. H., and Suarez, D. L. ۱۹۹۶. Carbonate and gypsum. P. ۴۳۷-۴۷۴.In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part۳ , ۳rdEd. Am. Soc. Agron., Madison, WI.

-Mehra, O.P., and Jackson, M.L. ۱۹۶۰. Iron Oxide removal frosoils and clays by a dithionite - citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Miner. ۷: ۳۱۷-۳۲۷.

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

-Najafi Ghiri, M., and Abtahi, A. ۲۰۱۰. Factors affecting potassium fixation in calcareous soils of southern Iran. Archives of Agronomy and Soil Science (in press).

-Nelson, D. W., and Sommer s, L. E. ۱۹۹۶ Total carbon, organic carbon and organic matter. P. ۹۶۱ - ۱۰۱۰. In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, Part۳, ۳rdEd.,Am. Soc. Agron., Madison, WI.

-Pratt, P. F. ۱۹۶۵. Potassium. ۱۰۲۲-۱۰۳۰. In: C. A. Black. Methods of Soil Analysis, part ۲. American Society of Agronomy, Madison, WI.

-Roades, J. D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. P. ۴۱۷- ۴۳۶. In D. L. Sparks et al . (ed.) Methods of Soil Analysis, Part۳, ۳rd Ed., Am. Soc Agron., Madison, WI.

-Sparks, DL. ۱۹۸۷. potassium dynamic in soils. Adv. Soil Sci. ۶: ۱-۶۳.
-Sparks, DL., and Huang, PM. ۱۹۸۵. Physical chemistry of soil potassium. Pp. ۲۰۱-۲۷۶. In Munson RD. (Ed.), Potassium in Agriculture. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
-Sumner, M. E., and Miller, W. P. ۱۹۹۶. Cation exchange capacity and exchange coefficients. P. ۱۲۰۱-۱۲۲۹. In D. L. Sparks et al. (ed.) Methods of Soil Analysis, part۳ ,۳rd Ed. Am. Soc. Agron., Madison, WI.
-Wang,J. G., Zhang, F.S., Cao., and Zhang X.L. ۲۰۰۰ Effect
Of Plant type on release of mineral Potassium from gneiss. Nutrient Cycling in Agroecosystem. ۵۶: ۳۷-۴۴

Abstract

In this research, based on aerial photos and topographical maps of Sharq Abad of Arsanjan, some soil profiles with moisture regime of Xeric and temperature regime of Thermic were chosen and dug in different physiographic units. The relations between several forms of potassium and the minerals existing in the region, and some physical and chemical features of soil were studied by the methods of correlation and the simple linear regression. There was a high correlation between exchangeable potassium and extractable potassium with nitric acid (non-exchangeable) and structural potassium. Potassium is mostly under the influence f Illite mineral as ۶۱ percent of exchangeable potassium, ۷۲ percent of non-exchangeable potassium and ۸۵ percent of the change of structural potassium are under the influence of Illite mineral and are predictable. Dissolved potassium, conductivity, non-exchangeable potassium and the equivalent calcium carbonate possessed negative and significant correlation. Exchangeable potassium and cation exchange capacity possessed positive and significant correlation.

تخمین پتانسیل تولید توتون در استان مازندران با کاربرد برخی ویژگی‌های خاک

مهناز اسکندری [۱]، حامد زمانی [۲]، رضا محسن زاده [۳]
۱- محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، ۲- محقق گروه زراعت مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش، ۳- محقق گروه تکنولوژی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش

چکیده
تخمین مقدار تولید یک محصول زراعی با توجه به ویژگی‌های خاک، گامی ضروری در راستای برنامه‌ریزی استفاده از اراضی است. هدف از این پژوهش، بررسی کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در طراحی مدلی هوشمند برای تخمین مقدار تولید توتون با توجه به برخی ویژگی‌های خاک در استان مازندران بود. به این منظور از ۴۹ مزرعه کشت توتون در این استان، یک نمونه مرکب از هر واحد جمع‌آوری و ویژگی‌هایی از خاک که در کمیت و کیفیت توتون موثر بودند، در نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. این ویژگی‌ها به عنوان ورودی مدل و مقدار محصول توتون بدست آمده نیز به عنوان خروجی مدل، در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که یک شبکه پرسپترون چندلایه پس از آموزش قادر است مقدار تولید توتون را در مزارعی که با داده‌های آن آموزش ندیده، به خوبی تخمین زند. بنابراین مدل پیشنهادی می‌تواند تولید کمّی توتون را در یک منطقه اقلیمی مشابه با مدیریت تقریباً یکسان، با دقت مناسب برآورد نماید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اراضی، پرسپترون چندلایه، شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدلسازی

مقدمه
توتون از مشهورترین و پر مصرف‌ترین گیاهان تخدیری است که دارای مادهٔ مخدر نیکوتین بوده و با کیفیت‌های مختلف جهت مصرف به شکل‌های گوناگون مانند سیگار معمولی، پیپ، سیگار برگ، جویدن و انفیه تولید می‌شود (آهی‌فر، ۱۳۷۹). اگر چه خاستگاه توتون در نواحی حاره‌ای است، اما تولید تجاری بیشتر ارقام آن در نواحی معتدل است. تقریباً ۱۰۰ کشور تولید کنندهٔ توتون در دنیا می‌باشند که بالغ بر هفت میلیون تن محصول تولید می‌کنند. درآمد حاصل از فرآورده‌های مختلف توتون رقم مهمی از درآمد ملی کشورهای تولید کننده را تشکیل می‌دهد. طی آمار رسمی اعلام شده توسط سازمان‌های معتبر جهانی بیش از ۳/۱ میلیارد نفر در دنیا به‌طور دایمی سیگار مصرف می‌کنند که ۸۲% این افراد در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند (زمانی، ۱۳۸۹).
از مهم‌ترین نواحی کشت توتون در ایران استان‌های گلستان، مازندران و گیلان می‌باشند. در استان‌های مازندران و گلستان، توتون‌های دسته بارلی (هوا خشک)، ویرجینیا (گرمخانه‌ای) و باسما (آفتاب خشک)، در استان گیلان توتون تیپ گرمخانه‌ای، در استان کردستان توتون تیپ هوا خشک و در استان آذربایجان غربی توتون‌های تیپ هواخشک و شرقی کشت می‌گردد (آهی‌فر، ۱۳۷۹). تولید تجاری توتون در سال ۱۳۸۶ در ایران ۶۶۹۷۲۷۲ کیلوگرم بود که سطح زیر کشت آن حدود ۵۶۶۶ هکتار بوده است (بی‌نام، ۱۳۸۷). توتون در استان‌های شمالی کشور معمولاً بدون آبیاری کشت می‌شود و کیفیت آن و نحوه مصرفش تابع اثرات متقابل ژنوتیپ، خاک و عوامل اقلیمی و زراعی است.
بر اساس اعلام سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی، سیگار و توتون از نظر ارزش، چهارمین محصول وارداتی ایران به حساب می‌آیند (زمانی، ۱۳۸۹). بنابراین توتون یک محصول مهم تجاری است که می‌تواند تولید آن در شرایط مناسب سودآور باشد. به همین دلیل تحقیقات فراوانی به منظور بررسی کمیت و کیفیت تولید آن در خاکهای مختلف انجام شده است. به عنوان مثال Zhang و همکاران (۲۰۱۵) معتقدند به دلیل وجود بیش از ۳۰۰ میلیون نفر استفاده کننده از سیگار در چین، کشت توتون از اهمیت ویژه ای برخوردار است و باید مناسب‌ترین زمینها را به کشت آن اختصاص داد. این پژوهشگران تناسب اراضی مختلف را برای کشت این گیاه در استان شاندونگ چین با استفاده از فازی، GIS و AHP بررسی کردند. در این پژوهش، ۲۰ عامل در ارزیابی در نظر گرفته شده بود. نتایج نشان داد که نزدیک به ۲۹ درصد از کل منطقه تناسب زیادی برای کشت توتون دارند. نتایج آنها روش موثری را برای افزایش کارایی استفاده از اراضی و مدیریت بهتر برای تولید توتون ارائه داد. همچنین پژوهش‌های متعددی در زمینه بررسی ارتباط وضعیت تغذیه خاک با کیفیت توتون تولید شده (مانند Zhang and Kong, ۲۰۱۴)، اثر تراکم خاک بر مقدار تولید توتون (مانند Srinivas et al., ۲۰۱۴) و تعیین مناطق مدیریتی برای کشت توتون براساس حاصلخیزی خاک (Wang et al., ۲۰۰۹) ارائه شده است.
تخمین مقدار تولید این محصول در واحدهای اراضی مختلف پیش از کشت می‌تواند گامی موثر در ارزیابی اقتصادی به شمار رود. هدف از این پژوهش، بررسی کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی در طراحی مدلی هوشمند برای تخمین مقدار تولید توتون با توجه به برخی ویژگی‌های خاک در استان مازندران بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده ها از ۴۹ مزرعه مجزای کشت توتون در استان مازندران در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت که شرایط اقلیمی و مدیریت این مزارع تقریباً یکسان بود. برای تعیین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌هایی پیش از نشاکاری بصورت تصادفی از نقاط مختلف هر مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برداشته و از آنها یک نمونه مرکب خاک تهیه شد. نمونه ها پس از هوا خشک شدن از الک دو میلیمتری عبور داده شدند. سپس آزمایش‌های تعیین فراوانی نسبی ذرات خاک (رس، سیلت و شن)، هدایت الکتریک عصاره اشباع، اسیدیته گل اشباع، مقدار ماده آلی خاک، پتاسیم، فسفر و نیتروژن اندازه‌گیری شدند. کشت توتون گرمخانه‌ای رقم کا ۳۲۶، در این مزارع به صورت دیم انجام گرفت. مقدار توتون نیز پس از برداشت محصول در هر مزرعه، به صورت کیلوگرم در هکتار یادداشت شد.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

در این پژوهش، از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)[۲۳۳] برای تخمین مقدار تولید توتون استفاده شد. شبکه‌های MLP با آموزش تحت سرپرستی و الگوریتم پس‌انتشار[۲۳۴] خطا، یکی از بهترین شبکه‌ها برای حل مسائل پیچیده و غیرخطّی، می‌باشند. در حالت کلّی، شبکه‌های MLP واجد سه لایه ورودی، پنهان و خروجی بوده که در هر لایه تعدادی واحد پردازش‌گر به نام نرون[۲۳۵] وجود دارد (نوابیان و همکاران، ۱۳۸۳). هر نرون، خروجی وزن‌دار شده از نرون قبلی را دریافت کرده و از یک تابع فعال‌سازی یا آستانه عبور می‌دهد. این توابع می‌توانند از انواع مختلف مانند سیگموئیدی، گوسی، خطی و باینری باشند. مبنای آموزش این شبکه‌ها، تغییر وزن اتصالات به منظور رسیدن به خروجی مطلوب است. بدین‌گونه که نخست الگویی به شبکه ارائه و سپس خروجی آن محاسبه می‌شود. با مقایسه این خروجی با مقدار واقعی، میزان خطا برای اصلاح وزن‌های شبکه محاسبه می‌گردد (فلامکی و همکاران، ۱۳۹۲). سپس خطا به درون شبکه انتشار یافته و وزن‌ها دوباره تنظیم می‌شوند. این چرخه تا حداقل شدن جمع مربعات خطا ادامه می‌یابد. زمانی یک شبکه را تعمیم‌یافته می‌پندارند که با کاربرد داده‌هایی که از قبل به شبکه معرفی نشده‌اند (داده‌های آزمایش) مقدار خطای پیش‌بینی قابل قبول باشد. بنابراین در مدلسازی با این شبکه‌ها از ابتدا باید داده‌ها را به دو دسته داده‌های آزمایش و آموزش تفکیک کرد. الگوی آموزش باید تا حدّ امکان کل فضای داده‌ها را پوشش دهد. برای محاسبه تعداد لایه پنهان و نرون‌های هر لایه رابطه خاصی وجود ندارد. بنابراین برای دست‌یافتن به بهترین ساختار ANN در هر مسأله مدلسازی نیاز به آزمون ساختارهای متعدد است (فلامکی و اسکندری، ۱۳۹۱).

یکی از مراحل مهم پی‌ریزی شبکه های عصبی مصنوعی، پیش پردازش داده ها است. این عمل شامل انتخاب متغیرهای موثر، انتخاب الگوهای آموزش ده و آزمون، دسته بندی الگوها و استاندارد کردن داده‌ها می‌شود. متغیرهای انتخاب شده برای تخمین مقدار تولید توتون شامل بافت خاک، درصد کربن آلی و مقدار سه عنصر غذایی ضروری برای رشد توتون یعنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک بود چراکه نشان داده شده است توتون به مقادیر عناصر ریزمغذی حساسیت کمتری دارد. همچنین مقدار شوری و اسیدیته خاک در ساخت مدل در نظر گرفته شدند. توتون به EC حساس بوده و در EC=۱ dS/m مقدار کاهش محصول ۱۰ درصدی مشاهده شده است (Sys et al., ۱۹۹۱). مقدار کلر خاک نیز به دلیل اثر بر کیفیت برگ توتون در نظر گرفته شد.

هدف از استاندارد کردن داده‌ها، هم ارزش کردن تمامی عناصر موجود در یك الگو می باشد. برای استاندارد کردن داده‌ها از رابطه زیر استفاده شد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۸):

$$Xn = 0.1 + 0.8\left(\frac{X - Xmin}{Xmax - Xmin}\right) \quad (۱)$$

پس از انجام مراحل یادشده، داده ها به صورت تصادفی مخلوط شده و الگوهای آموزشی و آزمون به ترتیب به نسبت ۸۰ و ۲۰ درصد انتخاب گردیدند.

سنجش آماری نتایج

به منظور ارزیابی اعتبار شبکه‌های پی‌ریزی شده برای تخمین مقدار تولید توتون با توجه به برخی از ویژگی‌های خاک، از تحلیل خطاهای باقیمانده و اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده استفاده شد. آماره‌های لازم برای این کار حداکثر خطا (ME)، میانگین ریشه دوم خطا (RMSE)، ضریب تبیین (CD)، کارآیی مدلسازی (EF)، و ضریب باقیمانده (CRM) بودند. تعریف ریاضی این آماره‌ها به صورت زیر است (Zarei et al., ۲۰۰۹):

$$ME = \max|P_i - O_i|_{i=1}^{n} \quad (۲)$$

[۲۳۳] Multi Layer Perceptrone
[۲۳۴] Back propagation
[۲۳۵] Neuron

$$RMSE=\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(P_i-O_i\right)^2}{n}\right]^{0.5}\frac{100}{\bar{O}} \quad (۳)$$

$$CD=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i-\bar{O}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(p_i-\bar{O}\right)^2} \quad (۴)$$

$$EF=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i-\bar{O}\right)^2-\sum_{i=1}^{n}\left(P_i-O_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i-\bar{O}\right)^2} \quad (۵)$$

$$CRM=\frac{\sum_{i=1}^{n}O_i-\sum_{i=1}^{n}P_i}{\sum_{i=1}^{n}O_i} \quad (۶)$$

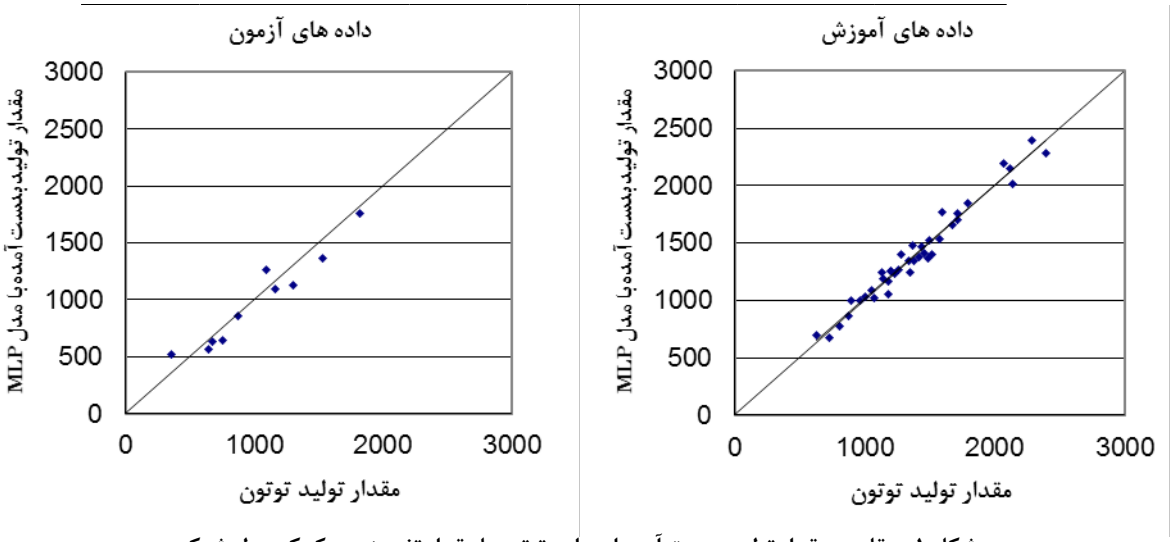
که در آن‌ها، Pi مقدار پیش‌بینی شده، Oi مقدار اندازه‌گیری شده (مشاهده شده)، n تعداد نمونه‌های به کار رفته و $\bar{O}$ مقدار متوسط مقادیر O است. چنانچه تمام مقادیر اندازه‌گیری شده و برآوردشده با هم برابر باشند، مقدار عددی این آماره‌ها برابر است با: EF=۱، CD=۱، RMSE=۰، ME=۰ و CRM=۰.

نتایج و بحث

برای دستیابی به بهترین مدل تخمین مقدار تولید توتون در مزارع استان مازندران، تعداد زیادی شبکه عصبی MLP با ساختار متفاوت ارزیابی شدند. نتایج حاصل از بهترین مدلهای طراحی شده در جدول ۱ نشان داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که مدل طراحی شده بر پایه شبکه عصبی، می تواند به خوبی با داده‌های ورودی آموزش داده شده و مقدار خروجی را تخمین بزند. در این میان، بهترین مدل برازش داده شده به داده‌های آموزش و آزمون، شبکه‌ای با ساختار ۱-۷-۸ (به ترتیب تعداد نرون در لایه خروجی، پنهان و ورودی) با تابع محرک تانژانت سیگموئید بود. مقایسه مقدار توتون ماحصل از مزارع در سال ۱۳۹۲ با مقدار خروجی تخمین زده شده به کمک این شبکه با کاربرد داده‌های آموزش و آزمون، در شکل یک نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های مناسب‌ترین شبکه‌های عصبی طرح‌ریزی شده در مدلسازی تخمین مقدار توتون

نوع شبکه	ساختار	داده‌های آموزش		داده‌های آزمون	
		ضریب همبستگی	RMSE	ضریب همبستگی	RMSE
MLP	۸-۳-۱	۸۹/۰	۰۴/۰	۸۲/۰	۲۲/۱
MLP	۸-۳۰-۱	۸۱/۰	۰۶/۰	۷۶/۰	۴۰/۲
MLP	۸-۱۵-۱	۹۲/۰	۰۳/۰	۸۷/۰	۳۵/۱
MLP	۸-۲-۳-۱	۹۳/۰	۰۳/۰	۸۶/۰	۶۷/۱
MLP	۸-۳-۵-۱	۸۹/۰	۰۵/۰	۸۰/۰	۳۲/۱
MLP	۸-۵-۱	۹۰/۰	۰۳/۰	۸۷/۰	۸۹/۳
MLP	۸-۷-۱	۹۶/۰	۰۲/۰	۹۳/۰	۸۷/۰



شکل ۱- مقایسه مقدار تولید بدست آمده از مزارع توتون با مقدار تخمینی به کمک مدل شبکه عصبی

خط تناظر یک به یک نیز در این شکل نمایان است. هرچه پراکنش داده‌ها در اطراف این خط کمتر باشد، نشان می‌دهد که مدل تخمین مقادیر خروجی بهتر عمل کرده است. ضریب هم‌بستگی میان تولید واقعی توتون و مقدار تخمینی در این مدل، ۹۶/۰ برای داده‌های آزمونی و ۹۳/۰ برای داده‌های آزمون بدست آمد.

آماره‌های سنجش این مدل برای هر ۴۹ مجموعه داده‌های کاربردی، در جدول ۲ ارائه شده است. آماره CRM نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی اندکی کم‌برآورد عمل کرده است و مقدار تخمینی را کمی کمتر از واقعیت نشان می‌دهد. هر چقدر آماره EF به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده کارایی بهتر مدل کاربردی است. بنابراین بر پایه نتایج بدست آمده می‌توان اینگونه پنداشت که مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه طراحی شده، به خوبی قادر است در شرایط اقلیمی و مدیریتی یکسان، مقدار تولید توتون را به کمک برخی ویژگی‌های خاک تخمین زند. این مهم نشان می‌دهد که امکان استفاده از این مدل برای سایر محصولات زراعی نیز وجود دارد که می‌تواند مدلی دقیق در تخمین مقدار محصول پیش از کاشت گیاه در هر واحد اراضی باشد. بدین ترتیب در هر منطقه اقلیمی با مشارکت این مدل در انتخاب تیپ‌های بهره‌وری از اراضی که از نظر اقتصادی سودآور هستند، می‌توان الگوی کشت مناسب را تعیین کرد.

جدول ۲- پارامترهای آماری ارزیابی مدل شبکه عصبی

مدل‌ها	آماره‌ها				
	ME	RMSE	CD	EF	CRM
۸-۷-۱	۱۷۰	۴۴/۰	۹۴/۰	۹۷/۰	۰۲/۰

منابع

آهی‌فر، ح. ۱۳۷۹. بوتانیک و مشخصات توتونهای ایران. شرکت دخانیات ایران.

بی‌نام. ۱۳۸۷. کارنامه آماری شرکت دخانیات ایران.

زمانی، پ. ۱۳۸۹. زراعت و عمل‌آوری توتون. چاپ اول.

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، ۲ (۳): ۱۳-۲۵.

فلامکی، ا. و اسکندری، م. ۱۳۹۱. تخمین ضریب توزیع خاک-آب فلزات سنگین با کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی. حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۱): ۳۶-۲۵.

قربانی دشتکی، ش. همایی، م. و مهدیان، م.ح. ۱۳۸۸. برآورد نفوذ آب به خاک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. مجله آب و خاک، ۲۳(۱): ۱۸۵-۱۹۸.

نوابیان، م. لیاقت، ع. و همایی، م. ۱۳۸۳. برآورد سریع هدایت آبی اشباع خاک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

Srinivas P. Ramakkrushnan S. Vijayan A. ۲۰۱۴. A Study on Soil Compaction Management in Tobacco Cultivation in Mysore Region of India. APCBEE Procedia, ۸: ۲۸۷-۲۹۲.

Sys C. Vanranst E. and Debaveye J. ۱۹۹۱. Land evaluation, part III. International training center for post graduate soil scientist, Ghent University, Ghent.

Wang X-Z. Liu G-S. Hu H-C. Wang Z-H. Liu Q-H. Liu X-F. Hao W-H. Li Y-T. ۲۰۰۹. Determination of management zones for a tobacco field based on soil fertility. Computers and Electronics in Agriculture, ۶۵(۲): ۱۶۸-۱۷۵.

Zarei G., Homaee M. and Liaghat A. ۲۰۰۹. Modeling transient evaporation from descending shallow groundwater table based on Brooks-Corey retention function. Water Resources Management, ۲۳(۱۴): ۲۸۶۷-۲۸۷۶.

Zhang C. and Konga F. ۲۰۱۴. Isolation and identification of potassium-solubilizing bacteria from tobacco rhizospheric soil and their effect on tobacco plants. Applied Soil Ecology, ۸۲: ۱۸-۲۵.

Zhang J., Su Y., Wu J. and Liang H. ۲۰۱۵. GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China. Computers and Electronics in Agriculture, ۱۱۴: ۲۰۲-۲۱۱.

Abstract

Estimation of crop yield considering soil characteristics is an important stage in land use planning. This study was aimed to evaluate the effectiveness of artificial neural networks in the intelligent design model to estimate the tobacco yield in Mazandaran province. Composite soil samples were collected from each ۴۹ tobacco farms in this province. Effective soil properties in the quantity and quality of tobacco and the actual tobacco yield were considered as model input and output, respectively. The results showed that the proposed model can accurately estimate tobacco yield in the similar climate zones with almost identical management.

نقش جهت شیب بر پراکنش مکانی برخی از ویژگی‌های خاک و عملکرد هلو در منطقه سامان شهرکرد

نرگس کیوانی [۱]، محمدحسن صالحی [۲]، جهانگرد محمدی [۳]، عبدالرحمان محمدخانی [۴]
دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد، ۴- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد

چکیده
شناخت تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک و محصول و درک روابط متقابل آن‌ها ضروری است. به منظور ارزیابی اثر جهت شیب بر پراکنش مکانی ویژگی‌های خاک و عملکرد هلو در منطقه سامان شهرکرد، در دو جهت شیب شرقی و غربی و از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری، در مجموع، ۶۸ نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌برداری از درختان هلو بصورت ترکیبی از دو درختی که فاصله کمتری با نمونه‌های خاک داشتند، انجام گردید. تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین ویژگی‌های کمی هلو بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد. نتایج نشان داد که خاک شیب شرقی، درصد رس، کربن‌آلی، پتاسیم، فسفر و آهن قابل‌جذب بیشتری نسبت به شیب غربی دارد و کیفیت بهتر خاک باعث افزایش عملکرد درختان شیب شرقی نسبت به شیب غربی شده است. مطالعه‌ی تاثیر مصرف کودهای NPK و آهن بر عملکرد هلو در باغات منطقه، توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات مکانی، جهت شیب، توپوگرافی، عملکرد هلو

مقدمه
تجزیه و تحلیل تغییرپذیری عملکرد، فرآیند مهمی در تحقیقات کشاورزی دقیق می‌باشد. در مزارع کشاورزی تغییرپذیری عملکرد تابع ویژگی‌های خاک، توپوگرافی، اقلیم، فاکتورهای بیولوژیکی و مدیریت می‌باشد (Jiang and Telen, ۲۰۰۴). مشخص شده که ویژگی‌های خاک یکی از عوامل عمده‌ی تغییرپذیری تولید در مزارع به شمار می‌رود. وجود تغییرات مکانی در ویژگی‌های خاک و اهمیت آن در تولید محصول امری بدیهی است. تغییرات توپوگرافی و به دنبال آن فرآیندهای خاک‌سازی در امتداد اراضی شیب‌دار باعث تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های خاک می‌شود. تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک به‌طور قابل توجه‌ای تحت تاثیر تعدادی از فاکتورهای محیطی مانند جهات توپوگرافی می‌باشند، که بر تعیین خرده‌اقلیم‌های محلی، عمدتا از طریق مقدار تابش خورشیدی دریافت شده موثر می‌باشد (Ollinger et al, ۲۰۰۲ ; Yimer et al, ۲۰۰۶). آگاهی از نحوه‌ی تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و عملکرد در مزارع و باغات برای دست‌یابی به تولید بیش‌تر، مدیریت بهتر و پایدار، ضروری به نظر می‌رسد. این مطالعه به منظور بررسی تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک، تحت‌تاثیر جهت شیب و ارتباط این تغییرات با کمیت و کیفیت محصول هلو در منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری انجام شده است.

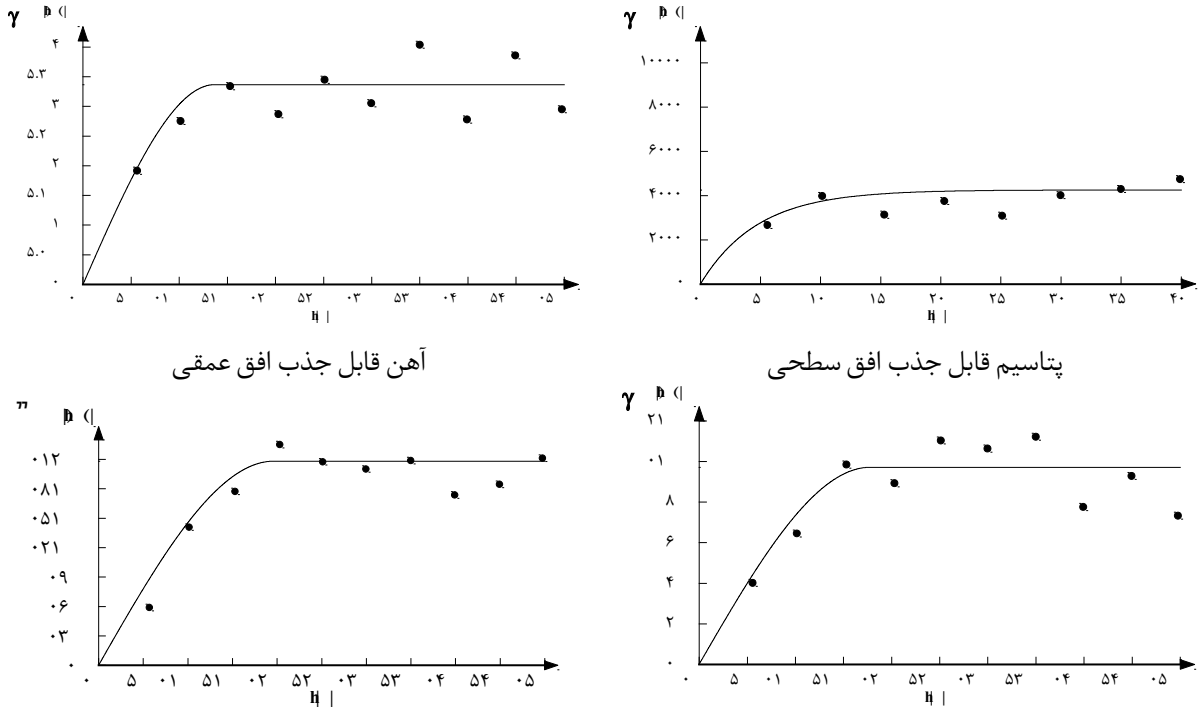
مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه، حدود ۵/۱ هکتار از باغات ۲۰۰ هکتاری واقع در شهرستان سامان استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد که در عرض‌های ۲۶ و ۳۲ تا ۲۷ و ۳۲ درجه شمالی و طول‌های ۵۳ و ۵۰ تا ۵۴ و ۵۰ درجه شرقی قرار گرفته است. از دیدگاه ژئومورفولوژی، لندفرم‌های منطقه شامل تپه‌های مرتفع می‌باشند که در دو جهت شیب (شرقی و غربی) قرار گرفته‌اند. رژیم رطوبتی خاک زریک و رژیم حرارتی آن مزیک است. برای بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک و عملکرد و کیفیت درختان هلو تحت تاثیر جهت شیب، در دو باغ مجاور هم که در دو جهت شیب شرقی و غربی قرار گرفته‌اند، نمونه‌برداری خاک در ۶۸ نقطه به شکل تصادفی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری انجام شد. جهت تعیین پارامترهای کمی هلو، پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری، دو درختی که فاصله کمتری با نقاط نمونه‌برداری شده داشتند، انتخاب شده و نمونه‌برداری بصورت ترکیبی انجام گردید. لازم به ذکر است که همه درختان، رقم کاردی و هم‌سن بودند و تحت سیستم آبیاری قطره‌ای و مدیریت مشابهی قرار داشتند.
براساس اهداف مطالعه، تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل pH، EC، بافت خاک، درصد کربن‌آلی و کربنات کلسیم معادل، میزان پتاسیم، فسفر، آهن و روی قابل‌جذب خاک براساس روش‌های استاندارد تعیین گردید. همچنین تعداد میوه‌های درختان، عملکرد کل (وزن کل میوه‌های یک درخت) و میانگین وزن میوه اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

با توجه به وجود تقارن تغییرنماهای سطحی، تمامی متغیرها همسان‌گرد هستند. این واقعیت نمایان‌گر آن است که تغییرپذیری این متغیرها در جهات مختلف یکسان است. این موضوع نشان می‌دهد که تغییرات به فاصله‌ی بین نمونه‌ها بستگی داشته و بنابراین بیانگر این است که همسان‌گردی در داده‌ها در کل سطح منطقه مطالعه شده پایدار است.

جهت نمایش تغییرنمای متغیرهای مورد مطالعه با توجه به همسان‌گردی آن‌ها، تغییرنمای همه جهته ترسیم گردید. با توجه به تعداد زیاد پارامترهای مورد بررسی، برای برخی از آن‌ها تغییرنمای همه جهته در شکل ۱ نمایش داده شده است. از میان پارامترهای مورد بررسی، pH افق عمقی از مدل قطعه‌ای، پتاسیم قابل‌جذب خاک افق سطحی و درصد ذرات رس افق عمقی از مدل نمایی و سایر موارد از مدل کروی تبعیت کردند. قابل ذکر است که تمامی متغیرها بجز pH افق عمقی جزء مدل‌های سقف‌دار بوده و دارای ساختار مکانی می‌باشند.

آنالیز تغییرنماها نشان می‌دهد که دامنه‌ی تاثیر ویژگی‌های مختلف دارای تغییرپذیری است. دامنه‌ی تاثیر تغییرنماها از حدود ۱۱ متر برای EC تا ۲۶ متر برای درصد ذرات شن خاک سطحی، ۹ متر برای EC تا ۳۰ متر برای درصد کربنات کلسیم معادل خاک عمقی و ۱۴ متر برای میانگین وزن میوه‌ها تا ۲۰ متر برای تعداد میوه در نوسان می‌باشد. کم بودن دامنه‌ی تاثیر EC را می‌توان به عوامل مدیریتی (آبیاری، کوددهی و ...) نسبت داد. بدین ترتیب فاصله‌ای که پس از آن متغیر مورد مطالعه فاقد وابستگی مکانی است برای درصد ذرات شن افق سطحی، درصد کربنات کلسیم معادل افق عمقی و تعداد میوه حداکثر می‌باشد. به‌طور کلی دامنه‌ی تاثیر فاصله‌ای است که در ماورای آن نمونه‌ها بر هم تاثیری نداشته و آن‌ها را می‌توان مستقل از یک‌دیگر محسوب نمود. چنین فاصله‌ای حد همبستگی ویژگی موردنظر را مشخص ساخته و اطلاعاتی در رابطه با حد مجاز فاصله نمونه برداری ارائه می‌کند. بدیهی است که دامنه‌ی تاثیر بزرگ‌تر دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر دارد.

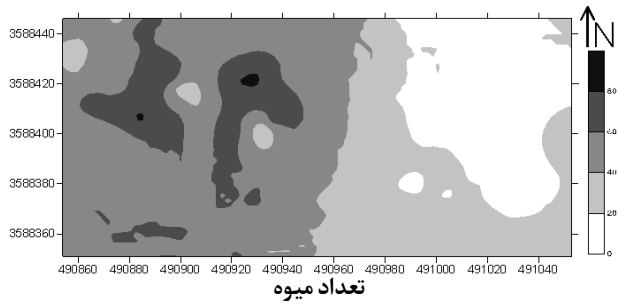


شکل ۱ - واریوگرام‌های تجربی به همراه مدل برازش داده شده

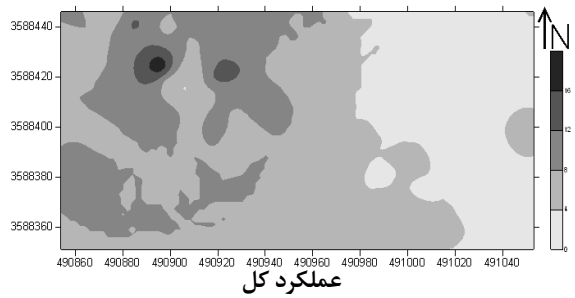
به منظور تعیین میزان همبستگی، نسبت و کلاس همبستگی برای متغیرهای مورد بررسی محاسبه شده است. تغییرنماهای برازش داده شده کلاس وابستگی مکانی متوسط تا قوی را برای کل ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک و میوه نشان دادند. درصد ذرات سیلت در هر دو عمق مورد مطالعه و از ویژگی‌های میوه، میانگین وزن میوه‌ها با توجه به نسبت همبستگی از وابستگی مکانی متوسط و سایر ویژگی‌ها از وابستگی مکانی قوی برخوردار بودند. شایان ذکر است که کوچک بودن مقدار نسبت همبستگی مکانی و

قرار گرفتن در کلاس همبستگی مکانی قوی در مورد عملکرد کل و تعداد میوه بیانگر وجود تغییرات مکانی قابل‌توجه محصول می‌باشد. کمبردلا و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که وابستگی مکانی قوی ممکن است بوسیله‌ی تغییرات ذاتی ویژگی‌های خاک کنترل گردد و وابستگی مکانی ضعیف‌تر ممکن است به وسیله‌ی تغییرات غیر ذاتی مانند کاربرد کود و شخم کنترل شود. از این رو، می‌توان بیان داشت تفاوت در تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و محصول به تاثیر فرایندهای خاک‌سازی و مدیریت اراضی در هر منطقه برمی‌گردد.

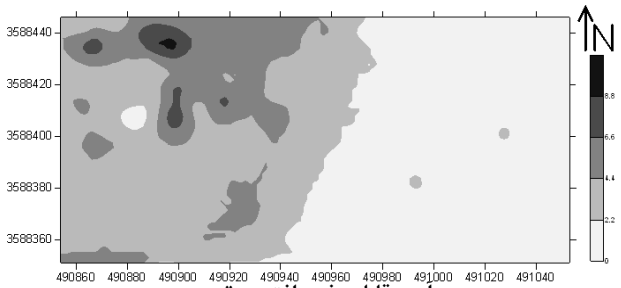
نقشه‌های حاصل از میان‌یابی کریجینگ برخی از ویژگی‌های خاک و میوه در شکل ۲ نشان داده شده است.



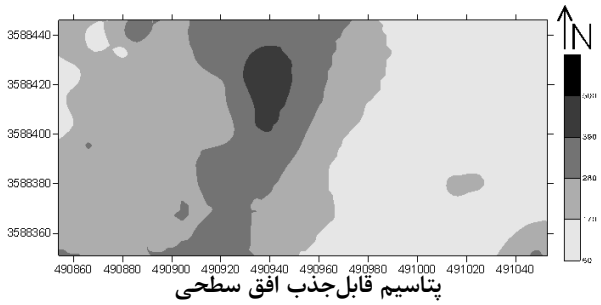
تعداد میوه



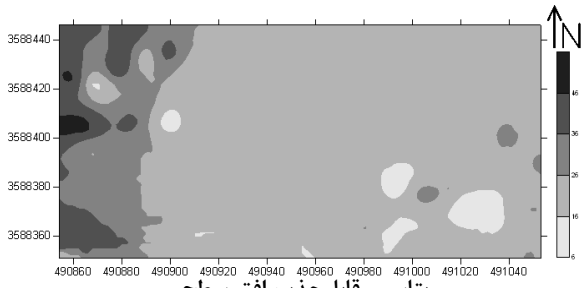
عملکرد کل



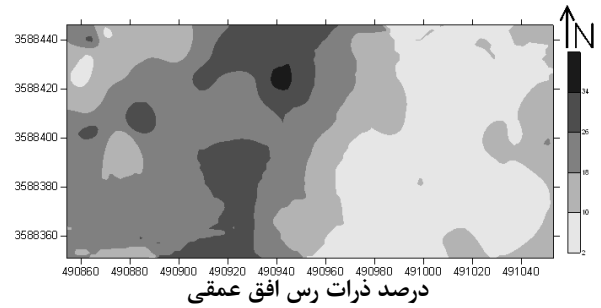
آهن قابل‌جذب افق عمقی



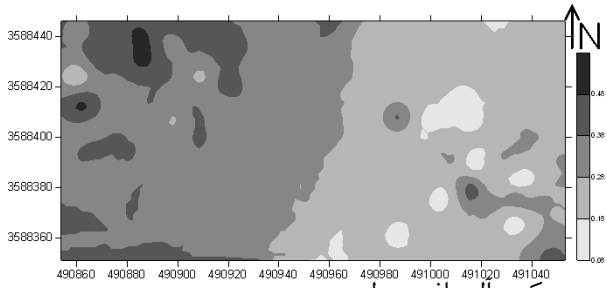
پتاسیم قابل‌جذب افق سطحی



پتاسیم قابل‌جذب افق سطحی



درصد ذرات رس افق عمقی



درصد کربن‌آلی افق سطحی

شکل ۲- نقشه‌های پراکنش مکانی

همان‌گونه که در نقشه‌های کریجینگ مشاهده می‌شود، توزیع تمامی متغیرها پیوسته و وابسته به موقعیت جغرافیایی مشاهدات می‌باشد. یکی از ویژگی‌های مهمی که در نقشه‌های مزبور مشاهده می‌شود، وابستگی مکانی توام و مشابه بعضی متغیرها با یک‌دیگر است. به‌طور مثال توزیع مکانی عملکرد درختان هلو دارای الگوی تقریبا مشابهی با درصد ذرات رس و کربن‌آلی، پتاسیم، فسفر و آهن قابل‌جذب در هر دو عمق مورد مطالعه است و عملکرد بیشتر درختان هلو در جهت شرقی، ناشی از مقادیر بیشتر درصد رس و کربن‌آلی، پتاسیم، فسفر و آهن قابل‌جذب خاک در این جهت می‌باشد، که این نتایج با نتایج حاصل از مقایسات میانگین در این منطقه هم‌خوانی دارد (کیوانی و همکاران، ۱۳۹۳). بر همین اساس می‌توان بیان داشت که عملکرد درختان هلو تحت‌تاثیر عوامل خاکی قرار دارد، به‌گونه‌ای که درختان شیب شرقی به دلیل برخورداربودن از کربن‌آلی و عناصرغذایی بیشتر و در نتیجه کیفیت بهتر خاک عملکرد بیشتری تولید کرده‌اند. نتایج این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که الگو و پراکنش مکانی متغیرهای خاک و محصول حتی در یک منطقه با مدیریت یکسان می‌تواند تفاوت داشته باشد. تغییرنما و پارامترهای مربوط به آن می‌تواند وسیله‌ای کارا برای طراحی شبکه‌های نمونه‌برداری و شناسایی نواحی مدیریتی در کشاورزی دقیق بکار رود، در واقع می‌توان جهت صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌های کشاورزی و حفظ محیط زیست با کمک گرفتن از تکنیک‌های زمین‌آماری کریجینگ و پهنه‌بندی کردن باغ‌ها و ایجاد نواحی مجزا شده، مدیریت موضعی (Local management) را پیشنهاد نمود، که در این زمینه مطالعات بیشتری نیز در رابطه با نقش کودهای NPK و آهن توصیه می‌گردد.

منابع

کیوانی، ن.، صالحی، م.ح.، محمدی، ج. و محمدخانی، ع. ۱۳۹۳. تاثیر جهت شیب بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت و کمیت هلو در منطقه سامان شهرکرد. دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران.

Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F. and Konopka A.E. ۱۹۹۴. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society of American Journal, ۵۸:۱۵۰۱- ۱۵۱۱.

Jiang, P. and Telen, K.D. ۲۰۰۴. Effect of soil and topographic properties on crop yield in a north- central cornsoybean cropping system. Agronomy Journal, ۹۶ : ۲۵۲-۲۵۸.

Ollinger, S.V., Smith, M.L., Martin, M.E., Hallett, R.A., Goodale, C.L. and Aber, J.D. ۲۰۰۲. Regional variation in foliar chemistry and N cycling among forests of diverse history and composition. Ecology ,۸۳ : ۳۳۹-۳۵۵.

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.

Abstract

Knowledge about the spatial variability of soil properties and crops and understanding their mutual relationships is necessary. To evaluate the effect of aspect on spatial variability of soil properties and peach yield in Saman region Shahrekord, totally ۶۸ samples from topsoil and subsoils (۰-۳۰ and ۳۰-۶۰ cm depths) were collected in eastern and western aspects. Sampling from two peach trees around the soil samples was also done. Then, physical and chemical soil properties and peaches were determined. The results indicated that surface soils in eastern aspect had higher amount of clay, organic carbon, plant available potassium, phosphorus and iron in comparison with western aspect. Peach yield was higher in eastern aspect than western one. Studying the effects of NPK and iron fertilizers on the peach yield in the orchards of the area is recommended.

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی توالی لس-پالئوسول در شهرستان ساری

بهزاد امیری [۱]، محمد امیر دلاور [۲]، آرمان نادری [۳]، پریسا علمداری [۲]
۱- دانشجوی ارشد علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۳- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
در تحقیق حاضر، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کانی شناسی خاکهای لس-پالئولسول شهرستان ساری بررسی شد. مقطع ساری از تناوب نهشته‌های لسی و خاکهای قدیمی تشکیل شده بود. در افق‌های لسی سطحی ایلیت و کلریت آهن‌دار و مقادیر ناچیز کانی‌های قابل انبساط وجود داشت. در افق‌های آرجیلیک مقادیر کلریت کاهش و در افق لسی بعدی مقدار آن افزایش یافته و نوع آن نیز به کلریت آلومینیوم‌دار تغییر کرد. به نوعی با افزایش تکامل خاک نوع کلریت از آهن‌دار به آلومینیوم‌دار تغییر کرده است و کلریت-ورمیکولیت نیز مشاهده شد ایلیت-اسمکتیت رو به پایین به حداکثر میزان خود رسید. نتایج نشان از تکامل افق‌های آرجیلیک نسبت به افق لسی بوده و شرایط هوازدگی شدیدی در هنگام تشکیل این افق‌ها وجود داشته است.
واژه های کلیدی: آرجیلیک، پارینه خاک، کلریت

مقدمه
برخی از مناطق نادر بطور پیوسته دارای توالی‌های لس-پالئوسول هستند که سن آن‌ها به دوران پلیوستوسن برمی‌گردد (Markovic et al., ۲۰۱۱). کانی‌شناسی بخش رس خاکهای قدیمی اطلاعاتی از تغییرات اقلیمی کواترنر و شرایط محیطی گذشته ارائه می‌دهد. زیرا گذشت زمان و اقلیم‌های متفاوت موجب تغییر در کانی‌های رسی می‌شود . Jeong et al. (۲۰۱۱) در مطالعه ویژگی‌های خاک‌ها در مقطعی از توالی لس-پالئوسول با شرایط اقلیمی متفاوت در فلات‌های چین گزارش کردند که مقدار کانی‌های انبساط‌پذیر به‌دلیل هوازدگی بیوتیت، کلریت و ایلیت با عمق افزایش یافته، اما کائولینیت تغییر چندانی ندارد و میکاها با عمق تغییرات کافی داشت. Eze and Meadows (۲۰۱۴) در بررسی توالی‌های لس-پالئوسول در جنوب آفریقا تفاوت‌های قابل‌توجهی در ویژگی‌های کانی‌شناسی پالئوسول و رسوبات لسی نهشته شده مشاهده کردند. خاکهای پالئوسول با سن میوسن دارای کانی‌های هالوسیت، کلریت، میکا، مسکوویت و کائولینیت در ترکیب کانی‌شناسی بخش رس بود که منابع رس آن‌ها می‌تواند پدوژنی بوده و یا از مواد مادری انتقالی باشد.

مواد و روش‌ها
در این پژوهش مقطع عرضی در شهرستان ساری با مختصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه ۳۴ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۹دقیقه و ۶۵ ثانیه در کنار جاده ساری-گرگان واقع در کنار روستای چاله‌پوراز از توابع نکا روی تپه‌های لسی مطالعه شد. ویژگی‌های مورفولوژیکی از قبیل رنگ خاک، ساختمان، تجمع آهک، رس و مواد آلی، ماتل‌ها ترانشه‌های مورد نظر مطابق با روش استاندارد (Schoeneberge et al., ۲۰۱۲) ثبت و نمونه‌های خاک دست‌خورده و دست‌نخورده جمع‌آوری گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر، pH، کربنات‌کلسیم معادل (Nelson, ۱۹۸۲)، کربن آلی (Jackson, ۲۰۰۵) در خاک اندازه‌گیری شد. نمونه‌های رس خاك پس از آماده‌سازی (Kittrick and Hope, ۱۹۶۳) توسط دستگاه اشعه ایکس پراش پرتوایکس مدل بروکر D_8 در دانشگاه زنجان مطالعه شد. تیمارهای منیزیم، منیزیم و بخار اتیلن گلیکول، پتاسیم در دماهای ۲۵، ۳۵۰ و ۵۵۰ درجه سلسیوس و تیمار تکمیلی اسیدکلریدریک به نمونه‌های رس اعمال شد.

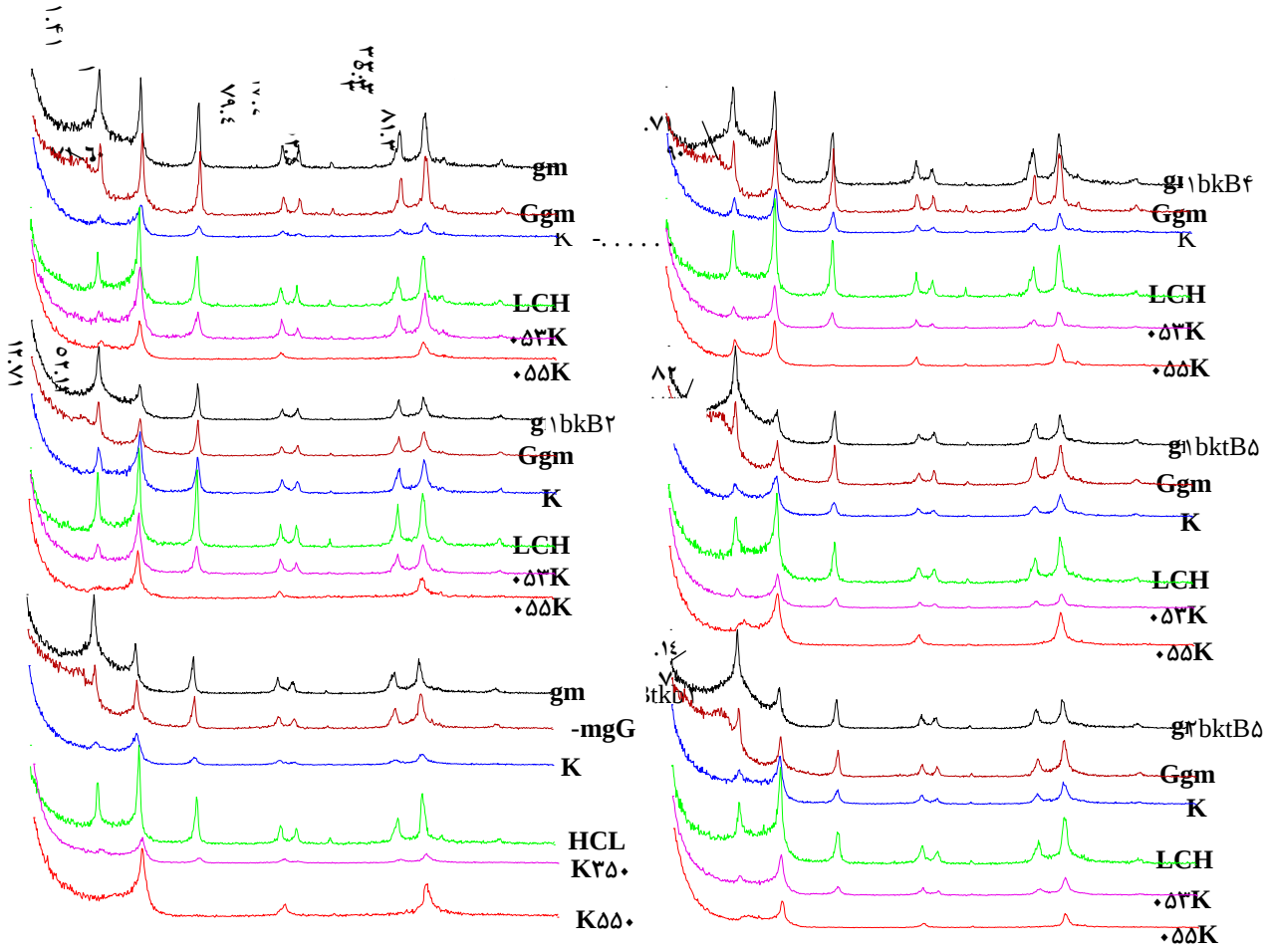
نتایج و بحث
بطور کلی مقطع ساری از تناوب دو بخش اساسی شامل رسوبات جدید یا نهشته‌های لسی زرد رنگ و افق‌های قرمز و قهوه‌ای رنگ است. افق های تجمع رس دارای بافت‌های رسی با ساختمان مکعبی زاویه دار متوسط تا درشت قوی و استحکام هستند. اما در افق‌ها لسی بافت سبکتر با ساختمان ضعیف وجود دارد که برخلاف افق‌های رسی جوشش بالایی با اسید کلریدریک دارند. رنگ افق‌های لسی حدودا ۱۰YR ۸/۳ است که در افق‌های رسی قرمز تر شده و به ۵YR ۵/۶ و ۲.۵YR ۴/۶ می‌رسد (جدول ۱). نتایج کانی‌شناسی مقطع ساری در افق C نشان داد که ایلیت و کلریت آهن‌دار در این افق وجود دارد حضور آستانه ۱۴ انگستروم و ۱۰ انگستروم بعد از اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس بیان‌گر حضور کلریت اولیه با منشا ارثی است (شکل ۱). در افق‌های کائولینیت نیز در تمام افق‌ها مشاهده می‌شود. وجود آستانه ۱۷ انگستروم در تیمار اتیلن‌گلیکول نشان‌دهنده کانی‌های قابل انبساط اسمکتیت است هرچند که میزان آن بسیار کم است. یک احتمال دیگر این است که ورقه‌های کلریت بخاطر هوازدگی از بین رفته باشد و با نفوذ بخار اتیلن‌گلیکول منجر به انبساط کلریت شده باشد. افزایش آستانه ۱۰ انگستروم و کاهش ۱۴ انگستروم وجود کانی ورمیکولیت را نشان می‌دهد. تغییرات جزئی در این روند به سوی افق‌های زیرین رخ داد. در افق ۲Btkb۱ مقادیر کلریت به حد ناچیزی رسید و در افق بعدی ۲Bkb۳ به یک‌باره مقدار آن افزایش یافت و نوع آن نیز به کلریت آهن‌دار تغییر یافت. مشابه همین اتفاق

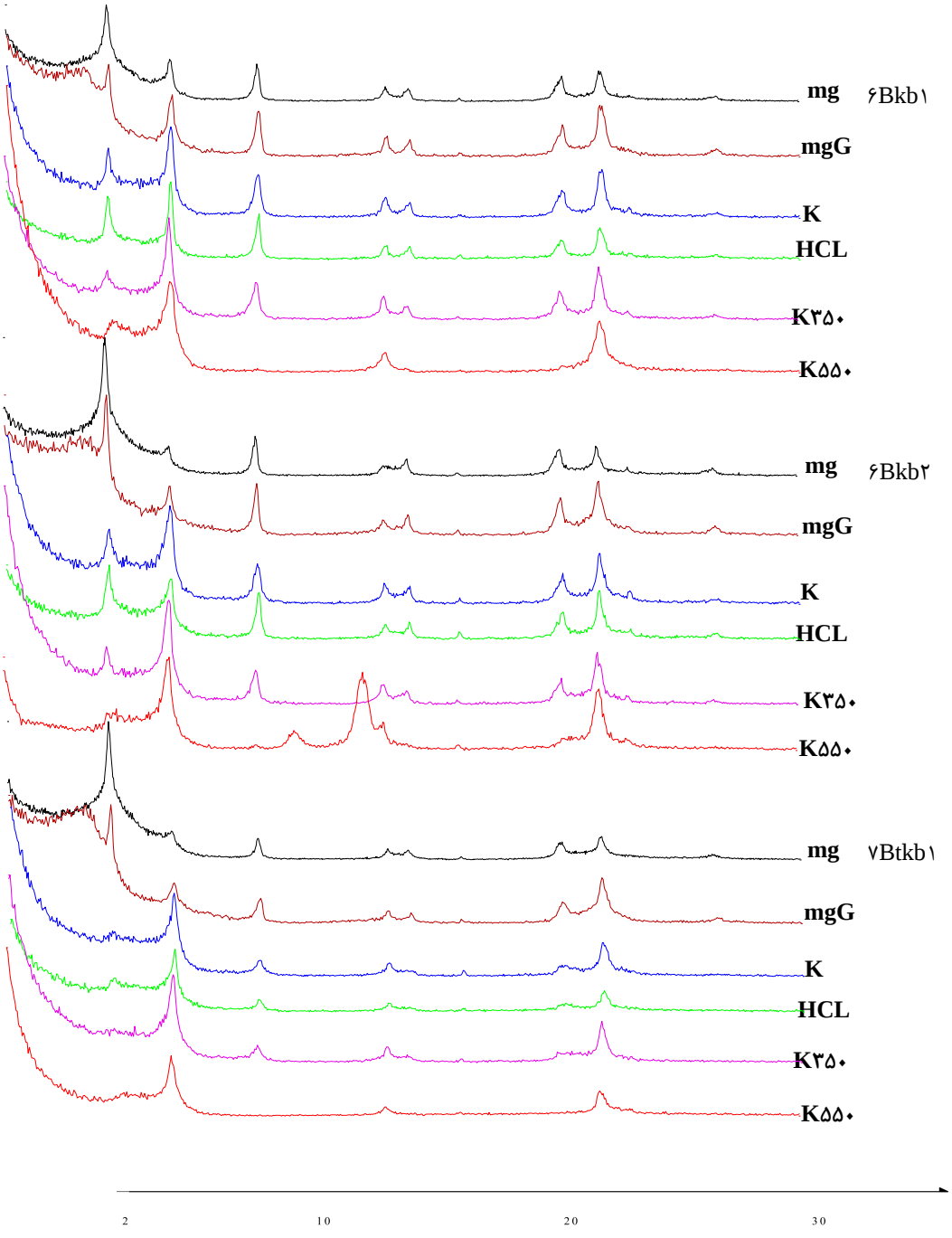
در افق ۶Bkb۲ نیز رخ داد. حضور آستانه ۷ و کاهش جزئی رده‌های فرد این کانی موید این تغییر است. به طور عمومی شدت آستانه‌های زوج کانی کلریت با افزایش عمق نسبت به آستانه‌های فرد افزایش شدت داشته است. این بیان‌گر کاهش مقدار آهن در کلریت است. به نوعی با افزایش تکامل خاک نوع کلریت از آهن‌دار به آلومینیوم‌دار تغییر کرده است. میزان کانی اسمکتیت (قابل انبساط) با توجه به آستانه ۱۷، در افق ۷Btkb۱ به بیشترین مقدار خود رسید. ایلیت-اسمکتیت نیز در افق‌های ۲Btkb۲ به مقدار خیلی ناچیز وجود دارد و رو به پایین در افق ۲Btkb۴ به حداکثر میزان خود می‌رسد. Perederij (۲۰۰۱) حضور کانی‌های اسمکتیت، کانی‌های مخلوط و کائولینیت را نشان‌گر اقلیم گرم‌ومرطوب و فعال بودن فرآیندهای خاک‌زا نسبت به دوره‌های سرد و خشک رسوب‌گذاری لس همراه با فراوانی کانی‌های هیدرومیکا در منطقه اوکراین بیان کرد. پایداری بخشی از قلة ۱۴ آنگستروم در حالی که شدت قلة در دمای بالا و پیدایش قلة ۷/۴ آنگستروم در تیمار با منیزیم دلیلی بر حضور کلریت در نمونه است، ولی کاهش شدت آستانه ۴/۱۴ در تیمار ۵۵۰ درجه سلسیوس و پیدایش آستانه ۱۲ در این تیمار وجود کانی مختلط نامنظم کلریت-ورمیکولیت است (Graham et al., ۱۹۹۰).

جدول (۱) برخی خصوصیات مورفولوژیکی و نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

Horizon	Depth (cm)	Structure	Clay coating	Color (Dry)	texture	pH	%CaCO۳	%OC
C	۰-۱۵۱	SG	-	۱۰YR ۸/۳	LS	۷.۹	۲۳.۸۷	۰.۱۴
۲Bkb۱	۱۵۱-۱۸۴	۱CABK	-	۱۰YR ۷/۴	SL	۷.۹	۱۱.۲۵	۰.۱۴
۲Bkb۲	۱۸۴-۲۰۸	۲MABK	-	۱۰YR ۶/۴	SL	۷.۶	۱۲.۵	۰.۱۴
۳Btkb۱	۲۰۸-۲۴۱	۳MABK	VFC-PBP	۷.۵YR ۶/۶	SiC	۷.۹	۷.۵	۰.۲۳
۴Bkb۱	۲۴۱-۲۷۷	۱MABK	-	۱۰YR ۸/۳	SiL	۸	۴۸	۰.۱۲
۴Bkb۲	۲۷۷-۳۳۵	۱MABK	-	۱۰YR ۸/۳	SiL	۸	۴۵.۳۷	۰.۱۷
۴Bkb۳	۳۳۵-۳۶۴	۲MABK	-	۱۰YR ۶/۴	SiCL	۷.۸	۳۴.۱۲	۰.۱۴
۵Btkb۱	۳۶۴-۳۹۳	۲MABK	CDCPCP	۷.۵YR ۵/۶	C	۷.۸	۱۶.۷۵	۰.۱۲
۵Btkb۲	۳۹۳-۴۳۵	۳MABK	CDCPCP	۷.۵YR ۴/۶	C	۷.۵	۳۳.۵	۰.۱۴
۶Bkb۱	۴۳۵-۴۷۷	۱CABK	-	۱۰YR ۸/۳	SiCL	۷.۴	۴۶.۲۵	۰.۱۷
۶Bkb۲	۴۷۷-۵۲۰	۲FABK	-	۱۰YR ۷/۳	SiCL	۷.۴	۳۱.۵	۰.۱۴
۷Btkb۱	۵۲۰-۵۹۰	۳CABK	MDCPCP	۵YR ۵/۶	C	۷.۴	۱۵.۳۷	۰.۱۷
۷Btkb۲	۵۹۰<	۲CABK	-	۲.۵YR ۴/۶	C	۷.۷	۱۲.۳۷	۰.۱۲

Structure: (۱=Weak, ۲=Moderate, ۳= Strong), (F=fine, M=medium, C= coarse, GR=granular, ABK=angular blocky, SG=single grain); Concentration: CAN= carbonate nodule, FDC= finely disseminated carbonate, CAM= carbonate massy; clay coating : V=very few, C=common, M=many), (F=faint, D=distinct), (C=continuous), (P=Pedface), (B=broken, C=continues), (P=platy); texture: C=clay, L=loam, S= sand, Si=silt


gm
Ggm
K
LCH
۰۵۳K
۰۵۵K
g۱bkB۲
Ggm
K
LCH
۰۵۳K
۰۵۵K
gm
-mgG
K
HCL
K۳۵۰
K۵۵۰
g۱bkB۴
Ggm
K
LCH
۰۵۳K
۰۵۵K
g۱bktB۵
Ggm
K
LCH
۰۵۳K
۰۵۵K
g۲bktB۵
Ggm
K
LCH
۰۵۳K
۰۵۵K



شکل (۱) پراش‌نگاشت‌های اشعه ایکس مربوط به بخش رس نیمرخ ساری

منابع

Bourne W.C. and Whiteside E.P. ۱۹۶۲. A study of the morphology and pedogenesis of a medial chernozem developed in loess. Soil Science Society of America Journal, ۲۶(۵): ۴۸۴-۴۹۰.

Chapman H.D. ۱۹۶۵. Cation exchange capacity. In: Black, C. A. (ed.). Methods of Soil Analysis, part ۲. American Society of Agronomy, Madison. Pp. ۸۹۱-۹۰۱.

Eze P.N. and Meadows M.E. ۲۰۱۴. Mineralogy and micromorphology of a late Neogene paleosol sequence at Langebaanweg, South Africa. Inference of paleoclimates, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, ۴۰۹: ۲۰۵-۲۱۶.

Graham R.C., Diallo M.M. and Lund L.J. ۱۹۹۰. Soils and mineral weathering on phyllite colluvium and serpentinite in northwestern California. Soil Science Society of America Journal, ۵۴(۶): ۱۶۸۲-۱۶۹۰.

Jackson M.L. and Barak P. ۲۰۰۵. Soil chemical analysis: advanced course. UW-Madison Libraries Parallel Press.

Jeong G.Y., Hillier S. and Kemp R.A. ۲۰۱۱. Changes in mineralogy of loess-paleosol sections across the Chinese Loess Plateau. Quaternary Research, ۷۵(۱): ۲۴۵-۲۵۵.

Kittrick J.A. and Hope E.W. ۱۹۶۳. A procedure for the particle size separation of soils for X-ray diffraction Analysis. Soil Science, ۹۶: ۳۱۲-۳۲۵.

Markovic S.B., Hambach U., Stevens T., Kukla G.J., Heller F., McCoy W.D. and Z ller L. ۲۰۱۱. The last million years recorded at the Stari Slankamen Northern Serbia loess-palaeosol sequence: revised chronostratigraphy and long-term environmental trends. Quaternary Science Reviews, ۳۰(۹): ۱۱۴۲-۱۱۵۴.

Nelson, D.W., and Sommers, L.E. ۱۹۸۲. Total Carbon, Organic Carbon and Organic. MatterIn: Page, A.L, et al (Eds), Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and microbiological properties, ۲nd ed., Agronomy Monograph. No: ۹. ASA and SSSA. Madison, Wisconsin, USA, Pp. ۵۳۹-۵۷۷.

Perederij V.I. ۲۰۰۱. Clay mineral composition and palaeoclimatic interpretation of the Pleistocene deposits of Ukraine. Quaternary International, ۷۶: ۱۱۳-۱۲۱.

Schoeneberger P.J.D.A., Wysocki E.C., Benham and Broderson W.D. ۲۰۱۲. Field book for describing and sampling soils, Version ۳.۰ Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, Pp. ۲۲۸.

Abstract

In this study, physicochemical and mineralogy characterizes of soils Loess-paleosol in Sari were investigated. Sari profile was contained of sequences of loess and paleosol horizons. Illite, iron rich chlorite and trace amounts of expandable minerals distinguished in surface loess horizons. The chlorite increased in argillic and reduced in the next loess horizon, the type of iron chlorite was also changed to aluminum form and illite-chlorite distinguished. To an increasing development of iron aluminum chlorite type of soil has changed and chlorite-vermiculite was observed. Smectite next argillic as well as the highest value reached in the horizon. Illite-smectite downward reached its maximum. The results showed argillic horizons was more developed than loess horizons and severe weathering conditions existed during the formation of these horizons there.

مقایسه سه روش محدودیت ساده، پارامتریک و کاربرد مدل Almagra در تعیین تناسب اراضی برای کشت چغندرقند در منطقه گیان

فروغ کیانی [۱]، سهیلا سادات هاشمی [۲]
۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه ملایر،۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه ملایر

چکیده
اطلاعات خاکشناسی براساس مطالعه ۸ پروفیل در اراضی دشت گیان، واقع در جنوب شهرستان نهاوند، نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیمی برای کشت آبی چغندرقند مناسب بوده و محدودیت اقلیمی ندارد. هدف از این تحقیق مقایسه سه روش محدودیت ساده، پارامتریک و استفاده از مدل Almagra می‌باشد. در روش محدودیت ساده و پارامتریک (ریشه دوم) خاک‌ها از تناسب خوب (S۱) تا بحرانی(S۳) برخوردار بودند، اما در مدل Almagra خاک‌ها تناسب خوب (S۲) تا متوسط (S۳) داشتند، بجز پروفیل ۵ که طبق این مدل برای کشت چغندرقند نامناسب بود. محدودیت‌های خاکی در منطقه، مربوط به بافت خاک، سنگریزه و اسیدیته خاک است. از آنجا که روش پارامتریک (ریشه دوم) مشخصات بیشتری از زمین را در نظر می‌گیرد و همچنین با توجه به عملکرد زارعین در منطقه، نتایج این روش به واقعیت نزدیکتر و قابل اعتمادتر است.

واژگان کلیدی: محدودیت ساده، پارامتریک، Almagra، چغندرقند، گیان

مقدمه
در کشور ما به دلیل رشد روزافزون جمعیت و توسعه شهرها از امکان گسترش سطح زیر کشت به مرور زمان کاسته می‌شود و در نتیجه نیاز بسیار شدیدی به استفاده بهینه از اراضی موجود احساس می‌شود. یکی از راه‌های افزایش تولید در واحد سطح و یا به عبارت دیگر استفاده بهینه از اراضی، شناسایی ظرفیت تولید هر زمین و انتخاب کاربری متناسب با ظرفیت تولید آن است. بنابراین شناخت ظرفیت تولید اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین نوع کاربری از اهمیت خاصی برخوردار است که در این راستا مهم‌ترین راه‌کار، ارزیابی تناسب اراضی می‌باشد (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). علاوه بر روش‌های مختلف کیفی و کمی تناسب اراضی فائو (تعداد و شدت محدودیت‌ها، محدودیت ساده و پارامتریک)، که به صورت دستی انجام می‌گیرد، در سال‌های اخیر نرم‌افزارهای تخصصی متعددی برای اهداف ارزیابی اراضی طراحی شده‌اند که وجه اشتراک تمامی آن‌ها ایجاد محیطی برای الگوسازی و مدل کردن روش‌های ارزیابی است (پاکپور ربطی و همکاران، ۱۳۹۰). مدل‌ها در ارزیابی اراضی، به عنوان فرم ساده شده از واقعیت بوده و در قالب برنامه‌های کامپیوتری، تناسب اراضی را برای محصولات انتخابی در واحدهای مختلف، با استفاده از ویژگی‌های اراضی تعیین می‌کنند (دلاروزا و همکاران، ۱۹۹۲). سیستم میکرولیز در سال ۱۹۹۰، بر مبنای سیستم اروپایی و مدیترانه‌ای، تحت نظر کشورهای اتحادیه اروپا برنامه‌نویسی شده و در سال‌های اخیر به عنوان یک ابزار مفید برای تصمیم‌گیری در دامنه وسیعی بکار رفته است (دلاروزا و همکاران، ۲۰۰۴). مدل Almagra یکی از مدل‌های سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز، براساس نیازهای بیوفیزیکی محصولات کشاورزی، واحدهای اراضی را برای تیپ‌های بهره‌وری که نیازهای مختلف آن‌ها در بانک اطلاعات نرم‌افزار ذخیره شده است در ۵ کلاس تناسب، S۱ تا S۵ درجه‌بندی می‌کند. در این مدل ویژگی‌های اراضی به صورت کدهایی وارد شده و براساس مقایسه به روش محدودیت ساده، کلاس تناسب تعیین می‌گردد (دلاروزا و همکاران، ۱۹۹۲). در این تحقیق ارزیابی کیفی تناسب اراضی را به روش‌های محدودیت ساده، پارامتریک و Almagra برای کشت چغندرقند مورد بررسی قرار داده‌ایم. چغندرقند از گیاهان مناطق معتدله است که با محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی و خاک سازگار بوده و در برابر تنش‌های محیطی، گیاهی مقاوم و سرسخت می‌باشد (واندر کوی، ۱۹۷۶). لذا استفاده از این محصول در تناوب زراعی می‌تواند به روند اصلاح اراضی منطقه کمک نماید.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در شهر گیان واقع در جنوب شهرستان نهاوند قرار دارد. موقعیت جغرافیایی گیان بر روی نقشه ایران به صورت ۳۴ ° ۱۱ ′ ۵ "N و ۴۸ ° ۱۴ ′ ۵۶" E می‌باشد و دارای ۱۵۶۳ متر ارتفاع از سطح دریاست. اراضی این منطقه از نظر ژئومورفولوژی در دشت دامنه‌ای و مخروط‌افکنه رسوب واریزه‌ای قرار می‌گیرند. منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد. برای تعیین تناسب اراضی، ابتدا اطلاعات مربوط به مشخصات اراضی جمع‌آوری شد. از طریق مطالعات صحرایی در منطقه مورد نظر و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام شده در آزمایشگاه، مشخصات اراضی مؤثر بر عملکرد چغندرقند شامل بافت و ساختمان خاک، درصد گچ و آهک، زهکشی، عمق خاک، شیب، پستی و بلندی، سیلگیری، شوری و قلیائیت در خاکهای مورد مطالعه اندازه‌گیری و محاسبه شدند. به علاوه مطالعه مشخصات اقلیمی (درجه حرارت، تابش نور خورشید، میزان بارندگی، رطوبت نسبی و طول و عرض جغرافیایی ایستگاه هواشناسی) که شامل انتخاب خواص اقلیمی مؤثر بر رفتار نوع کاربری اراضی مورد نظر می‌باشد به طور جداگانه صورت می‌گیرد (سایس و همکاران، ۱۹۹۱). همچنین محدوده زمانی مراحل رشد چغندرقند براساس عرف محلی

تعیین گردید. در مرحله بعد ارزیابی کیفی تناسب اراضی با توجه به مشخصات اراضی مورد مطالعه با در نظر گرفتن نیازهای نوع کاربری، کلاس تناسب کیفی اراضی برای آن نوع استفاده براساس روش محدودیت ساده و روش پارامتریک تعیین می‌شود (سایس و همکاران، ۱۹۹۱). که روش‌های مذکور به شرح زیر می‌باشند:

روش محدودیت حداکثر یا ساده:

در این روش محدود کننده‌ترین مشخصه زمین برای رشد گیاه مورد نظر تعیین کننده کلاس زمین خواهد بود. مشخصات اقلیمی منطقه مورد مطالعه با نیازهای اقلیمی محصول مورد نظر مقایسه و در آخر کلاس زمین در رابطه با هر یک از متغیرهای اقلیمی به‌دست می‌آید. پایین‌ترین کلاس اراضی که از این طریق به‌دست می‌آید به‌عنوان کلاس حاصله از اثر اقلیم در نظر گرفته شده و متغیرهای مربوط به زمین‌نما و خاک نیز کلاس دیگری را به‌وجود می‌آورد. از بین این دو کلاس، کلاس پایین‌تر به‌عنوان کلاس نهایی کل زمین منظور می‌شود.

روش پارامتریک:

در روش پارامتریک یک درجه کمی به هر مشخصه زمین اختصاص می‌یابد. اگر مشخصه‌ای برای گیاه مورد نظر کاملاً مطلوب باشد، حداکثر درجه (۱۰۰) و اگر دارای محدودیت باشد درجه کمتری با توجه به محدودیتی که دارد (بین صفر تا ۱۰۰) به آن اختصاص داده می‌شود. در این روش مشخصات اراضی با نیازهای گیاهی چغندرقند که توسط سایس و همکاران (۱۹۹۳) گردآوری شده است تطبیق و طبقه بندی تناسب اراضی برای کاشت چغندرقند انجام گردید. در این روش ابتدا مطابق جدول نیازهای اقلیمی چغندرقند، ارزیابی اقلیم صورت گرفت و سپس شاخص‌های اقلیم و زمین با استفاده از درجه‌های اختصاص داده شده به هر مشخصه اراضی یا اقلیمی به دو روش استوری و ریشه دوم محاسبه گردید (روابط ۱ و ۲).

روش استوری

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots$$

روش ریشه دوم

$$I = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \dots}$$

در این روابط، A، B و C و ...، درجات تناسب اختصاص داده شده به هریک از مشخصه‌های زمین و Rmin، در جه تناسب حداقل است.

مدل Almagra:

اراضی قابل کشت با این مدل مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مدل با استفاده از اطلاعات مربوط به وجود لایه محدودکننده، عمق خاک ، درصد ذرات درشت‌تر از شن، بافت خاک، زهکشی، درصد کربنات کلسیم معادل، شوری، سدیمی بودن و توسعه پروفیل، تناسب اراضی خاکهای مورد مطالعه برای کشت چغندرقند مشخص گردید.

نتایج و بحث

ابتدا ارزیابی اقلیم برای کشت چغندرقند با توجه به داده‌های اقلیمی منطقه انجام گرفت (جدول ۱). نتایج مطالعات نشان داد که منطقه گیان برای کاشت چغندرقند دیم نامناسب است زیرا دوره رشد این محصول (اوایل فروردین تا نیمه دوم مهرماه) خارج از دوره رشد منطقه می‌باشد و می‌بایست آبیاری صورت گیرد، اما در این منطقه برای کاشت چغندرقند آبی محدودیت اقلیمی وجود ندارد و کلاس تناسب اقلیم S۱ بود.

جدول ۱- تعیین کلاس و درجه محدودیت عوامل اقلیمی برای چغندرقند

مشخصات اقلیمی در طول فصل رشد	اطلاعات اقلیمی منطقه	روش محدودیت ساده	روش پارامتریک
طول فصل رشد (روز)	>۲۰۰	S_1	۱۰۰
حداقل دمای مطلق (در مراحل اول رشد) (c)	-۶۳/۵	S_1	۷/۸۸
میانگین دمای حداقل در سردترین ماه (c)	۳/۱۵	S_1	۳/۹۸
میانگین دمای حداکثر در سردترین ماه (c)	۸/۳	S_1	۵/۹۵
کلاس اقلیم		S_1	S_1

نتایج بدست آمده با نتایج سروری (۱۳۷۷) در دشت قزوین، سهرابی و همکاران (۱۳۸۲) در خوزستان و همچنین فرجنیا (۱۳۸۶) در یکانات مرند، که نیاز به آبیاری تکمیلی است، همخوانی دارد. در روش محدودیت ساده، خاکهای مربوط به سه پروفیل ۱،۲و ۶ تناسب خوبی داشته و در کلاس S۱ قرار گرفتند، مابقی پروفیل‌ها در کلاس S۲ و S۳ قرار گرفتند. در روش پارامتریک، روش استوری به دلیل ضرب درجات تناسب محدودیت بیشتری نسبت به ریشه دوم نشان می‌دهد. به طوری که در روش استوری خاکهای مربوط به پروفیل ۵ و ۸ برای کشت چغندرقند نامناسب هستند و بقیه پروفیل‌ها تناسب متوسط تا بحرانی دارند. اما در روش ریشه دوم پروفیل‌های ۱و ۶ در کلاس مناسب، پروفیل‌های ۲،۳و ۴ دارای تناسب متوسط و پروفیل‌های ۵،۷و ۸ تناسب بحرانی دارند (جدول ۳). در نتایج مدل Almagra خاک مربوط به پروفیل ۵ از نظر تناسب برای چغندرقند نامناسب و بقیه پروفیل‌ها تناسب خوب و متوسطی

داشتند، طبق این مدل مهمترین عامل محدودیت، خاک است (جدول ۲). تحقیقات سهرابی و چگینی (۱۳۹۰) نشان داد که در خرم‌آباد عوامل محدود کننده شامل کربنات کلسیم، پستی و بلندی و سنگریزه بود که با نتایج ما تطابق دارد. شهبازی و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از مدل Almagra در اهر و بررسی گندم، ذرت، چغندرقند و سیب زمینی نشان دادند عمده محدودیت برای کشت این محصولات در این منطقه بافت است و در برخی موارد شوری، که با اعمال مدیریت صحیح و استفاده از آب آبیاری با کیفیت بالا می‌توان مشکل خاکهای شور را برطرف نمود. اگرچه مدل Almagra می‌تواند اطلاعات مفیدی در ارتباط با تناسب خاک بطور آسان و در مدت زمان کوتاهی نسبت به سایر روش‌ها، در اختیار کارشناسان کشاورزی و حتی کشاورزان قرار دهد، اما با توجه به اینکه در روش پارامتریک اثر متقابل پارامترهای خاکی و اقلیمی بررسی می‌شود، بنابراین تصور می‌رود نتایج این روش قابل اعتمادتر از سایر روش‌ها باشد.

جدول ۲- نتایج ارزیابی با استفاده از مدل Almagra

محصول	واحد اراضی	پروفیل ۱	پروفیل ۲	پروفیل ۳	پروفیل ۴	پروفیل ۵	پروفیل ۶	پروفیل ۷	پروفیل ۸
چغندرقند	عمق خاک(p)	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۱
	بافت خاک(t)	۲	۲	۳	۲	۵	۲	۳	۳
	زهکشی(d)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	کربنات(c)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	شوری(s)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
	اشباع سدیمی(a)	-	-	-	-	-	-	-	-
	توسعه پروفیل (g)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

ارزیابی نهایی تناسب اراضی به روش های محدودیت ساده و پارامتریک و با استفاده از مدل Almagra برای چغندرقند در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول۳- ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای چغندرقند

شماره پروفیل	روش محدودیت ساده	روش پارامتریک		Almagra
		استوری	ریشه دوم	
۱	S۱	S۱	S۲s	S۲t
۲	S۱	S۲s	S۲s	S۲t
۳	S۲sf	S۲s	S۳s	S۳t
۴	S۲s	S۲s	S۲s	S۲pt
۵	S۳s	S۳s	N۱	S۵t
۶	S۱	S۱	S۲f	S۲t
۷	S۲tsf	S۳t	S۳t	S۳t
۸	S۳s	S۳s	N۱	S۳t

نتایج این تحقیق نشان داد که منطقه مورد مطالعه دارای استعداد بالقوه برای کشاورزی است، اما به لحاظ خاک دارای محدودیت‌های متعددی است، که مهمترین آن‌ها سنگریزه، پستی و بلندی و pH می‌باشد که باعث محدودیت رشد چغندرقند می‌شوند. با تسطیح اراضی و جمع‌آوری سنگریزه سطحی تا حدی می‌توان بر این محدودیت‌ها فائق آمد.

منابع

ایوبی، ش و جلالیان، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربری‌های کشاورزی و منابع طبیعی)، اصفهان، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ اول، ۳۹۶ ص.

پاکپور ربطی، ا؛ جعفرزاده، ع. ا؛ شهبازی، ف و عماری، پ. ۱۳۹۰. مقایسه مدل Almagra با روش پارامتریک ریشه دوم در ارزیابی اراضی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۶-۱۴ شهریور ماه. دانشگاه تبریز، تبریز.

سهرابی، ا؛ گیوی، ج؛ ملکوتی، م. ج؛ مسیح آبادی، م. ح. و سیدجلالی، س. ع. ر. ۱۳۸۲. محاسبه دوره رشد و تخمین تولید بیوماس چغندرقند به روش فائو در دشت سیلاخور لرستان. مجله چغندرقند، جلد ۱۹، شماره ۱.

سهرابی، ا. و چگینی، م. ع. ۱۳۹۰. مقایسه ارزیابی تناسب اراضی و پتانسیل تولید تابشی- حرارتی چغندرقند به روش فائو در اراضی دانشکده کشاورزی لرستان و دشت سیلاخور. مجله چغندرقند ۲۷(۲): ۱۹۶- ۱۸۵.

سروری، ع. ر. ۱۳۷۷. مطالعه ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات فاریاب دشت قزوین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.

فرجنیا، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل عملکرد چغندرقند در یکانات، مرند. مجله چغندرقند(۲۳)؛ صفحه ۴۵-۴۳.

De la Rosa, D., Moreno, J. A., Garcia, L. V., and Almorza. J. ۱۹۹۲. MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean Land Evaluation System. Soil Use and Management. ۸, pp: ۸۹-۹۶.

De la Rosa, D., Mayol, F., Diaz-Pereira, E., Fernandez, M., and De la Rosa, D. Jr. ۲۰۰۴. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agriculture soil protection with special reference to the Mediterranean region. Enviromental Modeling and Software. ۱۹, pp: ۹۲۹-۹۴۲.

Shahbazi, F., Jafarzadeh, A. A., Sarmadian, F., Neyshabouri, M. R., Oustan, Sh., Anaya Romero, M. and De la Rosa, D. ۲۰۰۹. Suitability of wheat, maize, sugar beet and potato using MicroLEIS DSS software in Ahar area, North-west of Iran. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. ۵, pp: ۵-۴۵.

Sys, C., Van Ranst, E,. and Debaveye. ۱۹۹۱b. Land evaluation. Part II: Methods in land evaluation. General Administration for Development Cooperation. Agric. Publ . No:۷. Brussels, Belgium , p: ۲۴۷.

Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. ۱۹۹۳. Land evaluation. Part III: Crop requirements. General Administration for Development Cooperation, Agric. Pub. No. ۷, Brussels, Belgium, p: ۱۹۹.

Vander Keuie, T. W. ۱۹۷۶. Manual for land suitability classification for agriculture. Part II. Guide line for soil survey administration. Wad Medani Min. Agric food and natural resources, sudan.

Abstract

The soil informations of Gyan plain, southern Nahavand city, base on study of ۸ pedon showed that the study area is suitable for Sugerbeet water cultivation from climate view, and don·t any have climate limitation. The purpose of this study is compar three methods of simple limitation, Parametric and Almagra model. The soils have high suitable (S۱) to critical suitable (S۳) in the simple limitation and Parametric methods, But thos have good to moderate suitable in Almagra model, except ۵ pedon, that is non suitable for Sugerbeet. The soil limitation in the area is related to soil texture, gravel and soil acidity. Since the Parametric method (root square) has the most land characteristic , and also due to farmer yield in the area, the results of this method is more reliable and closer to reality.

ارزیابی تغییرپذیری مکانی عناصر پرمصرف و برخی ویژگیهای خاک بر عملکرد گندم

علیداد کرمی
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

چکیده

تعیین مقادیر عناصر غذایی در نقاط مختلف مزرعه و مدیریت بهینه پارامترهای خاک منجر به افزایش تولید و حفظ منابع آب و خاک میشود. بدین منظور تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی پرمصرف در خاک و دانهٔ گندم، درصد اشباع (SP)، جرم ویژهٔ ظاهری، درصد اندازهٔ ذرات، pH، EC، T.N.V. و عملکرد گندم ارزیابی گردید. در این پژوهش به طور تصادفی و با پراکنش مناسب در ۳۶ نقطه از مزرعه ۴۰ هکتاری عملکرد گندم ارزیابی و نمونههای دانهٔ گندم و نمونههای خاک برای تجزیههای مختلف تهیه گردید. میانیابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روشهای کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدلهای خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیمتغییرنمای تجربی انجام شد. نتایج نشان داد: بین پارامترهای مختلف همبستگی منطقی خطی وجود داشت. عملکرد دانه گندم با میانگین ۴۹۲۰، از ۲۵۵۰ تا ۶۱۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیّر بود. بهترین مدل واریوگرامی عملکرد دانه و وزن هزار دانه مدل کروی بود. بهترین مدل برای P، T.N.V.، EC و K مدل کروی و برای pH مدل نمایی بود. بهترین روش میانیابی برای T.N.V. روش وزن دادن عکس فاصله، و برای pH، EC، و P خاک روش کریجینگ و برای K خاک با فاکتورهای کمکی کربن آلی خاک روش کوکریجینگ بود. مقادیر EC و K خاک از جنوب شرقی مزرعه به شمال غربی افزایش داشت. غلظت نیتروژن و فسفر دانه گندم از ساختار مکانی قوی و غلظت پتاسیم دانه از ساختار مکانی متوسط برخوردار بود. بهترین مدل نیمتغییرنما برای پتاسیم دانهٔ گندم با فاکتورهای کمکی کربن آلی و pH خاک مدل کروی و برای فاکتور کمکی درصد سیلت خاک مدل گوسی بود. بهترین روش میانیابی برای نیتروژن دانه، روش کریجینگ و برای فسفر و پتاسیم دانهٔ گندم روش وزن دادن عکس فاصله بود.

واژه های کلیدی: بافت خاک، پتاسیم، فسفر، کشاورزی دقیق، کربن آلی

مقدمه

تعیین و تامین نیاز غذایی واقعی محصول بر اساس ویژگیهای خاک موجب رشد مناسبتر محصول شده و در نهایت علاوه بر افزایش تولید محصول و حفظ محیط زیست از هدر دادن سرمایه جلوگیری نموده و پایداری تولید را افزایش میدهد. پژوهشهای زیادی در رابطه با تغییرات مکانی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک و برآورد آنها با استفاده از روشهای زمینآماری انجام شده است (Pérez-Rodriguez *et al.*, ۲۰۰۷). وابستگی مکانی قوی ویژگیهای خاک با فاکتورهای ذاتی مانند بافت و مینرالوژی کنترل میشود در حالی که وابستگی مکانی ضعیف با فاکتور خارجی مانند مدیریت زارع (کوددهی) کنترل میشود (Liu *et al.*, ۲۰۰۹).

ساختار مکانی کربن آلی خاک از چند متری (Kirwan *et al.*, ۲۰۰۵)، تا چند ده متری (Oake-Anti and Ogoe, ۲۰۰۶) و تا چند صد متری (Cerri *et al.*, ۲۰۰۴) گزارش شده است. تشخیص الگوی پراکنش مکانی از این لحاظ مهم است که میتواند به طور فزایندهای برای مدیریت منابع طبیعی (Wang *et al.*, ۲۰۰۹)، پیشبینی ویژگیهای خاک در نقاط نمونهبرداری نشده (Liu *et al.*, ۲۰۰۹) و برای بهبود طراحی شبکهٔ نمونهبرداری مطالعات اکولوژیکی-کشاورزی آینده (Rossi *et al.*, ۲۰۰۹) استفاده شود. با روشهای زمینآماری، ویژگیهای خاک سطحی، عناصر غذایی خاک (Newman *et al.*, ۱۹۹۷)، آبشویی نیترات (Ersahin, ۲۰۰۱) و توزیع ویژگیهای فیزیکی خاک (Sepaskhah *et al.*, ۲۰۰۵) برای برآورد تغییرات مکانی ویژگیهای خاک آنالیز گردیده است. تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی اصلی، مادهٔ آلی و مقدار رس در شالیزارهای کوچک نیز گزارش شده است (Moritsuka *et al.*, ۲۰۰۴).

مواد و روشها

برای ارزیابی تغییرپذیری مکانی پارامترهای خاکی و عملکرد دانهٔ گندم پژوهش در مزرعه تحقیقاتی و با مدیریت یکسان انجام گردید. بدین منظور، قطعه مزرعهای ۴۰ هکتاری که از یک سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت آبیاری میشد انتخاب گردید. بصورت تصادفی از ۳۶ نقطه مزرعهٔ مزبور نمونهبرداری خاک از لایهٔ ۳۰-۰ سانتیمتری تهیه و تجزیه و عملکرد گندم در سطح ۲ مترمربعی نیز اندازهگیری شد. از عمقهای ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری سطحی نمونه خاک دست نخورده تهیه و BD اندازهگیری شد. مقادیر کربن آلی، فسفر، پتاسیم، درصد اشباع، درصد اندازهٔ ذرات، EC، T.N.V. و pH خاک و مقادیر عناصر غذایی در دانه اندازهگیری شد. دادهها در محیط Excel درج و محاسبات آمار کلاسیک با نرمافزار SPSS و محاسبات زمینآماری با GS+ انجام گردید. از نرمافزارهای GS+، SPSS، Surfer، Excel، AGRO-MAP+ و Arc GIS برای محاسبات استفاده شد. میانیابی پارامترها در نقاط فاقد داده با روشهای کریجینگ، وزن دادن عکس فاصله و کوکریجینگ، و با برازش مدلهای خطی، نمایی، گوسی و کروی بر نیمتغییرنمای تجربی انجام شد. برای بیان خطای مطلق و ارزیابی برآوردها و انتخاب روش مناسب درونیابی از آمارههای میانگین اریب خطاها (*MBE*)، میانگین مطلق خطاها (*MAE*)، ریشهٔ دوم میانگین مربعات خطاها (*RMSE*) و واریانس اشتباه معیار (*MSDR*) استفاده گردید. در نهایت بر اساس بهترین مدل واریوگرامی و بهترین میانیاب تخمین ویژگیها در نقاط فاقد داده انجام شد و نقشههای مربوطه ترسیم و تجزیه و تحلیل لازم انجام شد.

نتایج و بحث

همبستگی قوی و مثبت بین عملکرد دانهٔ گندم و وزن هزار دانه مشاهده شد که در سطح یک درصد نیز معنیدار بود. بین وزن هزار دانهٔ گندم و میزان شوری خاک و میزان سیلت خاک نیز همبستگی منفی وجود داشت که در سطح ۵ درصد معنیدار بود. در ارزیابی پارامترهای خاکی نیز بین درصد اشباع خاک و پتاسیم، سیلت، و رس خاک همبستگی مثبت وجود داشت ولی بین درصد اشباع خاک و درصد شن، ماده آلی و T.N.V. خاک همبستگی منفی وجود داشت. کربن آلی خاک با مقادیر درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی، پتاسیم قابل جذب خاک، منگنز قابل جذب خاک و درصد سیلت خاک همبستگی مثبت ولی با T.N.V. خاک همبستگی منفی نشان داد.

پتاسیم قابل جذب خاک با مقادیر درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی و کربن آلی همبستگی مثبت ولی با وزن هزار دانهٔ گندم همبستگی منفی داشت. بین جرم ویژهٔ ظاهری در عمق ۱۵ و ۳۰ سانتیمتر همبستگی مثبت معنیدار وجود داشت.

نیتروژن دانه گندم با فسفر خاک همبستگی مثبت و با وزن هزار دانهٔ گندم همبستگی منفی داشت. فسفر دانه با درصد اشباع، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، درصد سیلت خاک و مقادیر پتاسیم دانه همبستگی مثبت داشت. پتاسیم دانه گندم نیز با درصد اشباع، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی، پتاسیم قابل جذب خاک، درصد سیلت خاک و مقادیر فسفر دانه همبستگی مثبت ولی با وزن هزار دانهٔ گندم همبستگی منفی داشت. آمار توصیفی عملکرد دانهٔ گندم اندازهگیری شده در نقاط تصادفی در مزرعه و وزن هزار دانه در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱- آمار توصیفی عملکرد دانهٔ گندم اندازهگیری شده در نقاط تصادفی در مزرعه

متغیّر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
عملکرد دانه گندم	کیلوگرم	۲۵۵۰	۶۱۵۰	۴۹۲۰	۸۴۳۷۴۴	-۴۹/۰	-۶۲/۰
وزن هزار دانه	گرم	۲۳	۴۳	۳/۳۶	۴/۲۶	-۹۳/۰	۲۴/۰

جدول ۲- مدلهای برازش داده شده بر نیمتغییرنمای تجربی و خلاصهای از اطلاعات زمیناماری عملکرد دانهٔ گندم و وزن هزاردانه

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
عملکرد دانه	کروی	۵۳۱۰۰۰	۱۲۹۳۰۰۰	۴۱/۰	۱۱۰۱	۸۲۰/۰	۱۸/۴×۱۰^{۱۰}
وزن هزار دانه	کروی	۳/۱	۶/۵۳	۰۲/۰	۹۹۲	۹۱۳/۰	۱۰۶

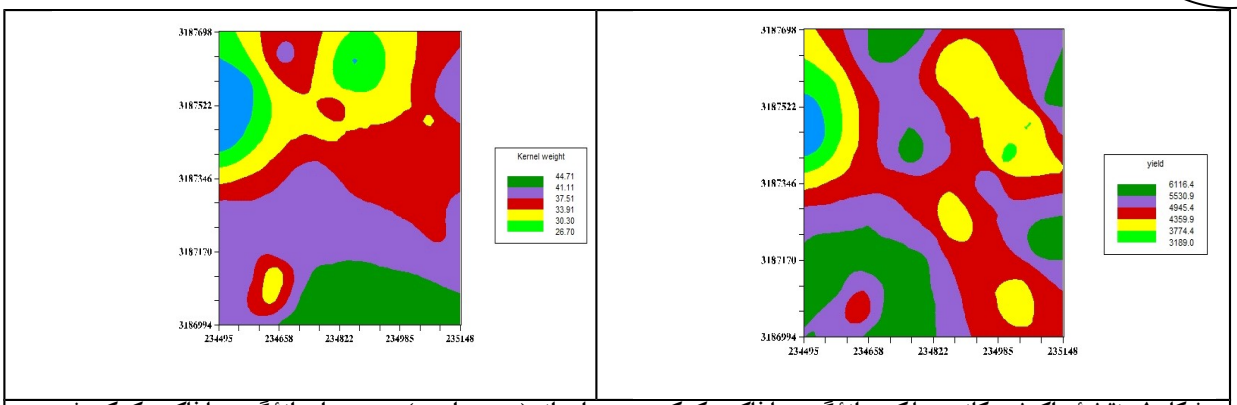
C.: واریانس قطعهای، C.+C: آستانه، $\frac{C_0}{C_0+C}$: نسبت همبستگی مکانی، A.: دامنهٔ تاثیر (متر)، R^2: ضریب تبیین و RSS: مجموع مربعات خطا.

در جدول ۲ مشاهده میشود که برای عملکرد دانهٔ و وزن هزار دانهٔ گندم بیشترین ضریب تبیین با مدل کروی حاصل شده که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین، کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را داشت.

جدول ۳- مدلهای برازش داده شده بر نیمتغییرنمای دوجانبه و خلاصهای از اطلاعات زمیناماری عملکرد دانهٔ گندم و وزن هزاردانه

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
*Y*Kw*	کروی	۳۳۰	۵۷۷۰	۵/۰	۱۱۰۱	۸۲۰/۰	۱۸/۴×۱۰^{۱۰}
*Kw*EC*	گوسی	-۰۰۱/۰	-۳۳۲/۰	۰۲/۰	۲۲۹	۹۶۱/۰	۹۵/۶×۱۰$^{-۳}$

برای عملکرد دانهٔ و وزن هزار دانهٔ گندم بیشترین ضریب تبیین به ترتیب با مدل کروی و مدل گوسی حاصل شد که علاوه بر بیشترین ضریب تبیین، کمترین مقدار مجموع مربعات خطا را داشت.



شکل ۱ - نقشهٔ پراکنش مکانی عملکرد دانهٔ گندم با فاکتور کمکی وزن هزار دانه (سمت راست) و وزن هزار دانهٔ گندم با فاکتور کمکی شوری (سمت چپ)

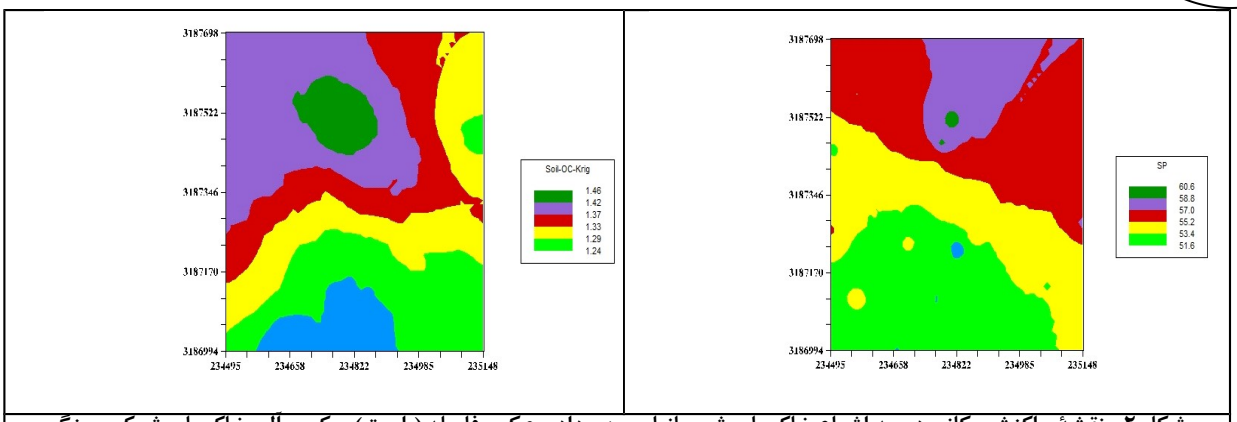
با توجه به نقشهٔ پراکنش مکانی عملکرد دانهٔ گندم مشاهده میشود که سطح وسیعی از مزرعه عملکرد پایین داشته که با مدیریت بهتر میتوان سطح تولید را به مقدار قابل ملاحظهای افزایش داد (شکل ۱)

جدول ۴ - مدلهای برازش داده شده بر نیمتغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمیناماری ویژگیهای خاک

فاکتور	مدل	C.	C.+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A.	R^2	RSS
SP	کروی	۸۲/۷×۱۰$^{-۴}$	۷۹/۳×۱۰$^{-۳}$	۲۰۶/۰	۴۹۱	۹۳۲/۰	۳۸/۴×۱۰$^{-۷}$
OC	نمایی	۰۱۴۲/۰	۰۲۸۵/۰	۴۹۸/۰	۴۳۲	۸۱۶/۰	۰۲/۱×۱۰$^{-۵}$
$BD_{۱۵}$	نمایی	۰۰۲۹/۰	۰۰۶۰/۰	۴۸۳/۰	۱۰۳۰	۸۸۵/۰	۰۶/۸×۱۰$^{-۸}$
$BD_{۳۰}$	نمایی	۰۰۳۶/۰	۰۰۷۳/۰	۴۹۳/۰	۱۲۰۵	۳۱۳/۰	۳/۱×۱۰$^{-۶}$
Sand	گوسی	۰۰۶/۰	۱۴۵۱/۰	۰۴۱/۰	۱۰۵۲	۹۱۲/۰	۷۲/۴×۱۰$^{-۵}$
Silt	کروی	۹۹/۱	۹۸۹/۹	۱۹۹/۰	۱۱۹۱	۹۰۴/۰	۶۳/۲
Clay	کروی	۲۶/۰	۵۱/۲۱	۰۱۲/۰	۹۲۵	۹۵۵/۰	۰۹/۷
pH	نمایی	۰۰۴۱/۰	۰۱۱۱/۰	۳۶۹/۰	۱۱۵	۷۲۵/۰	۳۶/۶×۱۰$^{-۶}$
EC	کروی	۰۰۹۳/۰	۰۴۳۴/۰	۲۱۴/۰	۱۳۲۸	۹۶۰/۰	۵۲/۱×۱۰$^{-۵}$
T.N.V	کروی	۷۰۰/۱	۰۹۸/۹	۱۸۷/۰	۵۱۷	۹۱۱/۰	۰۷/۷
P	کروی	۰۰۰۱/۰	۲۱۲۲/۰	۰۰۱/۰	۱۱۹	۸۴۷/۰	۱۵/۱×۱۰$^{-۳}$
K	کروی	۰۲۵۹/۰	۰۵۹۱/۰	۴۳۸/۰	۶۱۰	۹۷۱/۰	۸۱/۱×۱۰$^{-۵}$

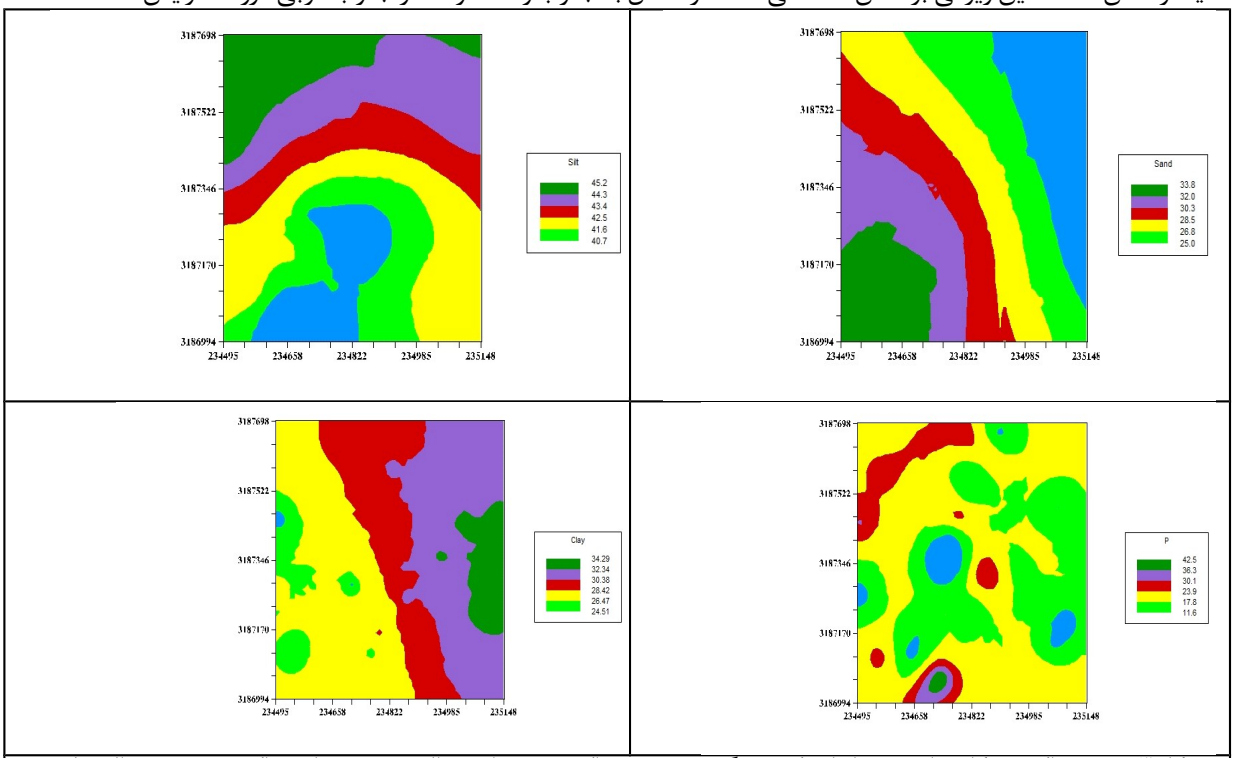
بهترین مدل برای کربن آلی خاک، جرم ویژهٔ ظاهری در عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ مدل نمایی بود و بهترین مدل برای دادههای درصد شن نیز مدل گوسی بود. نیمتغییرنمای منفرد پارامترهای SP و درصد شن و سیلت از ساختار مکانی قوی و پارامترهای pH، OC، و جرم ویژهٔ ظاهری در عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ خاک از ساختار مکانی متوسط برخوردار بود (جدول ۴).

بهترین مدل برازش داده شده بر نیمتغییرنمای منفرد درصد رس خاک مدل کروی بود که با ضریب تبیین ۸۳۲/۰ و با دامنهٔ تاثیر ۵۷۲ متر، اثر قطعهای آن ۶۲/۰ و مجموع مربعات خطای آن ۵/۳۴ بود. روشهای میانیابی ویژگیهای خاک در مزرعهٔ مورد مطالعه ارزیابی گردید که به دلیل محدودیت صفحات از ذکر آن خودداری میگردد.



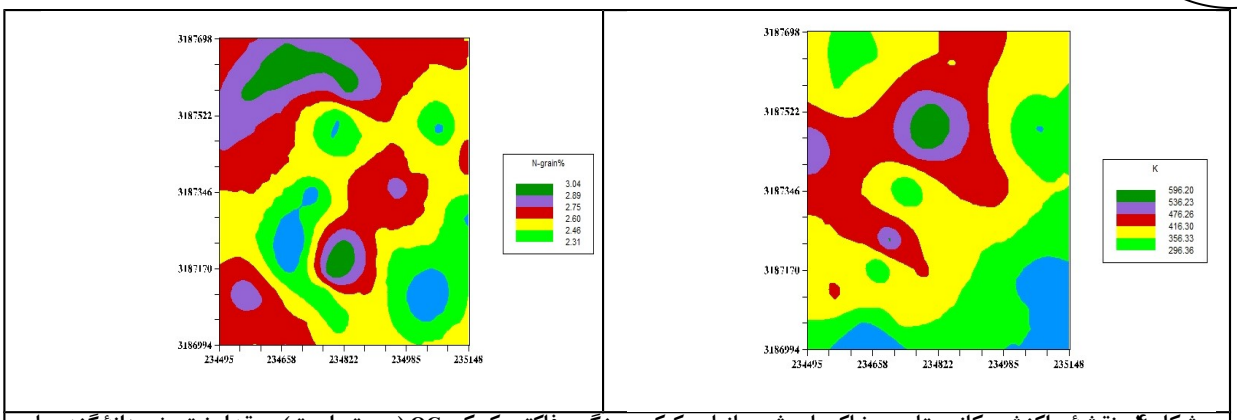
شکل ۲- نقشهٔ پراکنش مکانی درصد اشباع خاک با روش میانیابی وزن دادن عکس فاصله (راست)، و کربن آلی خاک با روش کریجینگ (چپ)

درصد اشباع خاک از جنوب غربی به شمال شرقی مزرعهٔ مورد مطالعه افزایش داشت. در شرایط فعلی که محدودیت آب و رطوبت خاک گلوگاه بوده اهمیت پارامتر درصد اشباع خاک پررنگتر میباشد (شکل ۲). کربن آلی خاک نشان داد که این ویژگی از جنوب به شمال و مخصوصاً شمال غربی مزرعه افزایش داشت (شکل ۲). نقشهٔ پراکنش مکانی جرم ویژهٔ ظاهری خاک در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر نشان داد که این ویژگی برعکس ماده آلی خاک از شمال به جنوب و مخصوصا در جنوب غربی مزرعه افزایش داشت.



شکل ۳- نقشهٔ پراکنش مکانی با روش میانیابی کریجینگ درصد شن خاک (سمت راست بالا)، درصد سیلت خاک (سمت چپ بالا)، فسفر خاک (سمت راست پایین) و درصد رس خاک با روش وزن دادن عکس فاصله (سمت چپ پایین)

نقشهٔ پراکنش درصد شن روند مشخصی را نشان داد. به طور کلی درصد شن از شمال شرقی به جنوب غربی افزایش داشت، درصد سیلت خاک از جنوب به شمال و درصد رس از غرب به شرق افزایش داشت، بیشترین مقادیر فسفر در نیمهٔ غربی مزرعه مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۴- نقشهٔ پراکنش مکانی پتاسیم خاک با روش میانیابی کوکریجینگ و فاکتور کمکی OC (سمت راست) و مقدار نیتروژن دانهٔ گندم با روش میانیابی کریجینگ (سمت چپ)

گر چه پراکنش مقادیر پتاسیم خاک با روش کوکریجینگ و با فاکتورهای کمکی مختلف از یک روند مشخص و تقریباً یکسان برخوردار بود ولی وجود فاکتورهای کمکی مختلف در برآورد پارامتر مزبور و میانیابی آن آزادی عمل را افزایش میدهد (شکل ۴). پراکندگی مکانی مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانهٔ گندم زیاد بود، و ضرورت اعمال مدیریت مناسب بر اساس شناخت از ویژگی خاک میتواند در تولید بهتر و پایدارتر کمک شایان توجهی نماید. مقادیر نیتروژن دانهٔ گندم در مزرعه مورد مطالعه تغییرات قابل ملاحظهای را داشت. در عمده سطح مزرعه مقدار آن از سطح پایینی برخوردار بود (شکل ۴). مقادیر پایینتر فسفر دانهٔ گندم در قسمت جنوبی مزرعه دیده شد. مقدار فسفر دانه از جنوب به شمال و بخصوص در شمال شرقی افزایش نشان داد (شکل ارائه نگردید).

منابع

Cerri, C.E.P. Bernoux, M. Chaplot, V. Volkoff, B. Victoria, R.L. Melillo, J.M. Paustian, K. and Cerri, C.C. ۲۰۰۴. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. Geoderma, ۱۲۳: ۵۱-۶۸.

Ersahin, S. ۲۰۰۱. Spatial variability of some physical and chemical soil properties in an alluvial field. Appl. Eng. Agric., ۱۳: ۳۴-۴۱.

Kirwan, N. Oliver, M.A. Moffat, A.J. and Morgan, G.W. ۲۰۰۵. Sampling the soil in long-term forest plots: the implication of spatial variation. Environmental Monitoring and Assessment, ۱۱۱: ۱۴۹-۱۷۲.

Liu, X. Zhang, W. Zhang, M. Ficklin, D.L. and Wang, F. ۲۰۰۹. Spatio-temporal variations of soil nutrients in uenced by an altered land tenure system in China. Geoderma, ۱۵۲: ۲۳-۳۴.

Moritsuka, N. Yanai, J. Umeda, M. and Kosaki, T. ۲۰۰۴. Spatial relationships among different forms of soil nutrients in a paddy field. Soil Sci. Plant Nut., ۵۰(۴): ۵۶۵-۵۷۳.

Newman, S. Reedy, K.R. DeBusk, W.F. Wang, y. Shih, G. and Fisher, M.M. ۱۹۹۷. Spatial distribution of soil nutrients in northern Everglades's marsh: water conservation area. Soil Sci. Soc. Am. J., ۶۱: ۱۲۷۵-۱۲۸۳.

Oake-Anti, D. and Ogoe, J.I. ۲۰۰۶. Analysis of variability of some properties of a semideciduous forest soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۳۷: ۲۱۱-۲۲۳.

Pé rez-Rodriguez, R. Marques, M.J. Bienes, R. ۲۰۰۷. Spatial variability of the soil erodibility parameters and their relation with the soil map at subgroup level. Sci. Total Environ., ۳۷۸: ۱۶۶-۱۷۳.

Rossi, J. Govaerts, A. DeVos, B. Verbist, B. Vervoort, A. Poesen, J. Muys, B. and Deckers, J. ۲۰۰۹. Spatial structures of soil organic carbon in tropical forests- A case study of Southeastern Tanzania. Catena, ۷۷: ۱۹- ۲۷.

Sepaskhah, A.R. Ahmadi, S.H. and Nikbakht Shahbazi, A.R. ۲۰۰۵. Geostatistical analysis of sorptivity for a soil under tilled and no-tilled conditions. Soil Till. Res., ۸۳: ۲۳۷-۲۴۵.

Wang, X.Z. Liu, G.S. Hu, H.C. Wang, Z.H. Liu, Q.H. Liu, X.F. Hao, W.H. and Li, Y.T. ۲۰۰۹. Determination of management zones for a tobacco field based on soil fertility. Computers and Electronics in Agriculture, ۶۵(۲): ۱۶۸-۱۷۵.

Abstract

Determination of nutrient elements at different points of field and optimum management of soil parameters lead to increase production and conservation of soil and water resources. For this purpose the spatial variability of macro-nutrients in soil and wheat grain, saturation percentage (SP), bulk density, particle size percentage, T.N.V., EC, pH and wheat yield were evaluated. Soil and wheat grain samples were taken randomly from ۳۶ points with suitable distribution. The interpolation of parameters in non-sampled areas were predicted using kriging, inverse distance weighted, and co-kriging methods and the experimental semi-variograms were fitted to the linear, exponential, Gaussian, and spherical models. Results showed that there was linear logical correlation between different parameters. Wheat grain yield with an average of ۴۹۲۰ kg per hectare ranged from ۲۵۵۰ to ۶۱۵۰ for different locations. The best variogram model for grain yield and kernel weight was spherical model. The best variogram model for EC, T.N.V., P, and K was spherical model, and for pH was exponential model. The best interpolation method for T.N.V. was inverse distance weighting method, and for pH, EC, P and K was kriging method, and for potassium with co-factor of SP, OC, and Mn was co-kriging. Amounts of soil EC and K increased from southeast to northwest of farm. The spatial structure of nitrogen and phosphorus concentration in wheat grain was strong and for potassium concentration in wheat grain was medium. The best variogram model for potassium concentration in wheat grain with co-factor of OC and soil pH was spherical model, and for co-factor of soil silt percent was Gaussian model. The best interpolation method for wheat grain nitrogen concentration was kriging method, and for phosphorus and potassium concentration in wheat grain was inverse distance weighting method.

مطالعه میکرومورفولوژی تکامل خاکهای لسی در کاربری‌های مختلف و توپوگرافی در منطقه توشن

مریم محمدزاده [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، فرشاد کیانی [۳]، محمد عجمی [۴]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴-کارشناس آزمایشگاه گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
مطالعات میکرومورفولوژی برای نظارت بر تکامل خاکهای مشتق شده از لس در کاربری‌های مختلف و موقعیت‌های ژئومورفیک حوضه آبخیز منطقه توشن (گلستان) انجام شد. هفت پروفیل در نقاط مختلف شیب، با کاربری‌های اراضی مختلف مورد مطالعه قرار گرفت (جنگل طبیعی، جنگل سوزنی برگ (مصنوعی)، مرتع، باغ و زراعی). تعدادی نمونه از افق‌های مختلف جهت پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروسکوپی برداشته شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد با تغییر کاربری از جنگل به مرتع، باغ، زراعی و جنگل مصنوعی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تغییر می‌کند. بی‌فابریک لکه‌ای و لکه‌ای- خطی در بیشتر خاکهای تکامل یافته غالب بود. در حالیکه، خاکهای که کربنات کلیسم شسته نشده، بی‌فابریک کریستالیتیک بود. بدلیل ماده آلی بالا میکرواستراکچر خاک جنگلی گرانولار می‌باشد. در قسمت‌های پایین توپوگرافی جایی که آب به دلیل کشت برنج بالا بود، پوشش‌های آهن و منگنز به عنوان پدیده‌های هیدرومورفی غالب بودند.

واژه های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، توپوگرافی، خاکهای لسی، میکرومورفولوژی

مقدمه
امروزه تخریب اراضی به دلیل تغییر کاربری که به طور عمده ناشی از فعالیت‌های بشر می‌باشد، کاربری پایدار اراضی را با تهدید مواجه کرده است (دومانسکی و پیری، ۲۰۰۰). کلیموییچ و اوزیاک (۲۰۰۱) بیان کردند جنگل‌تراشی روی اراضی شیب‌دار آثار منفی قابل‌توجهی بر روند فرآیندهای خاکساز و تکامل خاک بر جای خواهد گذاشت. تاثیر توپوگرافی بر توزیع ذرات خاک و مواد آلی ناشی از فرآیندهای فرسایش و رسوبگذاری است که در نتیجه آن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بالا و پایین شیب تغییر می‌کند (پنوک و دجونگ، ۱۹۹۰). خصوصیات میکرومورفولوژی خاک می‌تواند در بررسی تغییرات تحول خاک، تحت کاربری و توپوگرافی‌های مختلف کمک نماید. میکرومورفولوژی ابزاری دقیق برای مطالعه رده‌بندی و مدیریت خاک می‌باشد (استوپس، ۲۰۰۳). میکرومورفولوژی عبارت است از روش مطالعه نمونه‌های خاک دست‌نخورده با استفاده از تکنیک‌های میکروسکوپی که اجزا خاک را از نظر اندازه، شکل، چگونگی توجیه و تمرکز مورد بررسی قرار می‌دهد و تنها بیانگر مقدار کمی اجزای تشکیل‌دهنده خاک نمی‌باشد، بلکه چگونگی توزیع و توجیه آن‌ها را به عنوان معیار معتبری در ارزیابی بسیاری از فرآیندها و یا پاسخ خاک در برابر کاربری و توپوگرافی‌های متفاوت مورد توجه قرار می‌دهد (استوپس،۲۰۰۳). بسیاری از پژوهشگران از جمله فیتزپاتریک (۱۹۹۳) و دلوین (۱۹۹۸) معتقدند مطالعه مقاطع نازک خاک به تفسیر مشاهدات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی کمک خواهد کرد. گونال و رانسوم (۲۰۰۶) مطالعه مقاطع نازک را برای تشخیص افق‌های آرجیلیک و رده‌بندی خاک مطابق با تاکسونومی آمریکایی بسیار مهم ارزیابی کرده و دلیل آن را مشکل بودن شناسایی به روش صحرایی می‌دانند. نتایج خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد، در زمین‌های دارای کاربری جنگل واقع در استان گلستان، رده‌های مالی‌سول و آلفی‌سول وجود دارد و شواهدی از شستشوی رس و بی‌فابریک خطی در مقاطع میکروسکوپی آن‌ها مشاهده گردید. شرایط محیطی مانند تغییر کاربری از طریق تغییر در مقدار خصوصیات فیزیکوشیمیایی توانسته‌اند بر مشخصه‌های میکرومورفولوژیک همچون نوع حفرات، میکروساختمان، بی‌فابریک و فرم‌های پوشش رسی اثر گذارند. در خاکهای توسعه یافته بی‌فابریک غالب مشاهده شده، بی‌فابریک لکه‌ای است. این بی‌فابریک در نتیجه آبشویی بخشی از آهک به اعماق تحتانی و خاصیت بایرفرینجنسی رس ایجاد شده است (فیتزپاتریک،۱۹۹۳). پایداری لندفرم در اراضی جنگلی به دلیل استقرار پوشش طبیعی، سبب تجمع کلسیت و تشکیل بی‌فابریک کریستالیتیک در افق‌های عمقی خاک و تشکیل افق آرجیلیک و بی‌فابریک لکه‌ای و خطی در افق‌های سطحی شده است. برخلاف خاک جنگل اثری از افق آرجلیک در کاربری زراعی مشاهده نمی‌شود، در زمین های زراعی به علت ناپایداری سطوح اراضی و قرار گرفتن در موقعیت شانه شیب و شیب پشتی و زیر و رو شدن دائمی خاک به دلیل خاکورزی، بی‌فابریک غالب پروفیل خاک به علت برون‌زد مواد آهکی بر اثر فرسایش از نوع کریستالیتیک است (عجمی و همکاران،۱۳۸۶؛ شمسی و خرمالی، ۱۳۹۰). مطالعات میکرومورفولوژیکی خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد خاکهای جنگلی از ریز ساختمان قوی دانه‌ای همراه با درصد بالایی از تخلخل برخوردارند چنین وضعیتی در خاکهای جنگل‌تراشی شده ملاحظه نمی‌گردد. هدف از انجام این مطالعه بررسی میکرومورفولوژی و تکامل خاکهای مشتق شده از لس در کاربرهای مختلف و توپوگرافی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در حوضه آبخیز توشن در جنوب غرب شهرستان گرگان (گلستان) انتخاب گردید. توشن در طول جغرافیایی ′۱۶ ۵۴ تا ′۲۶ ۵۴ و عرض جغرافیایی ′۲۶ ۳۶ تا ′۵۱ ۳۶ در حد واسط حوضه زیارت و انجیراب واقع شده است. مواد مادری خاک‌ها را رسوبات بادی لسی تشکیل داده‌اند. اقلیم منطقه نیمه مرطوب، متوسط بارندگی سالیانه ۶۵۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب زریک و ترمیک می باشد. پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل‌های طبیعی و مصنوعی سوزنی برگ، مرتع، باغ و زراعی‌می باشد. به منظور بررسی کاربری و توپوگرافی تعداد ۷ پروفیل در منطقه (در کاربری‌های جنگل طبیعی و مصنوعی سوزنی برگ، مرتع و باغ هر کدام یک پروفیل و در اراضی زراعی سه پروفیل) حفر شد. بعد از مشاهدات صحرایی و تعیین افق ها برای هر پروفیل، از هر افق نمونه برداشته و به آزمایشگاه جهت انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی انتقال داده شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت اشباع، تخلخل، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، اسیدیته و درصدهای رس، شن و سلیت با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. نمونه‌های دست‌نخورده خاک به وسیله‌ی جعبه کوبینا از هر افق برداشته شد و در مجاورت هوا خشک شدند. نمونه‌ها با مخلوط استون و رزین پلی‌استر با افزودن کاتالیست در شرایط خلأ در دسیکاتور اشباع شده و در هوای آزاد طی چند هفته سخت شدند. مقاطع پس از برش و سایش و نصب روی لام، با سمباده و پودر کاربوراندوم به ضخامت ۳۰ میکرومتر تهیه شدند. مقاطع تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان، زیر نور قطبی‌شده ساده (PPL)[۲۳۶] و متقاطع (XPL)[۲۳۷] و براساس تعاریف ارائه شده توسط استوپس (۲۰۰۳) مطالعه شدند.

نتایج و بحث

متوسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و طبقه‌بندی در جدول ۱ نشان داده شده است. تغییر کاربری از جنگل به مرتع، باغ، زراعی و جنگل مصنوعی باعث تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شده است. به طور کلی میزان کربنات کلسیم معادل در کاربری‌های زراعی و جنگل مصنوعی بیشتر از کاربری‌های باغ، مرتع و جنگل طبیعی مشاهده شد. به نظر می‌رسد که با انجام عملیات زراعی افق سطحی در اثر فرسایش از بین رفته و افق‌های زیرین که حاوی کربنات کلسیم هستند به سطح خاک آمده و با فرآیند شخم و شیار در کل پروفیل خاک پراکنده شده‌اند. این پراکنده شدن دوباره کربنات کلسیم موجب افزایش pH در این پروفیل‌ها به بالای ۷ شده است، و همین طور که ملاحضه می‌شود pH در کاربری‌های باغ و جنگل طبیعی ۶ می‌باشد. کاربری‌های باغ و جنگل طبیعی بدلیل اینکه روی لندفرم‌های پایدار واقع شده‌اند و کمتر تحت تاثیر فرسایش و تخریب قرار گرفته‌اند دارای مقدار بیشتری رس نسبت به کاربری‌های دیگر می‌باشند. شمسی و خرمالی (۱۳۹۰) بیان کردند که هدر رفت خاک در اثر فرسایش در منطقه تحت کشت، موجب از بین رفتن افق Bt و مقدار زیادی ذرات ریز رس شده است.

جدول ۱- مقادیر متوسط خصوصیات فیزیک و شیمیایی و طبقه‌بندی و مورفولوژیک

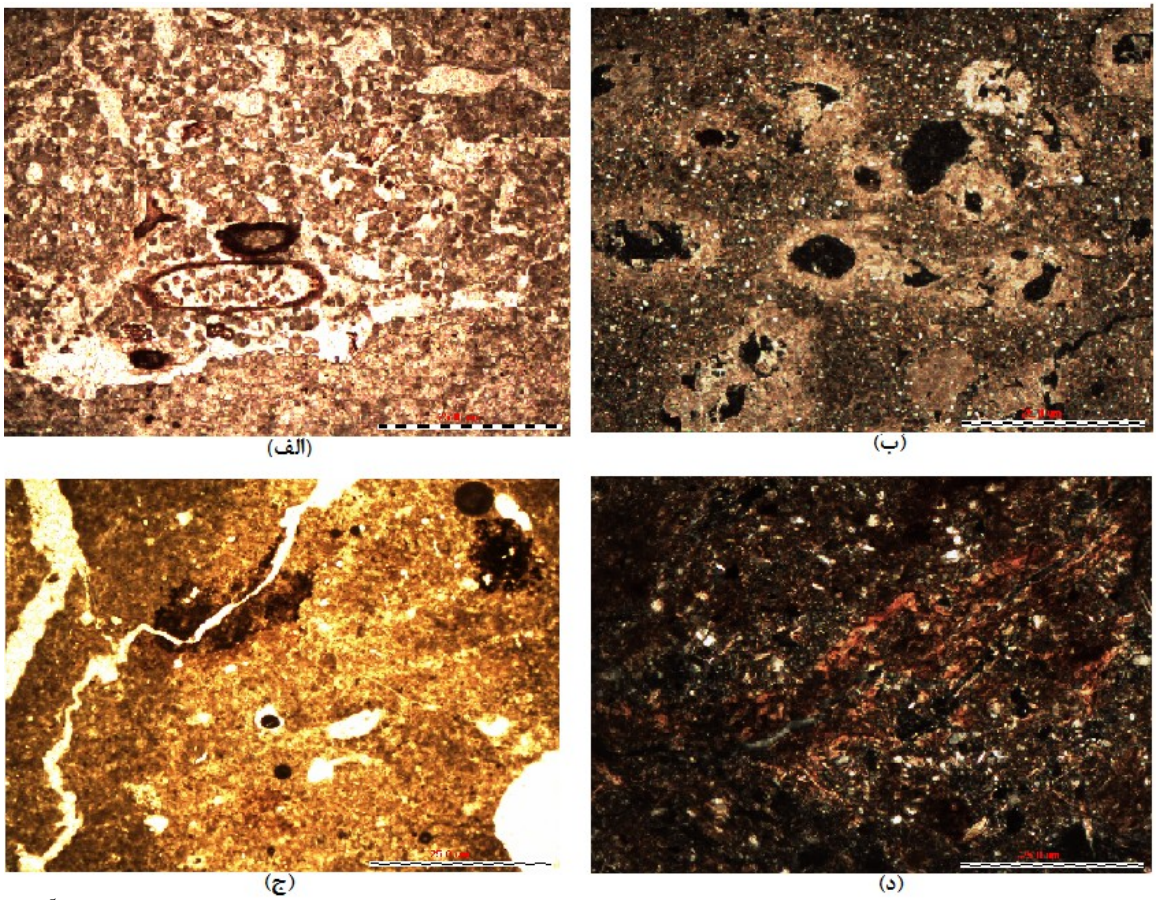
شماره پروفیل	جهت شیب	نام علمی تا گروه بزرگ	کاربری	SP (%)	BD (g/cm^3)	F (%)	OC (%)	CCE (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	pH
۱	شیب غربی	Typic Calcixerepts	زراعی	۴۹	۷/۱	۳۷	۵/۰	۵/۲۴	۶/۲۶	۷/۶۱	۶/۱۱	۷/۷
۲	مسطح	Aquic Haploxerepts	زراعی (لوبیا- برنج)	۶/۶۲	۶/۱	۲/۳۷	۱	۱۳	۵/۳۸	۴/۵۶	۵	۸/۷
۳	شیب غربی	Typic Calcixerepts	جنگل مصنوعی سوزنی برگ	۵/۵۴	۵/۱	۳۹	۲/۱	۶/۴۶	۷/۱۷	۱/۶۰	۹/۲۱	۷/۷
۴	شیب شرقی	Typic Calcixerepts	زراعی	۵/۴۸	۵/۱	۵/۴۰	۴/۰	۲۸	۱/۱۵	۶/۷۲	۱/۱۲	۷/۷
۵	شیب غربی	Typic Hapoxeralfs	باغ زیتون	۶۰	۸/۱	۳۰	۹/۰	۶/۳	۷/۴۹	۲/۴۳	۸/۶	۶/۶
۶	شیب غربی	Typic Hapoxeralfs	رها شده (مرتع- علفزار)	۵۴	۷/۱	۳/۵۳	۶/۰	۱/۹	۴/۲۷	۵۹	۳/۱۳	۵/۷
۷	شیب غربی	Typic Hapoxeralfs	جنگل	۳/۵۸	۷/۱	۷/۳۳	۹/۰	۶/۱۰	۴۲	۸/۵۰	۱/۷	۵/۶

[۲۳۶] Plane polarized light
[۲۳۷] Cross polarized light

خاکهای مناطق جنگلی، مرتع و باغ به دلیل قرار گرفتن در لندفرم پایدار تکامل یافته‌تر می‌باشند. این خاک‌ها در ارتفاعات حوضه و شیب رو به شمال قرار گرفته‌اند و به همین دلیل دارای ذخیره رطوبت بیشتری نسبت به خاکهای قرار گرفته در شیب رو به جنوب می باشند. بارندگی در این مناطق موجب شست و شوی آهک و تشکیل افق آرجیلیک و در نتیجه بی‌فابریک لکه‌ای-خطی در خاک جنگل و بی‌فابریک لکه‌ای در کاربری‌های مرتع و باغ و پدوفیچرهای پوشش‌های رسی (میکرولمینیت- شفاف) در کاربری‌های مرتع، باغ و زراعی می‌شود (جدول ۲). نتایج خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد، در زمین‌های دارای کاربری جنگل واقع در استان گلستان، رده‌های مالی‌سول و آلفی‌سول وجود دارد و شواهدی از شستشوی رس و بی‌فابریک خطی در مقاطع میکروسکوپی آن‌ها مشاهده گردید. هچنین شمسی و خرمالی(۱۳۷۶) بیان کردند پایداری لندفرم در اراضی جنگلی سبب تجمع کلسیت و تشکیل بی‌فابریک کریستالیتیک در افق‌های عمقی خاک و تشکیل افق آرجیلیک و بی‌فابریک لکه‌ای و خطی در افق‌های سطحی شده است. بی‌فابریک کریستالیتیک در اثر فراوانی ذرات ریز کلسیت میکریتیک حاصل می‌شود و رسوب از محلول خاک و فرآیند آبشویی افق‌های فوقانی در بروز این بی‌فابریک موثر هستند (کمپ و همکاران،۲۰۰۳). در کاربری زراعی تحت کشت برنج، غرقاب شدن خاک و به وجود آمدن شرایط احیا موجب احیا آهن و منگنز و حل شدن و حرکت آن‌ها در خاک و تجمع در ماتریکس خاک و به وجود آمدن پدوفیچرهای هایپو و کوازی کوتینگ آهن و منگنز شده است. برای افق‌های Bt و Bk به ترتیب پدوفیچرهای پوشش‌های رسی و ندول و پوشش‌های آهکی مشاهد شد (شکل ۱). مشاهده میکرومورفولوژیک خاک جنگل نشان می‌دهد، خاک تحت پوشش جنگل طبیعی موجب تشکیل ساختمان متخلخل در سطح خاک شده است. وجود ماده آلی و به تبع آن فعالیت‌های بیولوژیک بیشتر در خاک جنگلی موجب تشکیل میکروساختمان گرانوله در این خاک‌ها شده است (شکل ۱). ساختمان خوب به توزیع ذرات خاک، مواد آلی، فرآیندهای انتقال و فعالیت میکروارگانیسم‌ها وابسته است.

جدول ۲- تشریح میکرومورفولوژیک در کاربری‌های مختلف

شماره پروفیل	افق	بی فابریک	پدوفیچر
۱	Bk_1	کریستالیتیک	سخت دانه‌ها و پوشش‌های آهکی
۲	Bg_1	کریستالیتیک	هایپوکوتینگ و کوازی کوتینگ (آهن و منگنز)
۳	Bk_1	کریستالیتیک	سخت دانه‌ها و پوشش‌های آهکی
۴	Bk	کریستالیتیک	سخت دانه‌ها و پوشش‌های آهکی
۵	Bt	لکه‌ای	پوشش رسی (میکرولمینیت)
۶	Bt	لکه‌ای	پوشش رسی (میکرولمینیت)
۷	Bt_1	خطی- لکه‌ای	پوشش رسی (میکرولمینیت)



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپی مقاطع نازک. (الف: افق A خاک جنگلی، ب: Bk ندول‌های کربنات کلسیم، ج: هایپوکوتینگ و ندول آهن و د: پوشش‌های رسی.

منابع

شمسی، سمیه. و خرمالی، ف. ۱۳۹۰. میکرومورفولوژی تحول خاک در کاربری های مختلف در اراضی لسی منطقه آق سو، استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک،سال پانزدهم، شماره ۵۵.

عجمی، م.، خرمالی، ف.، ایوبی، ش. ۱۳۸۶. تاثیر تغییر کاربری اراضی و موقعیت های مختلف ژئومورفیک بر پارامترهای کیفیت خاک و میکرومورفولوژی تحولات ناشی از آن. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج- ۴ تا ۶ شهریور ۱۳۸۶.

Delvigne J.E. ۱۹۹۸. Atlas of Micromorphology of Mineral Alteration and Weathering. Orstom, Ottawa.

Dumanski J. and Pieri C. ۲۰۰۲. Land quality indicators: research plan. Agriculture, Ecosystems and Environment, ۸۱: ۹۳-۱۰۲.

Fitzpatric E.A. ۱۹۹۳. Soil Microscopy and Micromorphology. John Wiley and Sons Pub., Chichester Country.

Gunal H. and Ransom M.D. ۲۰۰۶. Clay illuviation and calcium carbonate accumulation along a precipitation gradient in Kansas. Catena, ۶۸: ۵۹-۶۹

Kemp R.A., Toms P.S., Sayago J.M., Derbyshire E., King M. and Wagoner L. ۲۰۰۳. Micromorphology and OSL Dating of the basal part of the loessosol sequence at La Mesada in Tucuman province, Northwest Argentina, Quarternary International, ۱۰۶: ۱۱۱-۱۱۷.

Khormali F., Ajami M., Ayoubi S., Srinivasarao C.H. 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.

Klimowicz Z. and Uziak S. ۲۰۰۱. The influence of long-term cultivation on soil properties and patterns in an undulating terrain in Poland. Catena, ۴۳(۳): ۱۷۷-۱۹۹.
Kodesova R., Kodes V., Zigova A. and Simanek J. ۲۰۰۶. Impact of plant roots and soil organisms on micromorphology and soil hydraulic properties. Biologia, Bratislava, ۶۱(۱۹): ۳۳۹-۳۴۳.
Pennock D.J. and De Jong E. ۱۹۹۰. Spatial pattern of soil redistribution in Boroll landscapes, southern Saskathewan, Soil Science, ۱۵۰:۸۶۷-۸۷۳.
Stoops G. ۲۰۰۳. Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolite Thin Sections. SSSA, Madison, WI, ۱۸۲p.

Abstract

Micromorphological investigations were carried out to monitor evolution of loess derived soils in different land uses and geomorphic positions of Toshan watershed (Golestan). Seven profiles in different parts of the slope and with different land uses were studied (natural forest, coniferous forest (artificial), pasture, garden and farming). Soil samples were taken from different horizons for physico-chemical and microscopic analyses. Physical and chemical properties were measured. The results showed that the land use change from forest to pasture, garden, crops and artificial forest had significant effect on physical and chemical properties. Speckled and striated b-fabric was dominant in more developed soils. Whereas, in soil that calcium carbonate has not been leached, b-fabric was crystallitic. Due to the high organic matter, microstructure in forest soils was granular. In lowlying topographies where the waterlogging due to rice cultivation was present, Fe/Mn coatings as redoximorphic features were dominant.

مقایسه ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: بخشی از اراضی کوهین)

فریدون سرمدیان [۱]، عباس طاعتی [۲]، سید امین موسوی [۲]
۱-استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، ۲-کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
در این تحقیق، ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در قسمتی از اراضی کوهین مقایسه شده است. بر اساس مطالعه ۲۳ پروفیل خاک، تفسیر عکس‌های هوایی ۱/۴۰۰۰۰ منطقه، همچنین در نظر گرفتن خصوصیات موفولوژی خاکها ۱۶ واحد خاک (واحد اراضی) در منطقه مشخص گردید. و ارزیابی تناسب اراضی در این واحدها صورت گرفت. بدین منظور، نه معیار شامل درصد آهک،درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی، عمق خاک، بافت خاک، pH،ACE، C، شیب و اقلیم انتخاب و بعد از آن به مقایسه معیارها در غالب ماتریس تصمیم پرداخته شد. مقایسه شاخص اراضی به دست آمده از روش فائو و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی نشان داد که شاخص اراضی در تمامی واحدهای اراضی در روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی بیشتر از روش فائو بوده است. بیشترین شاخص اراضی در واحد ۵ به میزان ۵/۷۲ و کمترین شاخص به میزان ۵۲/۴۸ در واحد ۱۱ به دست آمد.

واژه های کلیدی: سلسله مراتبی، شاخص اراضی، عکس‌های هوایی، معیار

مقدمه
با توجه به جمعیت روبه رشد در بسیاری از کشورها، جهت تأمین نیازمندي‌ها ، اراضی به شدت مورد بهره‌برداری قرار مي‌گیرند. ناگزیر باید بپذیریم که با پیشرفت برق‌آسای دنیای کنونی در تمام زمینه‌ها، نیاز بشري نیز در حال ازدیاد است. هر گونه بهره برداری از اراضی که مافوق توانمندی آن باشد در درازمدت باعث تخریب و کاهش باروری آن مي‌گردد. در این راستا ابتدا بایستی منابع اراضی شناسایی شده و قابلیت و استعداد آنها برای انواع استفاده‌های ممکن بررسی شود. که یکی از راه های رسیدن به این مهم ارزیابی تناسب اراضی است. ارزیابی اراضی یک فرآیندی است که کارایی اراضی را برای انوع خاصی از استفاده‌ها در طول زمان پیش‌بینی می‌کند (Sonneveld et al., ۲۰۱۰). فائو در سال ۱۹۷۶ یک چارچوب و نه یک روش ارزیابی، با هدف یکنواختی در مطالعات ارزیابی اراضی در سراسر دنیا ارائه کرد. در چارچوب ارائه شده، با تعریف مفاهیم ارزیابی اراضی، دست متخصصان را برای تعیین ویژگیهای مؤثر بر هر کاربری و درجه‌بندی کردن آنها و در نهایت تعیین درجه تناسب اراضی را باز گذاشته است. البته در ادامه، فائو بر اساس چارچوب ارائه شده، دستورالعمل‌هایی را برای ارزیابی استفاده‌های اصلی مانند: کشت دیم، کشاورزی آبی، جنگل، مرتع و چرای گسترده ارائه کرد(FAO,۱۹۷۶). همچنین در سال ۱۹۹۳ سایس و همکاران، نیز بر مبنای چارچوب فائو، جداول درجه‌بندی شده ای را برای احتیاجات و محدودیت‌های گروهی از محصولات زراعی و باغی ارائه کردند ((Sys et al., ۱۹۹۳.

توجه محققین در دهه‌های اخیر معطوف به مدل‌های چند معیاره برای تصمیم‌گیری[۲۳۸]های پیچیده نظیر تصمیم‌گیری در رابطه با بررسی تناسب اراضی گردیده است. در این تصمیم‌گیری ها به جای استفاده از یک معیار ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده گردد. این روش شامل یکسری تکنیک ها است که اجازه می دهد طیفی از معیارهای وابسته، امتیاز دهی و وزن دهی شده و سپس به وسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه بندی شود (هاشم‌وند، ۱۳۹۲). روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پتانسیل زیادی را به منظور کاهش دادن هزینه و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری های مکانی دارا می باشد و می‌تواند چهارچوبی مناسب برای حل مسئله فراهم آورد. یکی از روش‌های مطرح در زمینه‌ی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، روش تحلیل سلسله مراتبی[۲۳۹] می‌باشد، که با در نظر گرفتن قابلیت‌های این روش انتظار می‌رود که به منظور بررسی تناسب اراضی نتایج رضایت بخشی به همراه داشته باشد. ((Feizizadeh and Blaschke, ۲۰۱۳ در مطالعه‌ای تعیین تناسب اراضی کشاورزی را با استفاده از GIS و تصمیم‌گیری چندمعیاره در استان تبریز به کاربردند . آنها در این مطالعه از فاکتورهای تناسب متفاوتی از جمله خصوصیات خاک، اقلیمی و آب در دسترس استفاده کرده‌اند. در این راستا از نظر سهام‌داران در سطوح مختلف استفاده شد. ساختار سلسله مراتبی به منظور دسته‌بندی فاکتورهای مختلف و تعیین اوزان برای نقشه‌ی تناسب نهایی اراضی کشاورزی تحت آبیاری و دیم استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که ۶۵۶۷۶ هکتار از اراضی مناسب برای کشت آبی و ۱۲۰۸۷۲ هکتار مناسب برای کشت دیم هستند. این تحقیق با هدف مقایسه ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در بخشی از اراضی کوهین انجام شد.

۲۳۸۱-Multi-criteria Decision making (MCDM)
۲۳۹۱- Analytic Hierarchy Process (AHP)

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه :

منطقه مورد مطالعه شامل بخشی از اراضی منطقه کوهین واقع در محور قزوین- رشت در استان قزوین می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی "۴۹°۳۴'۵۸ تا "۴۹°۳۷'۱۳ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۶°۲۲'۱۴ تا "۳۶°۲۲'۵۱ شمالی قرار دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۵۰۰ هکتار می‌باشد و کاربری غالب آن مرتع و دیم می‌باشد. این منطقه دارای بارندگی سالیانه ۲۶/۳۵۱ میلی‌متر و متوسط دمای ۲۰/۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مورد مط العه، به ترتیب زریک و مزیک می‌باشد. در مطالعات صحرایی ابتدا موقعیت حفر ۲۳ پروفیل بر اساس الگوی نمونه‌برداری به صورت شبکه منظم بر روی تصاویر گوگل ارث[۲۴۰] مشخص و مختصات تعیین شده به دستگاه جی پی اس[۲۴۱] داده شد و با استفاده از جی پی اس مکان دقیق نقاط نمونه برداری در صحرا تعیین و اقدام به حفر و تشریح پروفیل‌ها گردید ودر نهایت ۷۵ نمونه خاک تهیه شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف به آزمایشگاه منتقل شد. تمامی مقاطع خاک بر اساس روش طبقه‌بندی خاک آمریکایی key to Soil taxonomy ۲۰۱۰) تشریح و طبقه‌بندی گردید وخاکهای منطقه مورد مطالعه در دو رده اینسپتی سول و انتی سول طبقه‌بندی شدند.

ارزیابی تناسب اراضی :

به منظور ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش فائو عمل انطباق خصوصیات اراضی در هر یک از پهنه های تعریف شده با نیازهای رویشی گندم انجام و کلاس نهایی اراضی تعیین گردید. در این تحقیق از روش پارامتریک (ریشه دوم) که توسط (Sys et al.,۱۹۹۱) ارائه شده است برای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی استفاده شد.

ساختن سلسله مراتب :

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یك نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. هر چند که یك قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد ولی در یك نگاه کلی می‌توان گفت که روش ساختن یك سلسله مراتبی به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود بستگی دارد. در سلسله مراتب طراحی شده برای این تحقیق در بالاترین سطح هدف (بررسی تناسب اراضی محصول مورد نظر)، در سطح دوم معیارها شامل خاک، اقلیم و توپوگرافی، در سطح سوم زیرمعیارها و در آخر کلاس‌های تناسب اراضی به عنوان گزینه‌های مورد انتظار در نظر گرفته شده‌است. معیارهای انتخاب شده برای محصول گندم دیم در این تحقیق شامل درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی،عمق خاک، بافت خاک،pH و ACEC در کنار شیب نماینده توپوگرافی و شاخص اقلیمی می باشد.

تعیین ضریب اهمیت معیارها، زیر معیارها و گزینه‌های مؤثر در کشت گندم دیم :

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط خود در بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده، که بدین صورت وزن نسبی آنها به دست می آید و سپس با استفاده از وزن های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می گردد. در اصل در این مقایسه ها میزان ارجحیت عناصر بر یکدیگر مشخص می‌شود. این مقیاس‌بندی توسط (Saaty, ۱۹۹۰) ارایه شده است.

تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی و مؤثر در کشت گندم دیم :

در ادامه به منظور تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی، ابتدا برای هر یک از آن ها ماتریس میانگین هندسی تشکیل شد و وزن نسبی هر یک از آن‌ها محاسبه گردید؛ سپس در ادامه کار به تعیین وزن نسبی زیر معیارها و گزینه‌ها اقدام شد و در نهایت وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین گردید. برای به دست آوردن ضریب اهمیت زیر معیارهای مربوط به هر پروفیل در هر واحد اراضی، با استفاده از روش ترکیب خطی با ضرب نمودن میزان هر یک از معیارهای درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی، عمق خاک، بافت خاک، pH و ACEC، شیب و شاخص اقلیمی در هر پروفیل موجود در هر واحد خاک، در میزان وزن نسبی به دست آمده آن‌ها (از طریق ایجاد ماتریس تصمیم و انجام مقایسات زوجی)، وزن نهایی هر یک از معیارهای مربوطه برای هر پروفیل در هر واحد اراضی به دست آمد، که در ادامه با استفاده از شاخص تناسب به دست آمده میزان تناسب هر پروفیل در هر واحداراضی برای گندم دیم به دست آمد، و هر چه میزان شاخص تناسب بیشتر باشد تناسب آن پروفیل در آن واحد اراضی برای آن محصول بالاتر خواهد بود . قبل از انجام این مراحل به دلیل ناهم جنس بودن مقادیر واقعی هر معیار پروفیل در هر واحد اراضی، این مقادیر توسط معادله (۱) نرمال گردید تا همه داده‌ها در محدوده ۱-۰ قرار گیرند.

$$Xnorm = 0.5\left[\frac{X0-\bar{X}}{Xmax-Xmin}\right] + 0.5$$

که در این معادله Xnorm مقدار نرمال شده داده ورودی X، X میانگین داده‌ها، Xmax و Xmin به ترتیب حداکثر و حداقل داده‌ها می‌باشد.

بررسی سازگاری در قضاوت ها :

۲۴۰- Google Earth

۲۴۱-GPS

یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها است. مکانیزمی که برای بررسی سازگاری در قضاوت‌های در نظر گرفته شده است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است که از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی بودن حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۱/۰ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت ها تجدید نظر شود. (Armacost et al., ۱۹۹۹)

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی اقلیم برای کشت گندم دیم نشان داد که به طور کلی اقلیم محدودیت زیادی برای رشد ایجاد نمی‌کند و کلاس تناسب اقلیم، خیلی مناسب (S۱) می‌باشد. جدول (۱) وزن نسبی و ایجاد ماتریس تصمیم برای معیارهای مؤثر در کشت گندم دیم و جدول (۲) نیز وزن نسبی و ترتیب ارجحیت هر یک از معیارها را در رابطه با گندم دیم را نشان می‌دهد.

جدول ۱- تعیین وزن نسبی و ایجاد ماتریس تصمیم برای معیارهای مؤثر در کشت گندم دیم.

معیار معیار	A (%شیب)	B (بافت)	C (%آهک)	D (CEC ظاهری)	E (%کربن آلی)	F (%سنگریزه)	G (عمق خاک)	H (pH)	I (میلقا صخاش)
A (%شیب)	۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۸	۹
B (بافت)		۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۸
C (%آهک)			۱	۳	۴	۶	۶	۷	۸
D (CEC ظاهری)				۱	۳	۴	۶	۶	۷
E (%کربن آلی)					۱	۲	۴	۵	۶
F (%سنگریزه)						۱	۳	۴	۵
G (عمق خاک)							۱	۲	۳
H (pH)								۱	۲
I (شاخص اقلیم) ضریب ناسازگاری: ۰۸۴/۰									۱

همان طور که در جدول بالا دیده می‌شود تصمیم‌گیرنده با توجه به کدهای ارجحیت که در روش ساعتی آمده است به کددهی معیارها با توجه به اهمیت هرکدام بر دیگری پرداخته است ضریب ناسازگاری این مقایسه ۰۸۴/۰ می‌باشد و به علت این که از ۱/۰ کمتر است مقایسه درست بود و نیازی به تکرار نیست.

جدول ۲- وزن نسبی و ترتیب ارجحیت هر یک از معیارها را در رابط با گندم دیم.

معیار	درصد شیب	بافت خاک	درصد آهک	CEC ظاهری	درصد کربن آلی	درصد سنگریزه	عمق خاک	pH	اقلیم
وزن	۳۲۴/۰	۲۲۰/۰	۱۵۶/۰	۱۱۰/۰	۰۷۰/۰	۰۵۲/۰	۰۳۰/۰	۰۲۲/۰	۰۱۶/۰

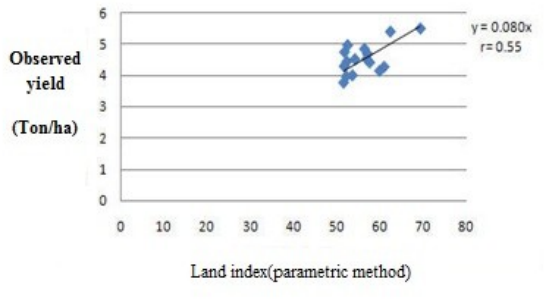
همان طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، مجموع ضرایب اهمیت معیارهای فوق معادل عدد یک است و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است. و شیب به عنوان محدود کننده‌ترین عامل بالاترین وزن و اقلیم نیز پایین‌ترین وزن را به خود اختصاص داده اند. کلاس تناسب اراضی در هر واحد اراضی با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) برای گندم دیم در جدول (۳) نشان داده شده است.

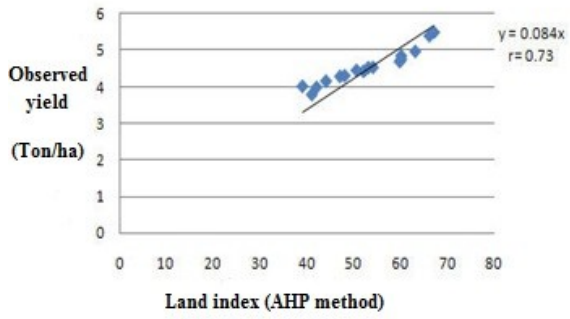
جدول ۳- کلاس تناسب اراضی در هر واحد اراضی با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) برای گندم دیم

عملکرد مشاهده شده (تن در هکتار)	روش AHP	روش پارامتریک (ریشه دوم)	واحد اراضی

	شاخص اراضی	کلاس تناسب	شاخص اراضی	کلاس تناسب	
۱	۰۶/۵۷	S۲	۶۷/۵۹	S۲	۶۹/۴
۲	۳۰/۵۳	S۲	۲۲/۵۸	S۲	۲۸/۴
۳	۵۵/۵۱	S۲	۴۵/۵۸	S۲	۷۸/۳
۴	۵۸/۵۳	S۲	۱۷/۵۹	S۲	۰۱/۴
۵	۶۷	S۲	۵/۷۲	S۲	۹۸/۵
۶	۲۰/۴۸	S۳	۶۰	S۲	۸۵/۴
۷	۵۰/۵۰	S۲	۴۳/۵۷	S۲	۴۵/۴
۸	۸۰/۵۱	S۲	۳۳/۶۲	S۲	۷۵/۴
۹	۱۲/۴۸	S۳	۵۳	S۲	۳/۴
۱۰	۱۹/۵۲	S۲	۵/۶۱	S۲	۶/۵
۱۱	۲۲/۴۲	S۳	۵۲/۴۸	S۳	۴۱/۳
۱۲	۶۳/۴۵	S۳	۷۷/۵۶	S۲	۱۵/۴
۱۳	۵۰/۵۲	S۲	۶۳	S۲	۹۷/۴
۱۴	۵۵/۴۷	S۳	۷۵/۴۸	S۳	۵۲/۳
۱۵	۵/۴۷	S۳	۵۲	S۲	۴۲/۴
۱۶	۲۴/۴۹	S۳	۵۴	S۲	۵۳/۴

همانطور که در جدل فوق مشاهده می‌شود، ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی در تمامی واحدهای اراضی، موجب افزایش شاخص اراضی شده است. همچنین اکثر واحدهای اراضی برای کشت محصول گندم دیم با استفاده از هر دو روش در کلاس قرار S۲ قرار گرفتند. همچنین، کمترین و بیشترین میزان محصول به ترتیب در واحدهای ۵ و ۱۱ مشاهده می‌شود که میزان محصول در واحد شماره ۱۱ به علت محدودیت شیب و بالا بودن میزان سنگریزه دارای کمترین میزان است. هم‌بستگی بین شاخص اراضی و میزان عملکرد محصول با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) در شکل (۱) نشان داده شده است.





شکل ۳- رگرسیون خطی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) برای محصول گندم دیم

همانطور که در شکل فوق مشاهده میگردد همبستگی بین شاخص اراضی و میزان عملکرد محصول برای روش AHP، (r=۷۳/۰) بیشتر از روش پارامتریک، (r=۵۵/۰) به دست آمد. که با نتایج (Sanchez et al., ۲۰۰۳) همخوانی دارد.

منابع

۱. هاشم‌وند، پ. ۱۳۹۲. بررسی تناسب اراضی در اراضی دشت قزوین با استفاده از GIS و AHP. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. گروه مهندسی علوم خاک.

۲. Armacost, R., Hosseini, J., and Pet-Edwards, J. ۱۹۹۹. Using the Analytic Hierarchy Process as a Two phase Integrated Decision Approach for Large Nominal Groups.Group Decision and Negotiation, ۸: ۵۳۵-۵۵۵.

۳. FAO. ۱۹۷۶. A framework for land evaluation. FAO Soil Bulletin No ۳۲.Rome

۴. Feizizadeh, B., and T .Blaschke. ۲۰۱۳. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS, Journal of Environmental Planning and Management, ۵۶(۱): ۱-۲۳.

۵. Saaty, TL. ۱۹۹۰. Decision making for leaders. RWS Publication,USA

۶. Sanchez, P., Palm, A., and Buol S. W. ۲۰۰۳. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. Geoderma ۳: ۱۵۷-۱۸۵.

۷. Sonneveld, W., M. Hack-ten Broeke, C.A. van Diepen, and H.L. Boogaard. ۲۰۱۰. Thirty years of systematic land evaluation in the Netherlands, Geoderma, ۱۵۶: ۸۴-۹۲.

۸. Sys, C., E. Van Ranst, J. Debaveye, and F. Beernarent. ۱۹۹۳. Land evaluation. Part III: Crop requirements, International training center for post graduate soil scientist. Ghent University, Ghent, ۱۹۹ pp.

۹. Sys, C., E.Van Ranst, and J.Debaveye. ۱۹۹۱. Land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development cooperation. Agricultural Publisher. No. ۷, Brussels, Belgium, ۲۷۴pp.

۱۰. USDA. ۲۰۱۰. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. ۱۱ th edition.

Abstract

In this study compared land suitability evaluation for rainfed wheat using AHP and FAO methods in Kuhin area. According to the study, ۲۳ soil profiles, aerial photo interpretation ۱/۴۰۰۰۰ region, also taking into account the characteristics of soil morphology ۱۶ soil units (land units) was determined in the area. and land evaluation was performed on these units. ۹ criteria including: ($\%CaCo_3$, %OC, %Gravel, Depth, Texture, Apparent CEC, pH, %Slope, Climate) were selected and then compared criteria examined in terms of decision matrix. Comparison of AHP and FAO land indices showed that AHP method has increased the land indices in all of land units. maximum and minimum calculated land indices were ۷۲.۵ (unit ۵) and ۴۸.۵۲ (unit۱۱)), respectively.

مطالعه مورفولوژی و پذیرفتاری مغناطیسی دو مقطع دارای توالی‌های رسوبات لسی- خاک قدیمی جنوب غرب ساری

حامد نجفی کرسامی [۱]، علیرضا کریمی [۲]، غلام‌حسین حق‌نیا [۳]، فرهاد خرمالی [۴]، شمس الله ایوبی [۵]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد 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 علوم خاک دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۵-استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
پذیرفتاری مغناطیسی دو مقطع با توالی رسوبات لسی- خاک قدیمی در منطقه جنوب غرب ساری موردمطالعه قرار گرفت. پذیرفتاری مغناطیسی مقاطع در فواصل ۱۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که پذیرفتاری مغناطیسی تابعی از فرآیندهای خاک سازی و شدت آن‌ها می‌باشد. بیشترین مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در افق Btk و رسوبات لسی‌خاکهای قدیمی $۱/۱۷۲ \times ۱۰^{-۸}$ و $۱۰^{-۸} - ۱/۴۴ m^{۳}kg^{-۱}$ بود. پذیرفتاری مغناطیسی افق Bsskg به دلیل شرایط احیایی کمتر از رسوبات لسی بود. در مقطع دوم پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک به‌خوبی شدت فرآیندهای خاک سازی را در افق‌ها آشکار کرد.

واژه‌های کلیدی: رسوبات لسی، خاک قدیمی، پذیرفتاری مغناطیسی، کربنات‌های ثانویه

مقدمه
وجود خاکهای لسی با توالی لس-خاک قدیمی بیانگر بروز تغییرات اقلیمی در طول ادوار گذشته می‌باشند (Sun, ۲۰۰۲). یکی از روش‌هایی که درزمینه چینه‌شناسی لس و ارتباط آن با تغییرات اقلیمی، ، امکان بازسازی اقلیم گذشته را فراهم کرده است، استفاده از تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی می‌باشد. تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی نقش برجسته‌ای در ثبت و شبیه‌سازی اقلیم گذشته مخصوصاً جهت بازسازی اقلیم دوران کواترنر دارد (Hao et al, ۲۰۱۲). مطالعات نشان می‌دهد که با بهبود شرایط خاک سازی و تکامل خاک، پذیرفتاری مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد (Liu et al, ۲۰۰۵; Wang et al, ۲۰۱۰). ازآنجایی‌که پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های تجمعی (Illuvial) بیشتر از افق‌های تهی شده (Eluvial) می‌باشد، بنابراین میزان افزایش پذیرفتاری مغناطیسی می‌تواند به‌عنوان شاخصی از میزان فرآیندهای خاک‌سازی مطرح گردد (Owliaie et al, ۲۰۰۶ a).

در اکثر مطالعات صورت گرفته بر روی رسوبات لسی چین و اروپا مشخص‌شده است که مقادیر بالای پذیرفتاری مغناطیسی مربوط به خاکهای قدیمی بوده که از تکامل بیشتری برخوردار بودند ولی مقادیر پایین آن، مربوط به لایه‌هایی است که فرآیندهای خاک‌سازی و هوادیدگی، در آن‌ها متوقف‌شده و یا از شدت آن‌ها کاسته شده است (Liu et al, ۲۰۰۵). تاکنون مطالعات خوبی روی رسوبات لسی شمال کشور در استان گلستان صورت گرفته است، ولی مطالعه‌ای بر روی رسوبات لسی شهرستان ساری انجام‌نشده است، مطالعه حاضر اولین مطالعه صورت گرفته بر روی رسوبات این منطقه می‌باشد. اساس اهداف این تحقیق ۱) شناسایی توالی‌های لس و خاک‌سازی و ۲) بررسی روند تغییرات پذیرفتاری مغناطیسی و عوامل مؤثر بر آن در دو مقطع لسی در جنوب غربی شهر ساری بود.

مواد و روش‌ها
پهنه لسی موردنظر در یک کیلومتری جنوب غربی شهرستان ساری واقع‌شده است و به‌صورت باریکه‌ای از روستای بالادزا تا روستای افراتخت امتداد دارد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۵/۷۳۴ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۶/۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و اقلیم آن نیز بر اساس اطلاعات آماری ایستگاه سینوپتیک مهدشت ساری مرطوب با تابستان گرم و زمستان کمی سرد می‌باشد.

برای انجام این تحقیق دو مقطع لسی باضخامت حدود ۵ و ۷ متر شناسایی و تشریح گردید. نمونه‌برداری بافاصله ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌های هوا خشک‌شده پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، جهت آنالیزهای موردنیاز، به آزمایشگاه منتقل شدند.

توزیع اندازه ذرات توسط روش پیپت (Soil Survey Laboratory Methods Manual, ۱۹۹۶) و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی اسیدکلریدریک با عصاره جمع‌آوری‌شده، اندازه‌گیری شد (Richards, ۱۹۵۴). پارامترهای مغناطیسی شامل پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین (lf)، پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس بالا (hf) و پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به فرکانس (fd) به‌منظور بررسی فرآیندهای خاک‌سازی و شدت آن‌ها با حسگر MS۲B و با استفاده از دستگاه Bartington MS۲ Dual Frequency Sensor در دو فرکانس ۴۶/۰ و ۴۶ کیلوهرتز قرائت شد. برای حذف اثر مواد دیا مغناطیس (مواد آلی و کربنات کلسیم معادل) و مقایسه واقعی تغییرات صورت گرفته، پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک (Minerogenic) بر اساس معادله ۱ محاسبه شد.

$$X_{minero} = X_{bulk} \times (۱۰۰ / (۱۰۰ - \%\ water - \%\ Organic\ matter - \%\ Carbonates)) \quad (۱)$$

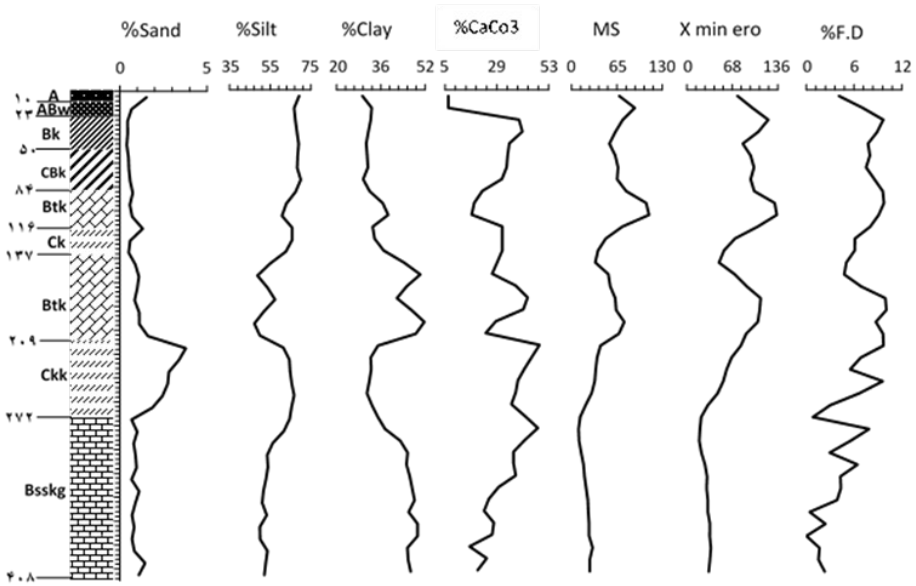
که X_{bulk} پذیرفتاری مغناطیسی نمونه خاک هوا خشک و X_{minero} پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک است.

نتایج و بحث

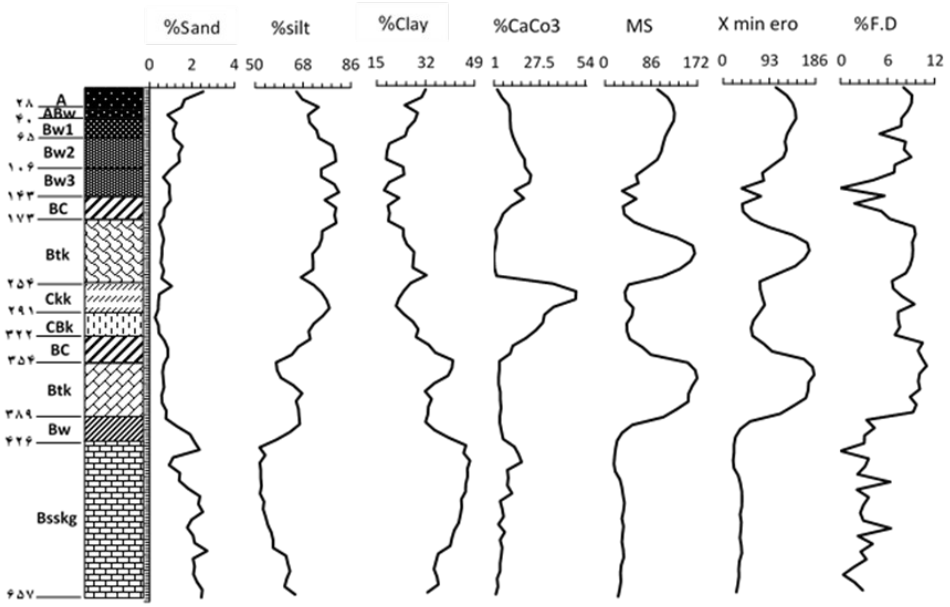
شکل ۱ و شکل ۲، نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم و نتایج حاصل از پذیرفتاری مغناطیسی مقاطع موردمطالعه را نشان می‌دهد. در مقطع ۱ (شکل ۱)، مقادیر شن از ۴/۰ تا ۸/۳، سیلت از ۱/۴۷ تا ۹/۶۹، رس از ۳/۲۹ تا ۳/۵۰ درصد و پذیرفتاری مغناطیسی آن از ۱/۱۰ تا ۹/۱۱۰ متغییر می‌باشد، و برای مقطع ۲ (شکل ۲) مقادیر شن از ۳/۰ تا ۷/۲، سیلت از ۶/۵۱ تا ۵/۸۱، رس از ۶/۱۷ تا ۴/۴۷ درصد و پذیرفتاری مغناطیسی آن از ۶/۱۶ تا ۱/۱۷۲ متغییر می‌باشد.

همان‌گونه که در شکل‌ها مشاهده می‌شود پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های سطحی نسبتاً زیاد است ولی مقدار آن نسبت به افق‌های Btk کمتر است درحالی‌که انتظار بر این است که پذیرفتاری مغناطیسی آن بیشتر باشد. که احتمالاً زیاد بودن آن به دلیل وجود مقادیر زیاد مواد آلی و زهکشی مناسب خاکهای سطحی می‌باشد که طی آن مواد دیا مغناطیس به افق‌های زیرین انتقال‌یافته و موجب کاهش پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های زیرین گردیده است که با نتایج حاصل از تحقیقات Fine et al, (۱۹۹۲) مطابقت دارد، و کمتر بودن مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی افق‌های سطحی نسبت به افق‌های Btk احتمالاً به دلیل بیشتر بودن درصد شن در لایه‌های سطحی می‌باشد. ثابت‌شده است که وجود ذرات شن مانند کوارتز موجب کاهش پذیرفتاری مغناطیسی می‌گردد.

حداکثر مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی در افق‌های Btk می‌باشد، اما مقادیر آن در Btk دوم مقطع اول علی‌رغم تکامل بیشتر، کم است، این امر می‌تواند به دلیل وجود شرایط اکسید و احیا در این افق باشد. وجود اکسیدهای منگنز بر شرایط اکسید و احیا دلالت دارد. Terhorst et al, (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.



شکل ۱ - نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم و پذیرفتاری مغناطیسی ($10^{-8} m^3 kg^{-1}$) مقطع اول



شکل ۲- نتایج حاصل از آنالیزهای توزیع اندازه ذرات، کربنات کلسیم و پذیرفتاری مغناطیسی($10^{-8} m^3 kg^{-1}$) مقطع دوم

افق‌های C در هر دو مقطع از پذیرفتاری مغناطیسی کمی برخوردار هستند که به دلیل تکامل اندک آن‌ها می‌باشد ولی در افق‌های Bsskg مقادیر آن به علت وجود شرایط احیایی به‌شدت کاهش پیداکرده است. همچنین مشاهده‌شده است که در تمامی افق‌ها رابطه مستقیمی بین افزایش رس و پذیرفتاری مغناطیسی وجود دارد، ولی این رابطه برای افق‌های Bsskg معکوس بوده که می‌تواند بیان‌گر این موضوع باشد که پذیرفتاری مغناطیسی در این افق‌ها رابطه بیشتری با فرآیندهای خاک‌سازی نظیر شرایط احیایی و تجمع اکسیدهای منگنز داشته است.

همان‌گونه که در شکل‌ها مشاهده می‌شود، محاسبه پذیرفتاری مینروژنیک ($X_{min\ ero}$) و حذف اثر کربن آلی و آهک ثانویه (کربنات کلسیم معادل)، درروند پذیرفتاری مغناطیسی رسوبات لسی این منطقه تأثیری نداشته و تنها موجب افزایش مقادیر آن‌ها گردیده است.

نتایج حاصل از پذیرفتاری مغناطیسی مینروژنیک در مقطع دوم تغییرات فرآیندهای خاک‌سازی و شدت آن‌ها را بهتر و با پیک‌های واضح‌تری نشان می‌دهد.

منابع

Fine P., Singer M.J. and Verosub K.L. ۱۹۹۲. The use of magnetic susceptibility measurements in assessing soil uniformity in Chronosequence studies. Soil Science Society of America Journal, ۵۶: ۱۱۹۵-۱۱۹۹.

Hao Q.Z., Wang L., Oldfield F., Peng S.Z., Qin L., Song Y., Xu B., Qiao Y.S., Bloemendal J. and Guo Z.T. ۲۰۱۲. Delayed build-up of Arctic ice sheets during ۴۰۰,۰۰۰-year minima in insolation variability. Nature, ۴۹۰, ۳۹۳-۳۹۶.

Liu Q.S., Torrent J., Maher B.A., Yu Y., Deng C.L., Zhu R.X. and Zhao X.X. ۲۰۰۵. Quantifying grain size distribution of pedogenic magnetic particles in Chinese loess and its significance for pedogenesis. Journal of Geophysical Research, ۱۱۰, B۱۱۱۰۲.

Owliaie H.R., Heck R.J., and Abtahi A. ۲۰۰۶a. The magnetic susceptibility of soils in Kohgilouye, Iran. Canadian Soil Science J, ۸۶: ۹۷-۱۰۷.

Richards L.A. (ed.). ۱۹۵۴. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook. No. ۶۰. U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.

Sun J. ۲۰۰۲. Provenance of loess material and formation of loess deposits on the Chinese Loess Plateau. Earth and Planetary Science Letters, ۲۰۳: ۸۴۵-۸۵۹.

Terhorst, B., Appel E. and Werner A. ۲۰۰۱. Palaeopedology and magnetic susceptibility of a loess-palaeosol sequence in southwest Germany. Quaternary International, ۷۶/۷۷: ۲۳۱-۲۴۰

USDA-NRCS. ۱۹۹۶. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report, No. ۴۲.Version ۳. Nebraska.

Wang X.S., L vlie R., Zhao X.Y., Yang Z.Y., Jiang F.C. and Wang S.B. ۲۰۱۰. Quantifying ultrafine pedogenic magnetic grains in Chinese loess by monitoring viscous decay of superparamagnetism. Geochemistry, Geophysics, Geosystems ,۱۱: Q۱۰۰۰۸.

Abstract

Morphology and magnetic susceptibility of two loess-paleosol sequences in southwestern Sari was studied. Magnetic susceptibility of the two sections were measured in ۱۰ cm intervals. The results showed that magnetic susceptibility is a function of soil formation processes and degree of soil development. Maximum magnetic susceptibility values in Btk horizons and loess were ۱۷۲.۱ and ۴۴.۱×۱۰ $^{-۸}m^{۳}kg^{-۱}$, respectively. Due to reduction conditions, magnetic susceptibility in Bsskg horizons was less than loess sediments. In second section, degree of soil development well indicated by minerogenic magnetic susceptibility.

مطالعه اثر کاربری باغی و زراعی بر کانی‌های رسی

پریسا علمداری [۱]، علی باریکلو [۲]، کامران مروج [۱]
۱-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده
جهت حفظ حاصلخیزی و افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار آگاهی از تاثیر کاربری اراضی بر خصوصیات مختلف خاک ضروری است.در این تحقیق اثر کاربری گندم و انگور بر روی کانی‌شناسی خاک شهرستان رزن واقع در استان همدان مورد بررسی قرار گرفت.برای انجام این مطالعه،یک پروفیل در کاربری انگور و یک پروفیل در کاربری گندم حفر گردید.تجزیه‌های کانی‌شناسی با استفاده از پراش پرتو ایکس،نشان داد که کانی‌های رسی در کاربری گندم شامل کلریت،ایلیت و کائولینیت می‌باشد و در کاربری انگور شامل اسمکتیت،ورمیکولیت،ایلیت و کائولینیت می‌باشد.کاربری‌های متفاوت بر نوع کانی‌های رسی شناسایی شده تاثیر داشته است.

کلمات کلیدی: انگور، کانی شناسی رسی، گندم

مقدمه
کانی‌های رسی از فراوانترین کانی‌های موجود در خاك بوده و شامل آلومینوسیلیکات‌ها، آلوفان‌ها و اکسیدهایی چون آهن و آلومینیم می‌باشند. کانی‌های رسی موجود در خاك تأثیر شگرفی بر تمامی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاك دارند. از این نظر شناخت ویژگی‌های آن‌ها و نیز شیوه تشکیل و تبدیل این کانی‌ها به یکدیگر جهت درك بهتر از تشکیل و تکوین خاك امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. رسهای موجود در خاك بر انقباض و انبساط، تهویه، شکل‌پذیری، قابلیت نفوذ آب و ریشه گیاه، تبادلات کاتیونی، تثبیت پتاسیم و آمونیوم و... تأثیر به سزایی دارند (نتلتون و براشر، ۱۹۸۳). کانی‌های رسی تحت عوامل هوادیدگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خاك تشکیل می‌شوند. بر این اساس کانی‌های رسی را به ۳ گروه می‌توان تقسیم کرد: ۱- کانی‌های رسی موروثی: این گروه از کانی‌ها به طور مستقیم به صورت دست نخورده و بدون هیچ‌گونه تغییر ساختاری از مواد مادری به خاك اضافه می‌گردند. برای مثال کلریت در مناطق خشک و نیمه خشک منشاء ارثی دارد (پاشایی، ۱۹۹۹.، امینی جهرمی، ۲۰۰۴ .، عجمی ، ۲۰۰۷.، قرقره چی،۲۰۰۷). همچنین کائولینیت کلریت و ایلیت مشاهده شده در خاکهای استان گلستان منشأ ارثی دارند ۲- کانی‌های رسی تغییر یافته: این گروه با شرایط محیطی خود در تعادل نبوده و در اثر هوادیدگی ملایم و دگرگونی به کانی‌های دیگر تبدیل می‌شوند. به طور مثال اسمکتیت در نواحی مرطوب‌تر شمال غرب استان فارس از تغییر شکل میکا به وجود آمده است (خرمالی و ابطحی، ۲۰۰۳) و ۳- کانی‌های رسی نوتشکیل: این گروه از کانی‌ها در اثر سنتز مواد تخریب شده از کانی‌های اولیه مختلف تشکیل می‌گردد. به عنوان مثال اسمکتیت در خاك‌های دارای زهکشی ضعیف که دارای غلظت بالای منیزیم هستند میتواند به صورت نوتشکیلی از محلول خاك تبلور یابد (پاکوت و میلوت ،۱۹۷۲).

مواد و روش‌ها
شهرستان رزن در دشتی هموار بین مدار '۱۲ ۳۵ تا'۴۳ ۳۵ عرض شمالی و '۳۳ ۴۸تا '۲۷ ۴۹ شرقی استان همدان واقع گردیده است.این شهرستان از ناحیه شمال و شمال غربی به استان قزوین از جنوب به شهرستان همدان از شرق به استان مرکزی و از غرب به شهرستان کبودر آهنگ محدود می‌باشد.در شمال شرقی این رشته کوه خرقان قرار گرفته که بلندترین نقطه آن درمحدوده شهرستان رزن دارای ارتفاع ۲۶۳۰متر از سطح دریا است.از نظر زمین‌شناسی این منطقه بخشی از چهار گوش: کبودرآهنگ (بخش جنوبی)و آوج (بخش شمالی) به شمار می رود.مرز بین زون‌های ایران مرکزی و سنندج سیرجان از این منطقه می‌گذرد و در حقیقت این منطقه بخشی از دو زون را به خود اختصاص می دهد.آب و هوای رزن سردسیر می باشد و در تابستان‌ها از آب و هوای معتدلی برخوردار می باشد و میانگین درجه حرارت سالانه آن به طور متوسط ۱۱ درجه سانتی گراد است. متوسط بارندگی سالانه این شهرستان نیز حدود ۳۰۰ میلی متر محاسبه شده است.رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد. در مجموع با توجه به تقسیم بندی آب و هوایی آب و هوای شهرستان رزن سرد و معتدل کوهستانی محسوب می شود(محمدی و همکاران،۱۳۸۵).

نمونه برداری
به منظور بررسی اثر کاربری اراضی بر کانی‌شناسی رس در منطقه مورد مطالعه یک منطقه دارای دو کاربری گندم و باغ انگور انتخاب گردید به طوری که از نظر مواد مادری، جهت شیب، میزان و درجه شیب و ارتفاع یکسان بوده و حداقل فاصله را با هم داشتند. به منظور تعیین خصوصیات کانی‌شناسی خاک یک پروفیل به عمق ۰-۶۰ در کاربری گندم و یک پروفیل به عمق ۰-۶۰ در کاربری انگور حفر شد. این پروفیل‌ها بر اساس روش‌های استاندارد تشریح شده (soil survey division, ۱۹۹۳)و افق های موجود در آن شناسایی گردید.نمونه‌های خاک جمع آوری شده، هواخشک شده و اجزاء کوچکتر از ۲ میلی متر با الک کردن جدا شد.

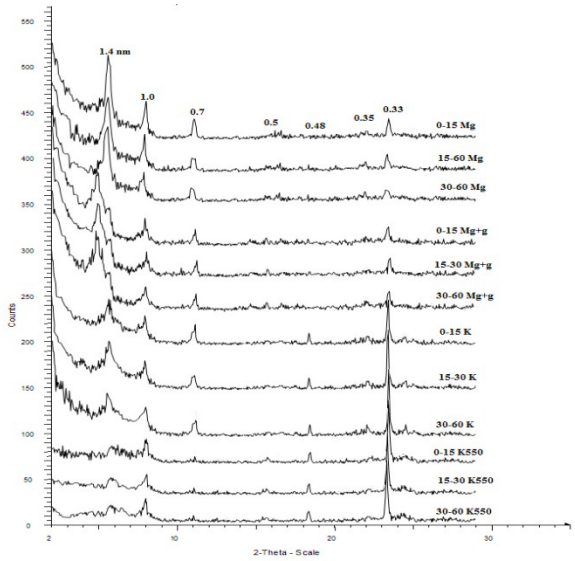
آنالیزهای کانی شناسی خاك‌ها

۱۰گرم نمونه خاك عبور داده شده از الک ۲ میلیمتری جهت خالص سازی رس توزین شد. جهت از بین رفتن عوامل شیمیایی سیمان کننده و جدا شدن ذرات رس از یکدیگر روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۳) و جکسون (۱۹۷۵) ملاك عمل قرار گرفت. ابتدا کربناتهای خاك با استفاده از محلول بافر استات سدیم- اسید استیک (۵(pH= حذف شدند. این واکنش در دمای ۸۰درجه سانتیگراد به صورت بن‌ماری انجام شد. در مرحله بعد مواد آلی خاك با افزودن آب اکسیژنه ۳۰درصد حذف شدند. سپس با استفاده از محلول بیکربنات- سیترات- دیتیونات اکسید آهن ذرات خاك خارج شد. پس از تیمار نمونه ها مرحله تفکیک جزء رس به روش ترسیب انجام گردید. طبق این روش نمونه خاك به سیلندرهای ۱ لیتری منتقل، و با آب مقطر به حجم رسید. سوسپانسیون به دست آمده به طور کامل هم زده شد و پس از گذشت مدت زمان حدود ۸ ساعت و ۳۴ دقیقه جهت جدا کردن ذرات رس مکش سوسپانسیون از عمق ۱۰سانتیمتری آن صورت پذیرفت. رس تفکیک شده جداگانه توسط کلرید منیزیم و کلرید پتاسیم اشباع گردید. تعدادی از نمونه های اشباع شده با منیزیم، با گلیسرول نیز تیمار شد. برای شناسایی کانی‌های رسی نمونه‌ها از دستگاه اشعه ایکس مدل ADVANCE DAاستفاده گردید. نمونه‌های اشباع شده با پتاسیم نیز پس از آنالیز در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد تیمار شده و توسط دستگاه اشعه ایکس مورد تجزیه قرار گرفتند.جهت مطالعه نیمه کمی کانی‌ها از سطح زیر منحنی پیک‌های رده اول کانی‌های یافته شده در تیمار منیزیم- گلیسرول استفاده شد (جونز و همکاران، ۱۹۵۴) و شدت پیک های به دست آمده به عنوان معیاری جهت نشان دادن مقدار تقریبی هر نوع رس به کار رفت.

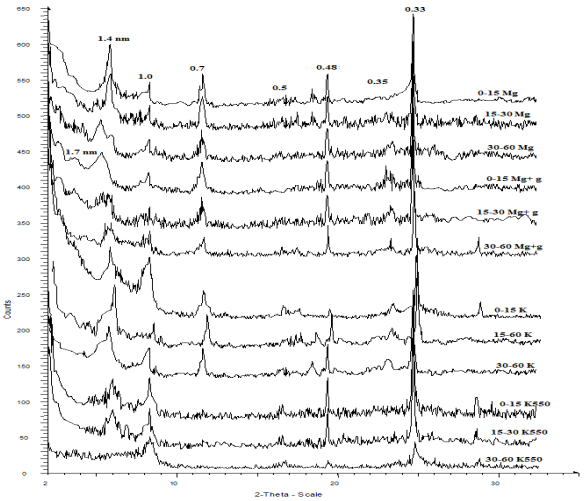
نتایج و بحث

نتایج کانی‌شناسی رس در کاربری گندم :

شکل ۱ نتایج کانی شناسی رس توسط دستگاه XRD را در کاربری گندم نشان می‌دهد. با توجه به گراف‌ها می‌توان نتیجه گرفت که پیک ۴/۱ نانومتر در تیمار منیزیم و منیزیم گلیسرول که در تیمار پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه باقی مانده نشان از وجود کانی کلریت است و با توجه به اندازه قله مقدار آن با افزایش عمق ثابت است. ثابت ماندن پیک ۱ نانومتر در کلیه تیمارهای اعمال شده، دلیل بر وجود رس ایلیت می‌باشد که با افزایش عمق قله پهن تر و ارتفاع آن نیز کمتر می‌شود و مقدار



شکل ۱: دیفراکتوگرام‌های افق‌های مختلف در کاربری گندم



شکل ۲: دیفراکتوگرام‌های افق‌های مختلف در کاربری انگور

آن کاهش می یابد. وجود پیک ۷ / ۰نانومتر در تیمار های منیزیم هواخشک، منیزیم و گلیسرول و پتاسیم هواخشک و از بین رفتن آن در تیمار اشباع از پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه دلیل بر وجود کائولینت است و با افزایش عمق پیک آن مقدار پیک آن تغییر نمی‌کند و مقدار در تمام عمق ها ثابت است.

نتایج کانی‌شناسی رس در کاربری انگور :

شکل ۲ نتایج کانی شناسی رس توسط دستگاه XRD را در کاربری انگور نشان می‌دهد. باتوجه به گراف ها حضور قله ۴/۱ نانومتر در تیمار اشباع با منیزیم و تغییر آن به ۷/۱ نانومتر در تیمار با گلیسرول در عمق های صفر تا ۱۵ سانتی متری و ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری دلیلی بر حضور کانی منبسط شونده می‌باشد و با توجه به تغییر قله از ۴/۱ نانومتر به ۱ نانومتر در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد دلیل بر حضور کانی اسمکتایت است و با افزایش عمق از مقدار آن کاسته شده است. پایداری بخشی از قله ۴/۱ نانومتر در تیمار اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه دلیلی بر حضور مقداری هیدروکسی اینترورمیکولیت می باشد. همچنین حضور قله پهن در دامنه ۱تا ۴/۱ نانومتر در تیمار منیزیم دلیل بر حضور مقدار ایلیت به صورت مخلوط بوده، عدد متقارن قله ۱ نانومتر در تیمار با منیزیم دلالت بر حضور مقدای ایلیت - اسمکتایت دارد مقدار ایلیت در طول پروفیل ثابت است.کاهش شدت قله ۴/۱ نانومتر و افزایش شدت قله ۱ نانومتر در تیمار پتاسیم دلیل بر حضور مقداری کم از ورمی‌کولیت می‌باشد. بیشترین مقدارکانی ورمی‌کولیت با توجه به اندازه قله در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری می‌باشد که با افزایش عمق از مقدار آن کاسته می‌شود احتمالاً با توجه به عدم تقارن ۴/۱ در تیمار با منیزیم مقداری کانی مخلوط ورمی‌کولیت - اسمکتیت وجود دارد. مقدار ورمی‌کولیت با افزایش عمق کمتر می شود. حضور قله ۷/۰ نانومتر درتمام تیمارها و تخریب آن در تیمار با پتاسیم با حرارت ۵۵۰ درجه دلیل بر حضور مقداری کائولینیت می‌باشد که مقدار آن با عمق تغییری نشان نداده است.

مقایسه نتایج کانی‌شناسی دو کاربری :

با توجه به بررسی انجام شده در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر درکاربری گندم کانی‌های ورمی‌کولیت،کائولینیت و ایلیت وجود دارد.در کاربری انگور علاوه بر این کانی‌ها مقادیری کانی اسمکتیت نیز موجود است.در عمق ۱۵ تا ۳۰سانتی متری در کاربری گندم کانی‌های ورمی‌کولیت،کائولینیت و ایلیت موجود است. در کاربری انگور کانی ایلیت- اسمکتیت نیز موجود است. مقدار کانی ورمی‌کولیت جزئی در کاربری انگور بیشتر است.در عمق ۳۰ تا ۶۰سانتی متری کاربری گندم کانی‌های ورمی‌کولیت کائولینیت و ایلیت دیده می‌شود. در کاربری انگور جزئی اسمکتیت و کانی مخلوط ایلیت و ورمی‌کولیت نیز موجود است.

جدول ۱: کانی‌های کاربری گندم

عمق(cm)	کانی‌های رسی
۰-۱۵	کلرایت>ایلیت>کائولینایت
۱۵-۳۰	کلرایت>ایلیت>کائولینایت
۳۰-۶۰	کلرایت>ایلیت>کائولینایت

جدول ۲: کانی‌های کاربری انگور

عمق(cm)	کانی‌ها
۰-۱۵	کائولینیت>ایلیت>ورمی‌کولیت>اسمکتیت

کائولینیت>ایلیت>ورمی کولیت>اسمکتیت

۱۵-۳۰
۳۰-۶۰

کائولینیت>ایلیت>ورمی کولیت>اسمکتیت

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه می‌توان به این نتیجه رسید که به علت خشک بودن منطقه و حداقل بودن مقدار هوادیدگی، توزیع بسیاری از کانی‌های رسی در خاک‌های مورد مطالعه به شدت تحت تأثیر ترکیب کانیهای رسی مواد مادری این خاک‌ها بوده و هیچ گونه هوادیدگی و تحول در کانی‌هایی مانند ایلیت و کلریت مشاهده نمی‌شود. به نظر می رسد به دلیل آبیاری در کاربری انگور شرایط برای تبدیل کانی ایلیت به کانی‌های ورمی‌کولیت و اسمکتیت فراهم بوده است.

منابع

Abtahi A. ۱۹۷۷. Effect of saline and alkaline ground water on soil genesis in semiarid regions of southern Iran. Soil Sci. Am. J. ۴۱: ۵۸۳-۵۸۸.

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 watershed. M.Sc. Thesis, GorganUniversity of Agricultural Sciences and Natural Resources, ۱۹۱p. (In Persian)

AminiJahromi, H. ۲۰۰۴. Soil physico-chemical and mineralogical properties as affected by different geomorphic positions, on loess parent material in two different climatic regions of Golestan Province. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ۹۸p. (In persian)

Barnhisel R.I. and Bertsch P.M. ۱۹۸۹.Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectite. P ۷۲۹-۷۸۸, In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (eds.), Minerals in Soil Environments. Second edition edn.Soil Science Society of America, SSSA Book Series, Vol. ۱ Madison, WI, USA.

Borchardt G. ۱۹۸۹. Smectites. P ۶۷۵-۷۲۸, In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (eds.), Minerals in Soil Environments. Second edition edn.Soil Science Society of America Book Series, Vol. ۱, Madison, WI, USA.

Bouyoucos G.J. ۱۹۶۲. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. ۵۴: ۴۶۴-۴۶۵

Jackson M.L. ۱۹۷۵.Soil Chemical Analysis.Advanced Course.University of Wisconsin, College of Agriculture, Department of Soils, Madison, Wisconsin, USA. ۳۴۵p

Johns W.D., Grim, R.E., and Bradley, W.F. ۱۹۵۴.Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. J. Sediment Petrol. ۲۴: ۲۴۲-۲۵۱.

Kittrick J.A. and Hope, E.W. ۱۹۶۳. A procedure for particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Sci. ۹۶: ۳۱۲-۳۲۵.

Nelson D.W. and Sommers, L.E. ۱۹۸۲.Methods of soil analysis. Agronomy Mon. ۹: ۵۳۹-۵۷۹.

Soil Survey Division Staff. ۱۹۹۳. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook ۱۸.

Abstract

To investigate the impact of land use change on the clay mineralogy, two land uses including Wheat and grape in Razan region on Hamedan province was selected. In each land use composite soil samples from ۰ - ۳۰ and ۳۰ - ۶۰ and ۶۰-۹۰ cm depths of both lands were taken. Selected surface and subsurface samples were also collected for clay mineralogy studies. Results showed that wheat land use consist of illite, chlorite and kaolinite but grape land use had illite, kaolinite, chlorite, vermiculite and smectite and detected clay minerals were affected by different land use.

ارزیابی تغییرات زمانی پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سیرجان استان کرمان

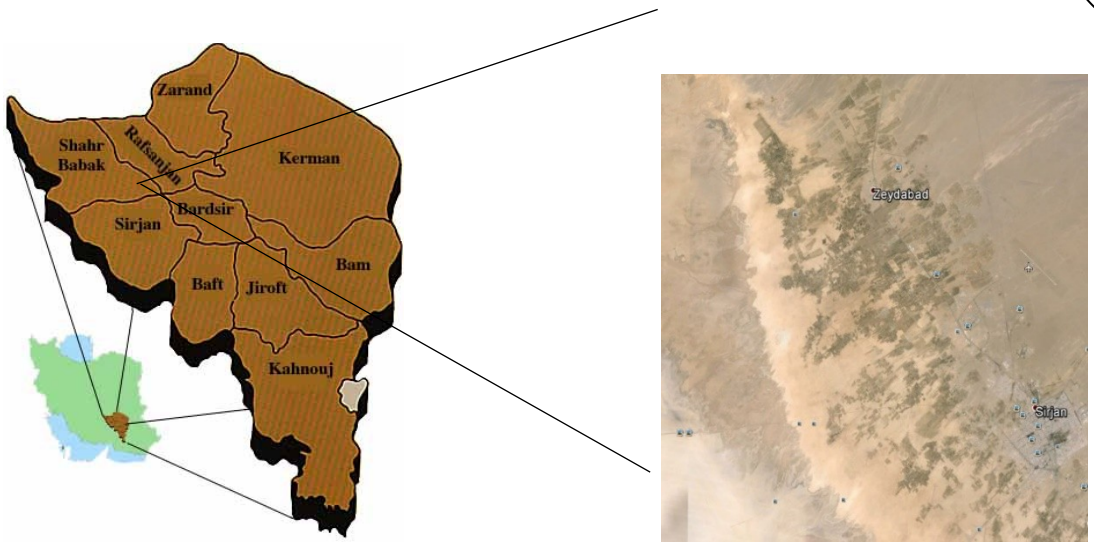
فریده السادات ابراهیمی [۱]، اردوان کمالی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

چکیده
کاربری اراضی از جنبه‌های مهم بررسی مدیریت پایدار اراضی می‌باشد و ارزیابی تغییرات کاربری سبب مدیریت بهتر و کاهش تخریب منابع آب و خاک خواهد شد. هدف این پژوهش پایش تغییرات ایجاد شده در بازه زمانی ۱۴ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سیرجان می‌باشد. در این پژوهش ابتدا تصاویر ماهواره لندست سنجنده‌های ETM+ و OLI مورد تصحیح اتمسفری، رادیومتری و هندسی قرار گرفتند و بر اساس الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شدند. سپس نقشه‌های کاربری اراضی تولید شده از طریق تفاضل دو تصویر، مورد مقایسه قرار گرفتند. صحت عمومی ۸۰ و ۸۲ درصد و ضریب کاپا ۷۰/۰ و ۷۷/۰ به ترتیب برای تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴، حکایت از دقت مناسب طبقه‌بندی‌های انجام شده داشت. نتایج پژوهش نشان داد که اراضی مورد مطالعه شورتر و به همان اندازه از وسعت باغ‌های پسته کاسته شده‌است که این امر ضرورت مدیریت دقیق منابع آب و خاک را در این ناحیه گوشزد می‌نماید.

کلمات کلیدی : پایش کاربری اراضی، پسته، خاکهای شور، سنجش از دور، سیرجان

مقدمه
از دلایل تخریب اراضی در سال‌های اخیر تغییر کاربری می‌باشد. تخریب و تغییر کاربری ممکن است در اثر عواملی نظیر خشکسالی، آتش سوزی، سیلاب، فعالیت‌های آتشفشانی و فعالیت‌های انسانی مانند چرای دام، گسترش شهرها، اراضی کشاورزی و نحوه مدیریت منابع طبیعی ایجاد شود (موندیا و آنیا، ۲۰۰۵؛ اجیگا، ۲۰۰۶). با ارزیابی تغییرات کاربری یا یک پدیده خاص در سطح زمین در طول زمان فهم بیشتر از روابط و ارتباط متقابل بین انسان و پدیده‌های طبیعی حاصل و امکان برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی، برای کاستن از اثرات تخریبی امکان‌پذیر می‌گردد. ارزیابی تغییرات که عبارت از پروسه تشخیص و تفکیک تفاوت‌ها در وضعیت یک کاربری یا پدیده‌ی مورد نظر در زمان‌های متفاوت می‌باشد، در دهه‌های اخیر به منظور دستیابی به مدیریت پایدار اراضی مطرح گردیده است (لو و همکاران، ۲۰۰۴). در حال حاضر فناوری سنجش از دور با استفاده از داده‌های چند زمانه بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی با کمترین زمان و هزینه بوده است. محققین متعددی (اکبری و همکاران،۱۳۸۶ ؛ خلاقی، ۱۳۸۵؛ بوری و کاپریولی، ۲۰۰۵؛ مرادی و همکاران، ۲۰۰۸ ؛ والتر، ۲۰۰۴) در پایش تغییرات کاربری از تصاویر ماهواره‌ای استفاده نموده‌اند. پسته یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی کشور است که از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و ... اهمیت فوق العاده‌ای دارد. ارزش تولید این محصول گران‌بها و بی‌نظیر حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیر نفتی کشور می‌باشد . بنابراین تلاش در جهت حفظ این محصول که تنها با تکیه بر تحقیقات امکان‌پذیر است، نه تنها منافع اقتصادی حاصل از کشت آن را به‌دنبال دارد بلکه مزایای ناشی از کویرزدایی را نیز به همراه دارد. شهرستان سیرجان به دلیل اینکه مقام دوم را از نظر تولید محصول پسته در استان کرمان دارد و موقعیت جغرافیایی خاص این شهرستان آن را به قطب اقتصادی استان کرمان و کشور ایران تبدیل کرده است، به عنوان منطقه موردمطالعه انتخاب گردید. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تغییرات کاربری در یک دوره ۱۴ ساله با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها
معرفی مورد مطالعه
منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی شهرستان سیرجان با مساحت ۵/۲۷۱۸ کیلومتر مربع واقع در طول‌های "۹۰ '۱۴ °۲۹ تا" ۵۷ '۴۷ °۲۹ و عرض‌های جغرافیایی " ۴۳ '۵۱ °۵۵ تا"۹۲ '۲۴ °۵۵ انتخاب شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا در حدود ۱۷۳۵متر می‌باشد. آب و هوای سیرجان نیمه بیابانی، در تابستان نسبتاً گرم وخشک و در زمستان سرد و در بهار همراه با بارندگی است. منطقه مورد مطالعه بر روی واحدهای فیزیوگرافی مخروط افکنه، دشت‌های دامنه‌ای، دشت‌های سیلابی و اراضی پست قرار گرفته است که مهم‌ترین کاربری اراضی را کشت آبی گیاهان پسته تشکیل می‌دهد (شکل ۱).



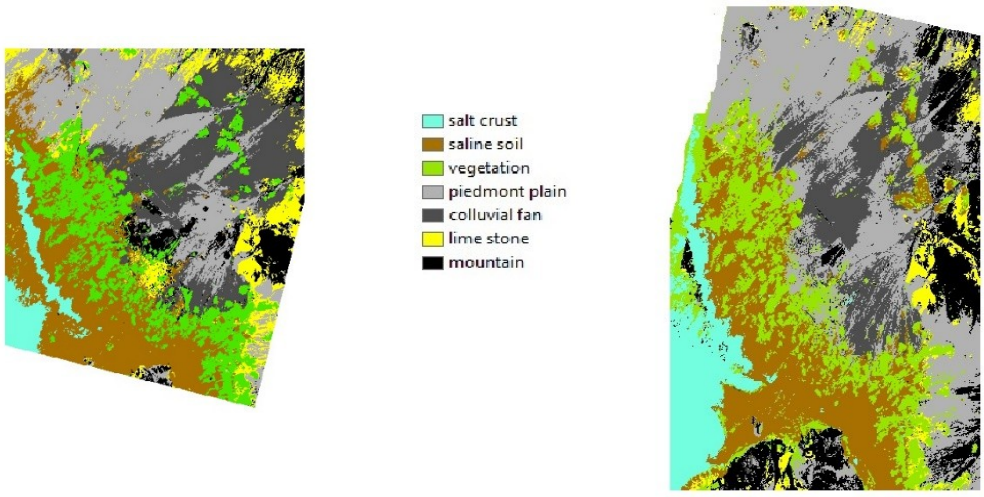
شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

پردازش تصاویر ماهواره‌ای

در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ی سنجنده‌های ETM+ و ۸ Landsat مربوط به جولای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ استفاده شد. از آنجاکه هدف پژوهش ارزیابی تغییرات در دو تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی مختلف بود ابتدا محدوده منطقه مورد مطالعه بر روی تصاویر موردنظر در نرم‌افزار ENVI۵.۱ جدا شدند، سپس مورد تصحیح اتمسفری و رادیومتری قرار گرفتند. برای تصحیح هندسی تصاویر مذکور از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه استفاده شد و به این ترتیب تصاویر زمین مرجع شدند. در مرحله بعد طبقه‌بندی نظارت شده بر اساس الگوریتم حداکثر احتمال بر روی تصاویر انجام گرفت. طبقه‌بندی نظارت شده با معرفی نواحی آموزشی به نرم‌افزار انجام می‌شود. به این منظور شناسایی نواحی آموزشی برای معرفی آن‌ها در تصویر سال ۲۰۱۴ از طریق بازدیدهای میدانی انجام شده در تابستان همان سال و برای تصویر سال ۲۰۰۰ به‌کمک پرسش‌نامه‌های تکمیل شده در صحرا توسط مالکین اراضی و در ارتباط با نوع کاربری اراضی در سال مذکور انجام شد. پس از بررسی صحت طبقه‌بندی از طریق تفاضل دو نقشه طبقه‌بندی، اختلافات مورد بحث و بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

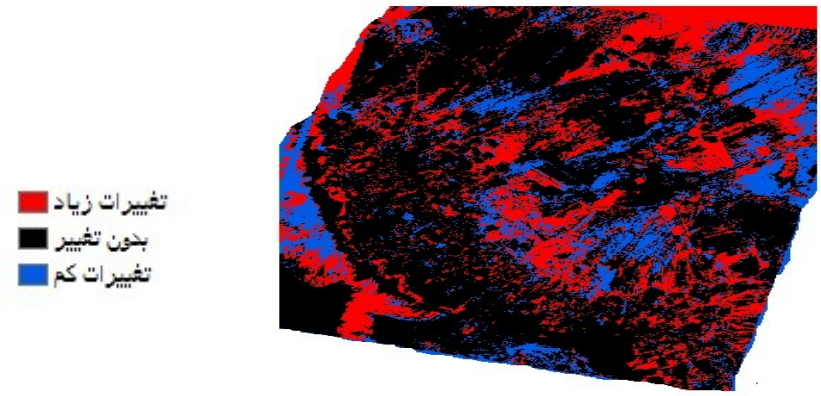
شکل‌های ۲ نقشه کاربری‌های اراضی را در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ نشان می‌دهند که از طریق طبقه‌بندی نظارت شده تهیه شدند و به‌ترتیب دارای صحت عمومی ۸۰ و ۸۲ درصد و ضریب کاپا ۷۰/۰ و ۷۷/۰می‌باشد.



(ب) **(الف)**

شکل۲. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۰ (الف) و سال ۲۰۱۴ (ب)

به‌طوریکه در شکل ۲ مشاهده می‌شود منطقه موردنظر دارای کاربری‌های کفه‌نمکی، خاکهای شور، باغ‌های پسته، مخروط افکنه، دشت‌های دامنه‌ای، سنگ آهکی و کوه می‌باشد. به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی مذکور، نقشه تغییرات کاربری اراضی تفاضل دو نقشه طبقه‌بندی شده مطابق شکل ۳ به‌دست آمد.



شکل ۳. نقشه تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۴ ساله (۲۰۱۴-۲۰۰۰)

جدول ۱. میزان تغییرات کاربری‌های اراضی نسبت به سال ۲۰۰۰ (برحسب درصد)

کلاس	کفه نمکی	خاک شور	پوشش گیاهی	دشت‌های دامنه‌ای	مخروط افکنه	**برون زدگی سنگ آهک**	کوه
درصد تغییرات	-۵۷۳/۵۹	۷۴/۱۴	-۶۲۴/۱۵	-۲۶۷/۲۹	۳۳۷/۳۶	بدون تغییر	بدون تغییر

نتایج این پژوهش (جدول ۱و شکل ۳) نشان داد که بیشترین تغییرات مربوط به کفه نمکی است که در سال ۲۰۰۰ قسمت بیشتری از نواحی جنوبی و جنوب غربی را به خود اختصاص داده بود ولی در سال ۲۰۱۴ کفه مذکور پس‌روی نموده و در حدود ۶۰ درصد کاهش سطح این کلاس را باعث شده است. با توجه به آمار هواشناسی ۳۰ساله ایستگاه سینوپتیک شهرستان سیرجان (اداره هواشناسی استان کرمان) بارندگی سالیانه کمتر در سال ۲۰۰۰ (۶۷ میلی‌متر) و به‌خصوص فقدان بارندگی در ماه جولای در مقایسه با سال ۲۰۱۴ (۸/۱۶۸ میلی‌متر) می‌تواند دلیل احتمالی این اتفاق باشد. با بررسی درصد تغییرات خاکهای شور و باغ‌های پسته در این دوره زمانی که هردو در حدود ۱۵ درصد می‌باشند، مشخص می‌گردد که شورشدن خاک با کاهش مساحت باغ‌های پسته ارتباط مستقیم داشته است. این مسئله مدیریت آبی ضعیف و استفاده از منابع آب با کیفیت پایین را در سالیان اخیر گوشزد می‌نماید. نشاط و زین الدینی (۱۳۹۲) نیز نتیجه مشابهی را در این منطقه بدون بررسی تصاویر ماهواره‌ای و صرفا بر اساس مطالعات صحرایی به‌دست آورده‌اند. همچنین بررسی تغییرات کاربری‌های دشت دامنه‌ای و واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه‌دار حاکی از افزایش وسعت واریزه‌ها نسبت به دشت‌های دامنه‌ای داشته است که احتمالا به‌دلیل تغییرات اقلیم و افزایش باران‌های سیل آسا در چند سال اخیر می‌باشد) (ICCP, ۲۰۱۴). در اثر این نوع بارندگی‌ها تجمع سنگریزه و ذرات درشت در سطح دشت‌ها افزایش پیدا کرده و لذا سبب توسعه مخروط‌های افکنه سنگریزه‌دار می‌گردد. به این ترتیب نتایج این پژوهش شورتر شدن اراضی و کاهش سطح زیر کشت باغ‌های پسته را در ۱۵ سال گذشته یادآور نمود و لزوم تکیه بر مدیریت دقیق‌تر منابع آب و خاک را پیشنهاد می‌نماید.

منابع

اداره هواشناسی استان کرمان. ۱۳۹۴. آمارو اطلاعات. www. weather.kr.ir.

اکبری، م. کریم‌زاده، ح. م. مدرس، ر. و چکشی، ب. ۱۳۸۶. ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (منطقه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان). نشریه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۴، شماره ۲، صفحه‌های ۱۲۴-۱۴۲.

خلاقی، س. ۱۳۸۵. پایش تغییرات خط ساحل دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز.

مرادی، ح. فاضل‌پور، م.ر. صادقی، س. ح. ر. و حسینی، س. ز. ۱۳۸۷. بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۱، صفحه‌های ۱۲-۱.

نشاط، ع. و زین‌الدینی، ع. ۱۳۹۲. بررسی اثر پیشروی آب شور بر کیفیت آب آبیاری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تحت کشت پسته منطقه سیرجان. علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره پانزدهم، شماره دو، صفحه‌های ۲۲-۱۴.

Borri.D, M. and Caprioli, E. ۲۰۰۵. Spayial Informattion Extraction from VHR Satellite Data to Detect land Cover Transformations. Polytechnic University of Bari, Italy.

ICCP. ۲۰۱۴. International Conference on Complementarity Problems. Berlin, Germany.

Lu, D., Mausel, P., Brondi'Zio, E., and Moran, E. ۲۰۰۴. Change detection techniques. International Journal Remote Sensing, ۲۵: ۲۳۶۵-۲۴۰۷.

Mundia, C.N., and Anyia, M. ۲۰۰۵. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS. International Journal of Remote Sensing, ۲۶: ۲۸۳۱-۲۸۴۹.

Ojigi, L.M. ۲۰۰۶. Analysis of spatial variations of Abuja land use and land cover from image classification algorithms. In Proceedings of the ISPRS Commission VII Mid-term Symposium Remote Sensing: From Pixels to Processes". Ens chede, The Netherlands.

Walter, V. ۲۰۰۴. Object-based classification of remote sensing data for change detection. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, ۵۸: ۲۲۵-۲۳۸.

Abstract

Land use is one of the most important aspects of sustainability and its change detection leads to better management also decreases the soil and water degradation. The aim of this study was to monitoring the land use changes by remotely sensed data during ۲۰۰۰-۲۰۱۴ periods in Sirjan. The Landsat satellite images from ETM+ (Landsat ۷) and OLI (Landsat ۸) sensors were calibrated by radiometric, atmospheric and geometric corrections and supervised classification were conducted on them through maximum likelihood approach. The overall accuracy of %۸۰ and %۸۲ and kappa coefficient of ۰.۷۰ and ۰.۷۷ for ۲۰۰۰ and ۲۰۱۴ images, respectively indicated to acceptable confidence of these two maps. Comparison between the generated land use maps by image difference method showed the soils were become more saline and the pistachio orchards were become sparse during this period. Results illustrate the need to careful management of soil and water resources in Sirjan.

کانی‌شناسی و تکامل خاکهای تشکیل شده در تراس‌های آبرفتی حوزه گرگانرود

سید علی حسینی [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، آرش امینی [۳]، فرشاد کیانی [۴]
۱-دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳-ستادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴- گروه زمین دانشگاه گلستان

چکیده
جهت مطالعه تکامل خاکهای تراس‌های آبرفتی، یکی از سرشاخه‌های گرگانرود در منطقه کلاله انتخاب و سپس حفر پروفیل و نمونه‌برداری انجام شد. به منظور بررسی اثر زمان بر روی تکامل خاک خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت. بطور کلی میزان ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، درصد رس و سیلت بر خلاف درصد شن و کربنات کلسیم معادل از تراس‌های بالایی به سمت تراس‌های انتهایی روند کاهشی نشان داد. خاک تراس‌های بالایی متکامل‌ترند و در گروه بزرگ تیپیک کلسی‌زرپت و تراس‌های میانی با شرایط اکویک در زیرگروه اکویک هاپلوزرپت قرار می‌گیرند تراس‌های انتهایی که دارای بافت درشت‌تری هستند در راسته انتی‌سول طبقه‌بندی می‌شوند. بررسی‌های کانی‌شناسی نشان داد که کانی‌های موجود در تمامی تراس‌ها شامل اسمکتایت، مسکوایت، کلرایت و کایولینایت می‌باشد. بنابرین تمامی تراس‌ها از نظر کانی‌شناسی یکسان هستند بجز اسمکتایت که در تراس‌های بالایی به جهت تکامل بالاتر، نسبت به تراس‌های پایینی دارای مقدار بیشتری است.

واژه های کلیدی: کانی‌شناسی، تراس آبرفتی، خاک

مقدمه
تکامل خاک‌ها متأثر از عوامل پنج‌گانه تشکیل‌دهنده خاک شامل اقلیم، ماده‌ی مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان است. خاک‌ها پیوسته در حال تغییر بوده، با زمان تحول می یابند البته عامل زمان به طور غیر مستقیم در تکامل خاک مؤثر است.
یک ردیف زمانی عبارت است از تشکیل و تغییر خاک به صورت تابعی از زمان و موقعیت اولیه وقتی که سایر فاکتورهای خاکسازی ثابت باشند. پادگانه‌ها یکی از بهترین مکان‌ها برای مطالعه ردیف زمانی است. پادگانه‌ها سطوح ژئومورفولوژیکی گذاشته شده قدیمی هستند که با جریان‌های فعلی ارتباطی ندارند. عوامل عمده تشکیل دهنده پادگانه‌ها عبارتند از : کم شدن اب رودخانه ها، پسروی و پیشروی آب دریا و تخریب تکتونیکی یک دشت. خاکهای تشکیل شده روی پادگانه‌ها برای مطالعه تاثیر زمان بر تکامل خاک بسیار مناسب و اطلاعات مهمی در مورد تغییرات اقلیمی ارائه داده و دوران‌های پایدار و ناپایدار را در رژیم رطوبتی گذشته مشخص میکنند. (ترابی گل‌سفیدی و همکاران، ۱۳۸۱)
خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکها تا حد زیادی توسط کانی‌های خاک بویژه آنهایی که در محدوده اندازه رس هستند کنترل میشود.(خرمالی و همکاران، ۱۳۹۱) کانی‌های خاک شامل کانی‌های اولیه و ثانویه میباشد کانی‌های اولیه معمولا از سنگ‌های اذرین و دگرگونی منشا میگیرند در حالیکه کانی‌های ثانویه در دماهای پایین بوجود امده‌اند و از سنگ‌های رسوبی به ارث رسیده و یا در خاک در نتیجه هوادیدگی ایجاد میشوند(خرمالی و همکاران، ۱۳۹۱) کانیهای خاک با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاص خودشان، نسبت به هوادیدگی مقاومت نشان میدهند. کانیهای اولیه با توجه به شرایط تشکیل، برعکس کانیهای ثانویه، کمترین مقاومت را نسبت به هوادیدگی دارند.
در تحقیقی بر روی سه پادگانه رودخانه سفیدرود (ترابی گل‌سفیدی و همکاران، ۱۳۸۱)، نتایج نشان داد که تکامل پروفیلی از دشت سیلابی رودخانه سفیدرود بطرف پادگانه‌های بالایی افزایش میابد. افزایش مواد آلی، ازت کل، ظرفیت تبادل کاتیونی و غیره نشاندهنده تکامل خاک بطرف پادگانه‌های بالایی بوده است. همچنین مطالعات کانی‌شناسی بیانگر این است که کلرایت از دشت سیلابی بطرف پادگانه میانی و بالایی در نتیجه افزایش سن، کاهش pH و شستشوی زیاد به کانی‌های اسمکتایت، رس‌های بین لایه‌ای و برخی کانی‌های مختلط نامنظم تبدیل شده است.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در حاشیه یکی از انشعابات رودخانه گرگانرود و در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر کلاله استان گلستان واقع شده است. این منطقه در عرض جغرافیایی ۶ ۳۰ ۳۷ تا ۴۰ ۲۹ ۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ۳۸ ۳۲ ۵۵ تا ۱۴ ۳۲ ۵۵ شرقی واقع شده است. رودخانه مورد نظر شامل شش پادگانه می‌باشد. تمامی تراس‌ها برای کشت گندم و شالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر روی هر یک از تراس‌ها پروفیلی به عنوان شاهد حفر و طبق سیستم رده‌بندی خاک آمریکایی تشریح گردید. از هر یک از افق‌ها نیز نمونه‌ای دست‌خورده برای آزمایشات فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی برداشته شد و پس از هواخشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور دادیم. . بافت خاک به روش هیدرومتری(بویوکوس، ۱۹۶۲)، تعیین درصد اشباع (پیچ و همکاران، ۱۹۸۷)، درصد کربنات کلسیم معادل با تیتراسیون اسیدیته به همراه دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه EC

متر (پیچ و همکاران، ۱۹۸۷) اندازه گیری شد. درصد کربن آلی خاک نیز به روش (پیچ و همکاران، ۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد. ظرفیت تبادل کاتیونی با استات آمونیوم تعیین شد (چاپمن، ۱۹۶۵).

بیست گرم نمونه خاک جهت خالص‌سازی رس توزین شد سپس جهت از بین رفتن عوامل شیمیایی سیمان کننده و جدا شدن ذرات رس از یکدیگر روش مهرا و جکسون (۱۹۶۰)، کیتریک و هوپ (۱۹۶۳) و جکسون (۱۹۷۵) ملاک عمل قرار گرفت.

طبق روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۳) آماده سازی نمونه ها برای پراش پرتو ایکس انجام شد. دستگاه اشعه ایکس مورد استفاده برای شناسایی کانی ها مدل شیمادزو ۶۱۰ XD-. که دارای لامپ مس ۵۴/۱= آنگستروم و جریانی معادل ۴۰ میلی آمپر و ولتاژی برابر ۴۰ کیلوولت داشت. نمونه‌های تیمار با منیزیم از ۲-۳۰ درجه ۲ و تیمارهای پتاسیم، اتیلن گلیکول و حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد از ۲-۱۵ درجه ۲ مجاورت پرتو ایکس قرار گرفتند. برای مطالعه نیمه کمی کانی‌ها از سطح زیر منحنی پیک های رده اول کانی های یافته شده در تیمار منیزیم- گلیسرول به عنوان شدت پیک‌ها استفاده شد (جونز و همکاران، ۱۹۵۴) و شدت پیک‌های به دست آمده به عنوان معیاری برای نشان دادن مقدار تقریبی هر نوع رس به کار رفت.

نتایج و بحث

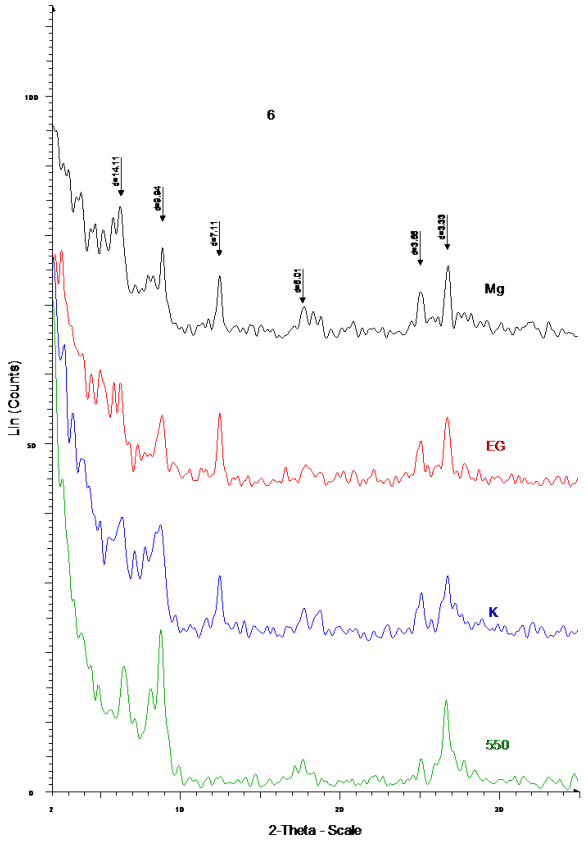
جهت مطالعه روند تکاملی خاک تراس‌های آبرفتی، از بین هفت پروفیل حفر شده سه مورد انتخاب و متوسط خصوصیات فیزیکوشیمیایی به همراه رده‌بندی پروفیل‌های انتخابی در جدول (۱) آورده شده است. تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ذرات اولیه خاک مشاهده می‌شود. رس با نزدیک شدن به تراس‌های انتهایی رودخانه کاهش محسوسی نشان داد درصورتی که شن، روند افزایشی داشت. البته پروفیل تراس چهارم بافت سنگین‌تری نسبت به تراس‌های بالایی دارد که بدلیل کشت مکرر شالی است. واکنش خاک (pH) از تراس اول تا تراس هفتم تقریبا تغییر خاصی نشان نمی‌دهد که این نیز بخاطر شخم مکرر زمین‌های منطقه برای کشاورزی و بالا آمدن آهک افق‌های زیرین می‌باشد. میزان کربنات کلسیم معادل و ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب روند افزایشی و کاهشی را از تراس‌های بالایی به طرف تراس‌های انتهایی نشان می‌دهد که نشاندهنده تکامل کمتر تراس‌های مجاور بستر کنونی رودخانه می‌باشد. همچنین درصد کربن آلی در تراس‌های بالایی بیشترین مقدار، و در تراس‌های پایینی کمترین مقدار را دارد. با توجه به اطلاعات جدول شماره (۱) تراس‌های بالایی (پروفیل اول) بیشترین تکامل رانشان میدهد در صورتیکه تراس‌های انتهایی (پروفیل هفتم) جوانتر می‌باشند و کمترین تکامل را دارند.

جدول ۱ - متوسط خصوصیات فیزیکوشیمیایی پروفیل‌ها انتخابی

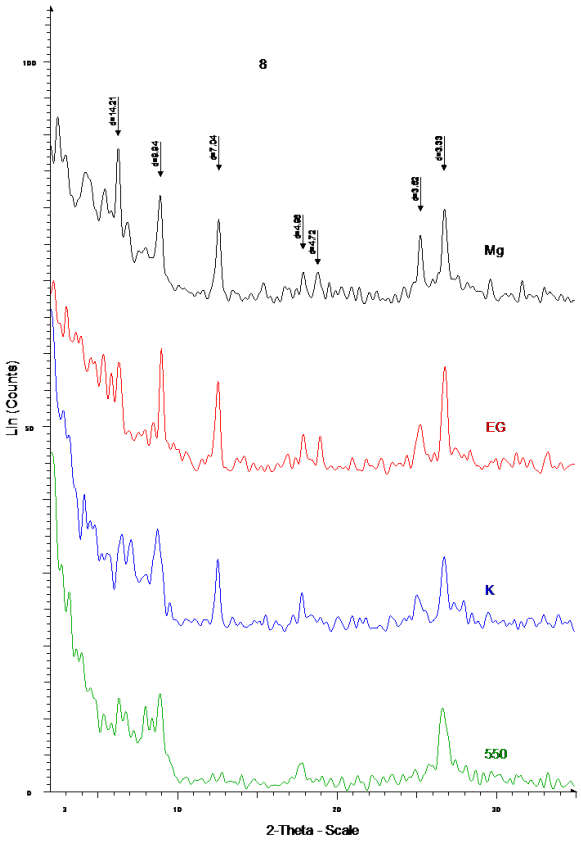
	شماره پروفیل و رده‌بندی خاک	عمق (cm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	هدایت الکتریکی (EC) $dS.m^{-1}$	رطوبت درصد اشباع (SP%)	واکنش pH	کربن آلی (OC%)	کربنات کلسیم معادل (CCE%)	ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) $cmol(+).kg^{-1}$
تراس های بالایی	Typic Calcixerolls P۱	۰-۱۱۰	۳۵/۲۲	۳/۶۹	۳۵/۸	۴۱/۴	۲۳/۴۶	۵ ۱/۷	۱	۴۶/۱۸	۷۶/۱۰
تراس های میانی	Aquic Haploxerepts P۴	۰-۱۲۵	۳/۳۲	۶ ۱	۴/۶	۸۲/۲	۲۴/۵۳	۷ ۹/۷	۷۵/۰	۲۹/۱۸	۰۹/۱۴
تراس های انتهایی	Lithic Xerorthents P۷	۰-۱۲۰	۷/۲۱	۳/۴۲	۳۶	۳۸/۲	۹۴/۲۵	۵ ۲/۷	۳/۰	۷۵/۳۶	۵/۶

نتایج بدست آمده از مطالعات کانیشناسی (شکل ۱) افق C تراس‌های اول، ترتیب فراوانی کانی‌های رسی را به صورت (M K S)، نشان می‌دهد. ولی در افق‌های بالایی این تراس‌ها شاهد افزایش مقدار کانی اسمکتایت بودیم که دلیلی بر تکامل تراس مورد نظر می‌باشد. تراس دوم و سوم نیز مشابه تراس اول است که نشان میدهد که این تراس‌ها منشاء یکسانی دارند.

فراوانی کانی‌های رسی در افق Bg۱ تراس چهارم به صورت (M>S>C>K) می‌باشد. در این تراس اسمکتایت حتی در افق C وجود داشت که احتمالا بخاطر شرایط گلی تراس‌های میانی است. تراس پنجم نیز با داشتن شرایط گلی مشابه تراس چهارم است حسن نژاد و همکاران (۲۰۰۸) نوتشکیلی این کانی را در خاکهایی با زه‌کشی ضعیف در شمال ایران گزارش نمودند.



شکل ۲ دیفراکتوگرام اشعه ایکس افق Bg۱ تراس میانی



شکل (۱) دیفراکتوگرام اشعه ایکس افق c تراس بالایی

بررسی‌های کانی‌شناسی نشان داد که کانی‌های موجود در تمامی تراس‌ها شامل اسمکتایت، مسکوایت، کلرایت و کایولینایت می‌باشد. بنابرین تمامی تراس‌ها از نظر کانی‌شناسی یکسان هستند بجز اسمکتایت که در تراس‌های بالایی به جهت تکامل بالاتر، نسبت به تراس‌های پایینی دارای مقدار بیشتری است. در تراس‌های انتهایی اسمکتایت بسیار کمتر از تراس‌های بالاتر ثبت شد. با توجه به اینکه تراس‌های انتهایی متاثر از رسوبات رودخانه‌ای هستند دلیل کمبود اسمکتایت را جنس مواد مادری رسوبات آبرفتی در نظر گرفت.

منابع

ترابی گل‌سفیدی، ح. و کریمیان اقبال، م. ۱۳۸۱. بررسی تکامل خاک در یک ردیف زمانی روی پادگانه‌های حاشیه رودخانه سفیدرود در گیلان مرکزی. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۶، شماره ۱، صفحه ۹۵-۱۱۱.

خرمالی، ف. ۱۳۹۱. کانی‌های رسی (ویژگی‌ها و شناسایی). انتشارات نوروزی.

Bouyoucos, G. J. (۱۹۶۲). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. ۵۴, ۴۶۴-۴۶۵.

Chapman, H. D. (۱۹۶۵). Cation exchange capacity. In: Methods of Soil Analysis. Part ۲. Black, C. A. (Ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Jackson, M.L. ۱۹۷۵. Soil Chemical Analysis. Advanced Course. University of Wisconsim, College of Agriculture, Department of Soils. Madison, Wisconsim, USA.

Page, M. C., Sparks, D. L., Noll, M. R. and Hendricks, G. J. (۱۹۸۷). Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic Coastal Plain Soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. ۵۱, ۱۴۶۰-۱۴۶۵.

Mehra, O.P., and Jackson, M.L. ۱۹۶۰. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system with sodium bicarbonate. Clays and Clay Minerals, ۷: ۳۱۷-۳۲۷.

Kittrick, J.A., and Hope, E.W. ۱۹۶۳. A procedure for particle size separation of soils for x-ray diffraction. Soil Sci. ۳۵: ۶۲۱-۶۲۹.

Hassan Nejad H., Pashaee A., Khormali F., and M., Mohammadian, ۲۰۰۸. Effect of soil moisture regime and rice cultivation on mineralogical characteristics of paddy soils of Mazandaran Province, Northern Iran, Amol. international Journal of Soil Science. ۳(۳): ۱۳۸-۱۴۸.

Abstract

To study the development of soils on river terraces, a branch of Gorganrood river terrace located in Kalaleh region was selected and samples were taken. For illustration of time effect on soil development, physic-chemical and mineralogical properties were measured. Results showed that cation exchange capacity, organic matter, clay and silt percent despite of sand and CCE reduced from upper terraces to lower terraces. Soils of the upper terraces are more developed classified as Typic Calcixerepts. Middle terrace soils with aquic condition were classified as Aquic Haploxerepts. At lower terrace soils with coarser texture, soils were classified as Entisols. Mineralogical analysis showed that minerals present in all terraces were smectite, muscovite, chlorite, kaolinite. Therefore all terraces were similar in type of minerals except for smectite amount which increases in upper terraces due to more soil development compared to lower terraces.

پردازش مفهومی مفاهیم همبستگی، همراهی و هم‌ارزشی در پدولوژی

زهرا رسائی [۱]، جهانگرد محمدی [۲]
۱-دانشجوی دکتری پیدایش و رده‌بندی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲-دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
بررسی منابع نشان می‌دهد که مطالعاتی که تاکنون در زمینه بررسی ارتباط بین خاک‌ها و معرفی خاکهای مشابه انجام شده است، تحت عنوان مطالعات همبستگی خاک‌ها انجام شده‌اند. بکار بردن واژه همبستگی در عنوان این مطالعات گمراه کننده و اشتباه می‌باشد چراکه استفاده از این مفهوم در بیان ارتباط بین ویژگی‌های خاک صحیح می‌باشد اما با توجه به پیچیدگی و کلی بودن موجودیت خاک و عدم قابلیت تعمیم تک تک ویژگی‌های خاک به کل پروفیل خاک، با بکارگیری این واژه نمی‌توان به ارتباط و شباهت خاکهای مختلف پی برد. بنابراین این گونه مطالعات در واقع مطالعات هماهنگ‌سازی خاک‌ها می‌باشند که یافتن خاکهای مشابه، زیر مجموعه‌ای از آنها می‌باشند. به منظور هماهنگ‌سازی خاک‌ها استفاده از سه رویکرد اساسی بررسی تشابه و فاصله، همراهی (استخراج قواعد تشابه با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی) و بررسی ارزشی خاک‌ها و تعریف خاکهای هم‌ارزش پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پدولوژی، هم‌ارزشی، همبستگی، همراهی

مقدمه
واژه‌نامه جامعه علوم خاك آمریکا[۲۴۲]، به منظور همگون‌تر شدن واحدهای نقشه خاک و نیز تعمیم واحدهای نقشه خاک به خاکهای با خصوصیات رده‌بندی یکسان در قسمت‌های مختلف، مفهوم سری خاک را تعریف کرده است که در این زمینه از مفهوم همبستگی[۲۴۳] برای تعریف سری‌های خاک مشابه استفاده شده است (SSDS, ۱۹۹۳). در این راستا در ایران پیرو سایر قسمت‌های دنیا یکسری مطالعاتی تحت عنوان مطالعات همبستگی خاک‌ها بصورت منطقه‌ای و در قسمت‌های مختلف کشور صورت گرفته است. آنچه از بررسی مطالعات همبستگی انجام شده در ایران بر می‌آید این است که مفهوم و واژه همبستگی در حد یک مفهوم بوده و راهکار واحد و مورد قبولی برای این کار تعریف نشده است چرا که در مطالعات همبستگی خاکهای جنوب کشور که توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور (بی‌نام، ۱۳۷۸) صورت گرفته عیناً ذکر گردیده است که روش انجام مطالعات روشن و واضح نبوده و کارشناسان مربوطه در این زمینه بر اساس دانش و نظر خود اقدام به انجام این مطالعات و تعیین خاکهای مشابه و دسته‌بندی آنها کرده‌اند. بررسی گزارش موجود نشان می‌دهد که این مطالعات بصورت کیفی و براساس نظرات کارشناسی صورت گرفته و همچنین علاوه بر داده‌ها و اطلاعات موجود خاک، از داده‌های پروفیلی جدید نیز استفاده شده است بنابراین باید گفت که این مطالعات جدای از تلاش در راستای همبسته کردن خاک‌ها، در واقع نوعی به هنگام‌سازی و ارتقای اطلاعات موجود خاک بوده است.

حال با توجه به اینکه این نوع تلاش‌ها به نوبه خود کاری ارزشمند و گامی در جهت بهبود نقشه‌های خاک و معرفی خاکهای مرجع جهت تعمیم اطلاعات سایر خاک‌ها با خصوصیات یکسان بوده، اگر از نظر متدولوژیکی این مطالعات را بپذیریم، به این مسئله برخورد خواهیم کرد که کمّی‌سازی آنها و تعیین دقت و صحت و حتی عدم قطعیت این مطالعات که بر اساس نظر کارشناسان و بصورت کیفی صورت پذیرفته‌اند کاری دشوار می‌باشد. بررسی منابع موجود نشان می‌دهد که در خاک‌شناسی برداشت‌های متفاوتی از واژه همبستگی وجود دارد و مفهوم آن در خاک‌شناسی اغلب اشتباه تفسیر و برداشت می‌شود. بعبارت دیگر، همبستگی در پدولوژی به‌عنوان ترجمه ساده نام‌های خاک از یک سیستم طبقه‌بندی به سیستم دیگر تعبیر می‌شود و اغلب بصورت کیفی و با استفاده از نظر کارشناس صورت می‌گیرد (Lang et al., ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل اصلی برداشت‌ها، تلقی‌ها و تفاسیر مختلف و متنوع به معناشناسی واژه همبستگی و عدم سنخیت کاربرد آن با متن و زمینه و اهداف مورد نظر خاک‌شناسی بر می‌گردد.

نکته قابل تأمل دیگر این است همانطور که در اکثر مطالعات خاک‌شناسی معمول است، از نظر آماری بکار بردن واژه همبستگی برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های خاک‌ها با یکدیگر صحیح می‌باشد اما باید توجه داشت که طبق اصل استقرا حتی اگر تمامی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، کانی‌شناسی، بیولوژیکی و رده‌بندی خاک‌ها بطور دقیق تعیین شوند بازهم نمی‌توان با جمع این خصوصیات به ویژگی کلی پروفیل خاک پی برد یا بعبارت دیگر همبستگی بالا بین ویژگی‌های دو پروفیل خاک نمی‌تواند بیانگر همبستگی بالای دو پروفیل خاک مورد بررسی باشد چرا که هر یک از پروفیل‌های خاک یک موجودیت کلی و پیچیده می‌باشند و با بررسی تمام ویژگی‌های آنها نمی‌توان به ماهیت واقعی پروفیل‌ها پی برد، بنابراین باید گفت که بکار بردن واژه همبستگی در مورد تعیین میزان ارتباط و شباهت و نزدیکی پروفیل‌های خاک به یکدیگر صحیح بنظر نمی‌رسد بلکه در این رابطه بهتر است از واژه

[۲۴۲] Soil Survey Division Staff (SSSA)
[۲۴۳] Correlation

هماهنگ‌سازی[۲۴۴] یا هم نواسازی پروفیل‌ها یا واحدهای خاک صحبت کرد. بررسی‌های منابع موجود نیز نشان می‌دهد مطالعات جدیدی که در رابطه با متحد کردن و تعیین خاکهای یکسان در دنیا بطور منطقه‌ای (FAO, ۲۰۰۸) و بین‌المللی (Dobos et al., ۲۰۱۰، Dewitte et al., ۲۰۱۳ و Sulaeman et al., ۲۰۱۳) در حال انجام می‌باشند نیز از عبارت هماهنگ‌سازی خاک‌ها استفاده می‌کنند. حال باید ببینیم هماهنگ‌سازی چه مفهوم و معنایی دارد.

هماهنگ و هم‌نواسازی داده‌های خاک تحت عنوان تبدیل اطلاعات و داده‌های خاک که در سیستم‌های مختلف و به روش‌های متفاوتی به دست آمده‌اند، در واحدها و سیستم‌های یکسان به منظور تسهیل در مطالعات و بررسی داده‌ها تعریف می‌شود. هم‌نوا و موزون‌سازی یک واژه همگانی و ژنریک بوده که عموماً به‌عنوان مجموعه اعمال یا فرآیندهایی تلقی می‌گردد که موجب دستیابی به توافق، سازگاری یا استانداردسازی می‌شوند. در بسیاری از علوم، هم‌نواسازی پیش‌نیاز دست‌یابی به روش‌ها، مدیریت‌ها و استانداردهای متقن، استوار و یکپارچه می‌باشد.

همانطور که در بالا نیز بدان اشاره گردید، در مطالعات هماهنگ‌سازی و هم‌نواسازی خاک‌ها باید از داده‌ها و اطلاعات موجود و موروثی خاک استفاده کرد چرا که در غیر اینصورت تلاش صورت گرفته بر روی اطلاعات جدید خاک دیگر در زمره هماهنگ‌سازی قرار نمی‌گیرد و به آن به روز گردانی و ارتقای اطلاعات گفته می‌شود. بنابراین با توجه به اهمیت و نیاز به هماهنگ‌سازی خاک‌ها، استفاده از داده‌ها و اطلاعات موجود خاک موسوم به داده‌های موروثی اهمیت می‌یابد. بعبارتی، هماهنگ‌سازی خاک‌ها و ایجاد پایگاه‌های هماهنگ داده‌های خاک با استفاده از داده‌های موروثی بیشتر از انجام فعالیت‌های جدید خاک‌شناسی و به روز گردانی اطلاعات خاک سنخیت دارد چرا که این داده‌ها و اطلاعات موروثی منابع عظیم و ارزشمند اطلاعات به ارث رسیده از پیشکسوتان خاک‌شناس می‌باشند و عدم توجه و استفاده نادرست از آنها اسراف و از نظر علمی غیرمسئولانه است (Rossiter, ۲۰۰۸ و محمدی، ۱۳۸۹) و همچنین باید به این نکته نیز توجه داشت که تهیه و کاربرد این اطلاعات قدیمی با سرمایه کشور نیز در ارتباط بوده (محمدی، ۱۳۸۹) و استفاده مجدد از این داده‌ها، در صرفه‌جویی و حفظ سرمایه کشور نیز مؤثر می‌باشد. بنابراین، از آنجایی که شانس تهیه نقشه‌های جدید خاک با روش‌های هماهنگ شده، در سطح جهانی و ملّی خیلی ضعیف است، توجه رو به افزایشی بر روی کاربرد صحیح و مفید و حفاظت از داده‌های موجود متمرکز شده است (Waltner et al., ۲۰۱۴).

داده‌ها و اطلاعات موروثی خاک طبق استانداردهای ملّی و در سطح ملّی و از نقشه‌برداری‌های سنتی خاک جمع‌آوری شده‌اند و شامل نقشه‌های خاک همراه با راهنما یا مطالعات خاک با داده‌های مکانی و افق‌ها (Sulaeman et al., ۲۰۱۳) و بصورت ترکیبی از داده‌های کمّی و کیفی می‌باشند (Mayr et al., ۲۰۱۰) و دیدگاه جدیدی برای یادگیری از گذشته و کار مداوم در حال حاضر و پیش‌بینی آینده برای مدیریت بهتر منابع خاک را ایجاد می‌کنند (Odeh et al., ۲۰۱۲). جهت استفاده از این داده‌ها پیش پردازش‌هایی نیاز می‌باشد که یکی از مهم ترین پیش پردازش‌های لازم در این زمینه، توسعه یک سیستم پایگاه داده مناسب برای ذخیره داده‌های موروثی هماهنگ شده (Sulaeman et al., ۲۰۱۳) می‌باشد.

در متن و مفاد طبقه‌بندی و پهنه‌بندی خاک‌ها، به‌عنوان بخش مهمی از تحقیقات و داده‌پردازی‌های خاک، هم‌نواسازی داده‌ها و اطلاعات موروثی خاک دربرگیرنده مجموعه وسیعی از فعالیت‌ها بوده که از جمله می‌توان به هماهنگ‌سازی مقیاسی (Mallavan et al. ۲۰۱۰)، هماهنگ‌سازی آزمایشگاهی، هماهنگ‌سازی سیستم‌های طبقه‌بندی (Waltner et al., ۲۰۱۴) و هماهنگ‌سازی مرزها و باندری‌ها (Dewitte et al., ۲۰۱۳) اشاره نمود.

در ارتباط با هماهنگ‌سازی اطلاعات موجود و در دسترس خاک می‌توان از سه رویکرد اساسی استفاده کرد، اولین رویکرد که اخیراً بطور گسترده توسط خاک‌شناسان مورد استفاده قرار گرفته است، استفاده از مفهوم فاصله و تعیین شاخص‌های شباهت می‌باشد. بتازگی مفهومی تحت عنوان فاصله تاکسونومیکی که ارتباط دهنده مفهوم آماری همبستگی و مفاهیم شاخص تشابه می‌باشد، ارائه شده است. ساده‌ترین و معمول‌ترین شاخص فاصله، فاصله اقلیدسی یا خط مستقیم و مهم‌ترین آن‌ها فاصله ماهالونوبیس می‌باشد. علاوه بر شاخص‌های شباهتی که برای محاسبه فاصله بین متغیرهای پیوسته به کار می‌روند، یکسری شاخص‌ها برای تعیین شباهت بین خصوصیات دو مقداری خاک استفاده می‌شوند که مهم‌ترین آنها شاخص شباهت گاور است. دانشمندان زیادی از جمله Lang et al. (۲۰۱۳) در مطالعات خود از مفهوم فاصله در مطالعات هماهنگ‌سازی خاک‌ها استفاده کرده‌اند.

رویکرد بعدی، استخراج قواعد تشابه خاک‌ها جهت پی بردن به رابطه و تشابه بین آنها است که این تشابه قاعده مداری را همراهی[۲۴۵] می‌نامیم که شیوه کلاسیک بررسی همراهی بسیار به مفاهیم آماری و همبستگی نزدیک است (Zuur et al., ۲۰۰۷) اما در واقع همراهی یک آنالیز قاعده مدار است که طبق رویکرد داده کاوی جدید، همراهی را می‌توان از طریق اکتشاف قواعد همراهی بررسی کرد. در واقع در این مبحث، تشابه بین خاک‌ها در قالب همراهی فرموله شده و از طریق استخراج قواعد حاکم بر این تشابه (همراهی) می‌توان به قواعد و ارتباط بین خاکهای مختلف دست یافت. به‌عبارت دیگر، همراهی بر اساس تشابه نیست بلکه یک رویکرد قاعده مدار است. اکتشاف و استخراج قواعد همراهی یکی از مهم‌ترین و مرتبط‌ترین الگوریتم‌های پردازش الگوهای محلی و موضعی است. در این مبحث رویکردی که بکار می‌رود، آنالیز قرابت و نزدیکی است که عبارت است از مطالعه و بررسی ویژگی‌ها و مشخصاتی که همراه هم بوده و معمولاً با یکدیگر دیده می‌شوند. روش‌های آنالیز این همراهی و نزدیکی یک تکنیک آنالیز داده و داده کاوی می‌باشد را گاهی اوقات پردازش سبد بازار نیز می‌نامند که در جستجوی قواعد مخفی و نا آشکار بین دو یا بیش از دو مشخصه و عارضه به منظور کمّی‌سازی رابطه آنها می‌باشد (محمدی، ۱۳۹۲). نکته قابل ذکر در مورد استفاده از این رویکرد، قابلیت تعمیم بالای قواعد شباهت به سایر قسمت‌ها می‌باشد.

---

[۲۴۴] Harmonization
[۲۴۵] Association

رویکرد دیگری که می‌توان در رابطه با هماهنگسازی خاک‌ها بکار برد، توجه به نوع سرویس‌های اکوسیستمی قابل ارائه از طرف خاک‌ها و تعریف خاکهای هم‌ارزش در راستای تخمینی از ارزش واقعی خاک به عنوان یکی از اجزای منابع زیست محیطی بمنظور استفاده بهینه از این موهبت طبیعی برای رسیدن به توسعه پایدار می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت مدیریت خاک برای تولید غذا و تنظیم محیط زیست، تعریف ارزش خاک در غالب اصطلاحات مناسب برای سیاست‌گذاران، مدیران اراضی و نسل‌های آینده ضروری به نظر می‌رسد (Robinson et al., ۲۰۱۱).

بطور کلی ارزش از نظر لغوی بسته به زمینه مورد استفاده، دارای برداشت‌های متفاوتی است. ارزش‌ها به واسطه نگرش‌ها و نگرش‌ها به واسطه ارزش‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند؛ اگر نگرش‌ها را منبع اولیه ظهور رفتارها بشناسیم، آنگاه ارزش‌ها مفاهیمی می‌باشند که از طریق مشارکت جستن در فرآیند شکل‌گیری نگرش‌ها، در قالب اعمال ما ظهور و تجلی می‌یابند. آگاهی از این ارزش‌ها در مورد منابع زیست محیطی از جمله خاک می‌تواند نقش مؤثری در جلب توجه مردم، مسئولان و سیاست‌گذاران محیط زیست ایفا کند. ارزش منابع طبیعی اغلب در چارچوب ارزش اقتصادی کل بررسی می‌شود (Dominati, ۲۰۱۱ و DEFRA, ۲۰۰۷). چرا که ارائه ارقام کمّی ملموس‌تر بوده و امکان مقایسه را به راحتی فراهم می‌سازد اما باید توجه داشت که ارزش اقتصادی محیط زیست ارزش نسبی بوده و تخمینی کمتر از ارزش واقعی آن می‌باشد (دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۹). به منظور تعیین ارزش خاک به عنوان یکی از اجزای محیط زیست، باید خدمات و سرویس‌های اکوسیستمی خاک مورد بررسی قرار بگیرند. از اواخر دهه ۱۹۶۰ تمایل برای تجزیه و تحلیل سرویس‌های ایجاد شده توسط اکوسیستم که به‌عنوان سرویس‌های ایجاد شده بوسیله محیط طبیعی که به انسان سود می‌رسانند، تعریف می‌شوند و نیاز به این سرویس‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری به منظور دسترسی به توسعه پایدار افزایش یافته است (Dominati et al., ۲۰۱۰). علی رغم اهمیت سرویس‌های اکوسیستمی، تا قبل از تخریبشان معمولاً مورد توجه قرار نمی‌گیرند (DEFRA, ۲۰۰۷). برخی از این سرویس‌های اکوسیستمی به خوبی شناخته شده‌اند اما با وجود اینکه خاک‌شناسی نقش فعالی در ایجاد پایگاه داده و اطلاعات و همچنین انتقال و اشتراک دانش با سرمایه‌گذاران، تصمیم‌گیران، طراحان کاربری اراضی، سیاستمداران دارد، سرویس‌های اکوسیستمی و سرمایه طبیعی خاک‌ها به خوبی درک نشده‌اند (Grunwald, ۲۰۰۶). لذا ارزش‌گذاری خاک از طریق بررسی سرویس‌های اکوسیستمی آن ضروری بنظر می‌رسد.

خاک دارای ویژگی‌های مختلفی است که ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک، خاک‌شناسان را قادر می‌کنند که خاک‌ها را با هم مقایسه کنند. اکثر سیستم‌های طبقه‌بندی جدید خاک نیز بر اساس ویژگی‌های افق‌های خاک هستند. طبقه‌بندی‌های خاک و ویژگی‌های مربوط به آن‌ها نمی‌توانند به تنهایی در چارچوب سرمایه ملی خاک و ارزش آن استفاده شوند (Dominati et al., ۲۰۱۰). بطورکلی چارچوب طبقه‌بندی و کمّی‌سازی سرمایه طبیعی خاک و سرویس‌های اکوسیستمی آن شامل چهار دسته گسترده سرویس‌های اکوسیستمی شامل سرویس‌های تدارکاتی[۲۴۶]، تنظیمی[۲۴۷]، فرهنگی[۲۴۸] و حمایتی[۲۴۹] می‌باشد (DEFRA, ۲۰۰۷; Dominati et al., ۲۰۱۰). از آنجایی که خاک دارای ارزش‌های اقتصادی و ارزش‌های ذاتی است (DEFRA, ۲۰۰۷) و این ارزش‌های ذاتی و پویا به شدت تحت تأثیر مدیریت قرار می‌گیرند، لذا کاربری اراضی جزء خیلی مهم ارتباط بین سرمایه ملّی خاک، سرویس‌های اکوسیستمی و رفاه انسان است بنابراین نوع کاربری اراضی نیز باید در فرآیند کمّی‌سازی سرویس‌های اکوسیستمی وارد شود بنابراین در ارزش‌گذاری اقتصادی خاک‌ها تنها آگاهی از این سرویس‌های اکوسیستمی و ارزشمندی آنها در زمینه محیط زیست کافی نیست بلکه آگاهی از نحوه و میزان تأثیرپذیری این سرویس‌ها از سطوح مدیریتی مختلف نیز حائز اهمیت می‌باشد (Dominati et al., ۲۰۱۰). خاک‌ها در زمینه سرویس‌های اکوسیستم، فرآیندها و ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های کلیدی و محدودیت‌ها بررسی می‌شوند. چارچوب مورد استفاده بر پایه این فرض است که سرمایه ملّی خاک‌ها که سرویس‌های اکوسیستمی را تأیید می‌کند، عمدتاً با استفاده از سه ویژگی بافت، کانی‌شناسی و مواد آلی خاک (Palm et al., ۲۰۰۷) و بر اساس اصول اندازه‌گیری فاصله محاسبه می‌شود.

نتایج و بحث

از دیرباز تمایل برای یافتن خاکهای مشابه و دست یافتن به روش‌هایی که بتوان به ارتباط بین خاک‌ها پی برد در میان خاک‌شناسان وجود داشته است. بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه در ایران و سایر نقاط جهان بیانگر نقاط ضعف و عدم سنخیت روش‌های بکار رفته با مفهوم خاک‌ها و اتحاد آنها می‌باشد؛ چراکه این مطالعات اکثراً بصورت کیفی و براساس نظرات کارشناسی صورت گرفته‌اند. نقطه ضعف دیگر این مطالعات، ارائه این گزارشات تحت عنوان "گزارش همبستگی خاک‌ها" می‌باشد. در برخی از این مطالعات بجای استفاده از داده‌های موجود و در دسترس خاک، اقدام به بررسی‌های پروفیلی جدید و در واقع به روز گردانی مطالعات پیشین شده است.

در ارتباط با کیفی بودن این مطالعات باید گفت که مشکل اینجاست که تعیین دقت و صحت و حتی عدم قطعیت این مطالعات کاری دشوار می‌باشد. بکار بردن واژه همبستگی در عنوان این مطالعات بسی گمراه کننده و حتی اشتباه می‌باشد چراکه از نظر آماری و خاک‌شناسی، همان گونه که تاکنون معمول بوده و این مفهوم در مطالعات جنبه‌های مختلف خاک بکار رفته است، استفاده از این مفهوم در بیان میزان ارتباط بین دو یا چند ویژگی خاک صحیح می‌باشد اما نکته قابل تأمل این است که خاک موجودیتی کلی و بسیار پیچیده است و با بررسی تک تک ویژگی‌های خاکهای مختلف نمی‌توان به موجودیت واقعی خاک و ارتباط بین خاک‌ها پی برد بنابراین طبق مطالعاتی که اخیراً در این زمینه تحت عنوان مطالعه هماهنگ‌سازی خاک در دنیا در حال اجرا هستند، بهتر است

[۲۴۶] Provision
[۲۴۷] Regulating
[۲۴۸] Cultural
[۲۴۹] Supporting

به منظور تسهیل در مطالعات و بررسی اطلاعات خاک و دست‌یابی به روش‌ها، مدیریت‌ها و استانداردهای متقن، استوار و یکپارچه، واژه همبستگی با واژه هماهنگ‌سازی اطلاعات خاک جایگزین شود. در ارتباط با نوع داده‌های مورد استفاده در این مطالعات باید گفت که اگر اصطلاح هماهنگ‌سازی را بپذیریم، باید از داده‌های موجود در دسترس خاک استفاده کرد. در ارتباط با هماهنگ‌سازی اطلاعات موجود و در دسترس خاک می‌توان از سه رویکرد اساسی بررسی تشابه و فاصله، همراهی (استخراج قواعد همراهی با تکنیک‌های داده کاوی) و بررسی ارزشی خاک‌ها (تعریف و تبیین خاکهای هم‌ارزش) بمنظور تخمین ارزش واقعی خاک در جهت استفاده بهینه از آن برای رسیدن به توسعه پایدار، استفاده کرد.

منابع

بی‌نام. ۱۳۷۸. گزارش همبستگی خاک‌های جنوب خشک مرکزی ایران. جلد دوم: منطقه شرق زاگرس (فریدن، چهارمحال و بختیاری و سمیرم). مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور. نشریه فنی شماره ۱۰۶۳.

دهقانیان، س. کوچکی، ع. و کلاهی اهری، ع. (ترجمه). ۱۳۷۹. اقتصاد محیط زیست. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

محمّدی، ج. ۱۳۸۹. پدومتری. جلد چهاردهم، پهنه‌بندی رقومی خاک. انتشارات پلک.

محمّدی، ج. ۱۳۹۲. پدومایننگ. جلد سوم، آمار پسامدرن. انتشارات پلک.

DEFRA ۲۰۰۷: An Introductory Guide to Valuing Ecosystem Services. In: London, Department for Environment, Food and Rural Affairs.

Dewitte O., Jones A., Spaargaren O., Breuning-Madsen H., Brossard M., Dampha A., Deckers J., Gallali T., Hallett S., Jones R., Kilasara M., Le Roux P., Miché li E., Montanarella L., Thiombiano L., Van Ranst E., Yemefack M. and Zougmore R. ۲۰۱۳. Harmonisation of the soil map of Africa at the continental scale. Geoderma, ۲۱۱-۲۱۲: ۱۳۸-۱۵۳.

Dobos E., Bialko T., Micheli E. and Kobza J. ۲۰۱۰. Legacy Soil Data Harmonization and Database Development. Pp. ۳۰۹-۳۲۳. In Boettinger J.L., Howell D.W., Moore A.C., Hartemink A.E. and Kienast-Brown S. (eds.), Digital Soil Mapping. Springer, Dordrecht.

Dominati E.J., Patterson M.G. and Mackay A.D. ۲۰۱۰. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. Ecological Economics, ۶۹: ۱۸۵۸-۱۸۶۸.

Dominati E.J. ۲۰۱۱. Quantifying and Valuing the Ecosystem Services of Pastoral Soils under a Dairy Use. Ph.D. thesis in Ecological Economics, faculty of ecological economics, Massey University.

FAO, ۲۰۰۸. Harmonized World Soil Database (version ۱.۰). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.

Grunwald S. ۲۰۰۶. Future of Soil Science. Pp. ۵۱-۵۳. In: Hartemink A.E. (ed.), the Future of Soil Science. IUSS, Wageningen.

Lang V., Fuchs M., Watner I. and Miché li E. ۲۰۱۳. Soil taxonomic distance, a tool for correlation: as exempli ed by the Hungarian Brown Forest Soils and related WRB Reference Soil Groups. Geoderma, ۱۹۲: ۲۶۹-۲۷۶.

Mallavan B.P., Minasny B. and McBratney A.B. ۲۰۱۰. Homosoil, a Methodology for Quantitative Extrapolation of Soil Information across the Globe. Pp. ۱۳۷-۱۴۹. In: Boettinger J.L., Howell D.W., Moore A.C., Hartemink A.E. and Kienast-Brown S. (eds.), Digital Soil Mapping. Springer, Dordrecht.

Mayr T., Rivas-Casado M., Bellamy P., Palmer R., Zawadzka J. and Corstanje R. ۲۰۱۰. Two Methods for Using Legacy Data in Digital Soil Mapping. Pp. ۳۰۹-۳۲۳. In: Boettinger J.L., Howell D.W., Moore A.C., Hartemink A.E. and Kienast-Brown S. (eds.), Digital Soil Mapping. Springer, Dordrecht.

Odeh I.O.A., Leenaars J., Hartemink A. and Amapu I. ۲۰۱۲. The challenges of collating legacy data for digital mapping of Nigerian soils. Pp.۴۵۳-۴۵۸. In: Minasny B., Malone B.P. and McBratney A. Digital Soil Assessments and Beyond. Sydney, Australia.

Palm C., Sanchez P., Ahamed S. and Awiti A. ۲۰۰۷. Soils: A Contemporary Perspective. Annual Review of Environment and Resources, ۳۲: ۹۹-۱۲۹.

Robinson D.A., Hockley N., Dominati E., Lebron I., Scow K.M., Reynolds B., Emmett B.A., Keith A.M., de Jonge L.W., Schi nning P., Moldrup P., Jones S.B. and Tuller M. ۲۰۱۱. Natural Capital, Ecosystem Services, and Soil Change: Why Soil Science Must Embrace an Ecosysten Approach. Vadose Zone Journal, ۱۱: ۱-۶.

Rossiter D.G. ۲۰۰۸. Digital soil mapping as a component of data renewal for areas with sparse soil data infrastructure. Pp. ۶۹-۷۹. In: Hartemink A.E., McBratney A. and Mendonca-Santos M.L. (eds.), Digital Soil Mapping with Limited Data. Springer, Dordrecht.

Soil Survey Division Staff, ۱۹۹۳. Soil survey manual. United States Department of Agricultural Handbook No. ۱۸. Washington, DC: US Department of Agriculture.

Sulaeman Y., Minasny B., McBratney A.B., Sarwani M. and Sutandi A. ۲۰۱۳. Harmonizing legacy soil data for digital soil mapping in Indonesia. Geoderma, ۱۹۲: ۷۷-۸۵.

Waltner I., Miché li E., Funchs M., Lang V., Pasztor L., Bakacsi Zs., Laborczi A. and Szabo J. ۲۰۱۴. Digital mapping of selected WRB units based on vast and diverse legacy data. In: Arrouays D., McKenzie N., Hempel J., Richard de Forges A.C. and McBrateny A. ۲۰۱۴. GlobalSoilMap basis of the global spatial soil information system.

Zuur A.K. Ieno E.N. and Smith G.M. ۲۰۰۷. Analyzing Ecological Data. In: Gail M., Krickeberg K., Samet J., Tsiatis A. and Wong W. (eds.), Statistics for Biology and Health. Springer, United States of America.

Abstract

Literature reviews indicate that studies so far performed to explore the relationship between soils, and to introduce similar soils, have been introduced as "correlation studies of soils". The use of correlation in the topic of these studies is deceptive and wrong because such concept is only correct when we want to present the causally relationship between soil properties. But it can't be used to detect the relationship and similarity of soils regarding to complexity and entirety of soil body, also because of unextrapolating of soil properties to total soil profile. Thus, truly these investigations are soil harmonization which detecting homosoils is the small part of them. To harmonize soils, three strategies can be performed such as investigation of similarity and distance, association (extracting similarity frames using data mining techniques) and investigation of soil values and co-value soil definition.

پهنه بندی عمقی گچ با استفاده از نرم افزار ARC GIS در دشت ارایض خوزستان

بهاره جعفری [۱] ، پدیده جوادی [۱]، علی اکبر اصیلیان [۲]
۱- مدیر طرح شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۲- مدیر گروه خاکشناسی شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

چکیده
در مناطق خشك و نیمه خشك كانی گچ یكی از مهمترین اجزاء خاك است. پراكنش خاكهای گچی در ایران به دلیل عدم مطالعه دقیق كاملا مشخص نمی‌باشد. بدلیل تاثیر زیاد این كانی بر عملكرد و راندمان محصولات، حاصلخیزی، قابلیت تبادلی كاتیونی خاكها، تعیین بافت و كلاس اندازه ذرات و قابلیت نگهداری آب، افزایش شوری اراضی‌كشاورزی، آب‌های تحت الارض، فرسایش‌پذیری آبی و بادی خاك‌ها، پراكنش و توزیع عمقی كانی گچ از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا بدلیل اهمیت این موضوع و براساس مطالعات تفصیلی خاكشناسی محدوده اراضی دشت ارایض واقع در خوزستان به وسعت ۷۹۵۰ هكتار، پهنه بندی گچ خاك برای سه عمق مختلف از سطح زمین، در محیط ARC MAP انجام شده است كه این امر درانتخاب الگوی كشت، مدیریت خاكها، طبقه بندی اراضی جهت آبیاری تحت فشار و طراحی سیستم های آبیاری بسیار مؤثر است.

كلید واژه: پهنه بندی عمقی گچ، مدیریت خاك، دشت ارایض

مقدمه
محققین فائو خاكهائی را گچی می‌نامند كه میزان گچ موجب محدود نمودن رشد گیاهان شود. (فائو، ۱۹۹۰). از دیدگاهی دیگر، خاك گچی خاكی است كه در لایه سطح الارض آن بیش از دو درصد و در لایه تحت الارض آن بیش از چهارده درصد گچ وجود داشته باشد. (وان آلفن و ریوزرومرو، ۱۹۷۱).
در مورد حاصلخیزی خاكهای گچی میتوان چنین بیان كرد كه مقدار تولید محصولات در خاكهای گچی بستگی زیادی به عمق قرارگیری لایه گچی دارد. تجمع گچ تأثیر منفی بر حاصلخیزی خاك‌ها گذاشته و تولید محصولات در این خاك‌ها در شرایط فاریاب حتی زمانیكه از كودهای شیمیایی و آلی استفاده شود كمتر از خاكهای معمولی است، همچنین این خاكها از نظر میزان منگنز، مس، روی و مولیبدن ضعیف بوده و عموماً لایه سطحی آنها از نظر ازت و فسفر فقیر می‌باشد.
در خاك‌هائی كه لایه گچی پائین تر از عمق ۶۰ سانتیمتری از سطح خاك باشد، ریشه گیاهان زراعی به خوبی قادر به رشد بوده و عناصر غذایی به اندازه كافی به گیاهان می‌رسد و كوددهی این خاكها باعث افزایش رشد و عملكرد گیاهان می‌شود. به طور كلی با وجود لایه گچی در نزدیكی سطح خاك، كوددهی نقش زیادی در حاصلخیزی خاك ایفا می‌نماید.
بطور كلی ویژگی‌هایی از خاكهای گچی كه بر رشد و عملكرد محصولات گیاهان مختلف تأثیر می‌گذارد شامل:
مقدار یا درصد گچ موجود در خاك بعنوان اصلی ترین عامل محدودكننده رشد و عملكرد، ضخامت لایه سطحی قرار گرفته روی لایه گچدار (عمق شروع لایه گچی در مقطع خاك)، سختی یا درجه تبلور لایه گچی، مقدار كل كربنات‌كلسیم فعال موجود در خاك، قابلیت دسترسی مواد غذایی برای رشد ریشه، نوع گیاهان مورد استفاده و میزان مقاومت آنها به گچ، شرایط زهكش و شوری خاكهای گچی بیشتر محققان اذعان داشته‌اند كه بعد از مقدار گچ در لایه سطحی و توزیع آن در پروفیل خاك، سختی و درجه سیمانی شدن لایه گچی اهمیت بسزایی در موفقیت درختان مثمر (باغات) و غیرمثمر (جنگل‌ها) دارد. یك لایه سیمانی موجود در عمق كم خاك بواسطه مقاومت فیزیكی می‌تواند از پخش شدن سیستم ریشه جلوگیری نموده باعث محدود نمودن رشد و عملكرد گیاهان شود. در رابطه با ساخت و نگهداری سازه‌های آبی و سیستم‌های آبرسانی و یا سازه‌های عمرانی دیگر كه در محیط خاك‌ها یا تشكیلات زمین شناسی گچدار اجرا می‌شوند دو مشكل اساسی وجود دارد :
الف- خوردگی بتن توسط سولفات كلسیم
ب- فرونشست یا ریزش سازه‌های هیدرولیك
نفوذ آب از شكاف‌های موجود در بتن سازه‌های هیدرولیكی و تأسیسات آبرسانی موجب اشباع شدن لایه‌های گچی زیرین می‌شود. انحلال و جابجایی كانی گچ لایه‌های زیرین این سازه‌ها موجب خالی شدن و ایجاد فضاهای خالی بزرگی می‌شود. بنابر این سازه‌ها و لایه‌های محافظ (لاینینگ‌ها) آن‌ها كه از اراضی گچدار عبور می‌كنند اغلب بواسطه فرونشست لایه‌های زیرین مورد شكسته شدن و تخریب دائم قرار دارند.(آرار، ۱۹۹۰)

نفوذ آب از سازه‌های غیر بتنی و کانال‌های روباز ساخته شده در اراضی گچی مشکلات زیادتری داشته و تخریب در آنها سریع‌تر اتفاق می‌افتد. در این حالت آب از کل سطح خیس شده نفوذ و جاری می‌شود در نتیجه انحلال گچ خیلی مخرب‌تر می‌شود مخصوصاً اگر بافت خاك شنی یا لومی‌باشد. حاصل این فرآیند، حرکت و فروریختن دیواره‌ها در جهت شیب و فرونشستن شدید کف کانال و شکست سازه می‌باشد.

با توجه به اینکه گچ نقش بسزایی در انتخاب روش آبیاری و مهندسی طراحی سازه‌های آبی و سیستم‌های آبرسانی و یا سازه‌های عمرانی، کاربری اراضی و انتخاب الگوی کشت دارد، از این رو پراکنش و توزیع عمقی کانی گچ از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا با استفاده از نتایج مطالعات خاکشناسی تفصیلی انجام شده در منطقه مورد مطالعه اقدام به پهنه بندی گچ در اعماق مختلف گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در دشت ارایض (واحدهای عمرانی ۲و ۳) به وسعت ۷۹۵۰ هکتار، بین عرض جغرافیایی ۰۱-°۳۲ تا ۰۳-° ۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ۰۶-° ۴۸ تا ۲۶-° ۴۸ شرقی قرار دارد.

مطالعات خاکشناسی در مقیاس تفصیلی و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و نقشه های سازمان نقشه برداری با مقیاس ۱:۵۰۰۰ انجام شده است. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این مطالعات، تصاویر ماهواره‌ای Google و تصاویر ماهواره Spot با رزولوشن ۵ متری بوده است. پس از روی هم گذاری (Overlay) تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های Hill Shade و نقشه شیب بر اساس خصوصیات فیزیوگرافی و عوامل ژئومورفولوژیك (از قبیل واحدهای زمین‌نما، پستی و بلندی، لندفرم، زمینه تصاویر، وضع کرت‌بندی اراضی، وضع ظاهری خاك، فرسایش، شبکه زهکشی طبیعی اراضی و غیره) در محیط Arc Gis، مجدداً آنالیز شده و بدین ترتیب نقشه‌های اولیه خاك که شامل واحدهای اولیه اراضی هستند، تهیه شده است و در نهایت حاصل کار، تعیین نقاط مطالعاتی بر روی نقشه‌های اولیه خاك برای آغاز مطالعات میدانی بوده است.

سپس نقاط تعیین شده پس از مشخص شدن مرز واحدها و اراضی متفرقه حفر و تشریح گردید. نمونه های خاك به آزمایشگاه منتقل و کلیه آنالیزهای فیزیکو شیمیایی ، طبق روشهای استاندارد انجام شد. با توجه به مطالعات صحرایی تشریح نیمرخ خاك، مشخص گردید از مجموع چهارده سری خاك مطالعه شده، هشت سری خاك جزو خاکهای با محدودیت گچ طبقه بندی می‌شوند که رده‌بندی آن به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۱ - طبقه بندی و هماهنگی سریهای خاك با محدودیت گچ در محدوده طرح خاکشناسی ارایض

Soil Series	*U.S.D.A Soil Taxonomy 1999(Revised 2010)*		
Name	*Family*	*Sub group*	*Order*
soil series no.1	coarse gypseous,hyperthermic	Typic Petrogypsids	Aridisols
soil series no.2	coarse gypseous,hyperthermic	Typic Haplogypsids	
soil series no.3	sandy,gypsic,hyperthermic	Gypsic Haplustepts	Inceptisols
soil series no.4	coarse loamy ,gypsic ,hyperthermic	Gypsic Haplustepts	
soil series no.5	sandy, mixed,active, hyperthermic	Gypsic Haplustepts	
soil series no.6	coarse loamy,mixed,active,hyperthermic	Typic Haplogypsids	Aridisols
soil series no.8	fine- loamy,mixed,active,hyperthermic	Gypsic Calciusteps	Inceptisols
soil series no.14	coarse- loamy,gypsic ,hyperthermic	Gypsic Haplosalids	Aridisols

جدول یك بیانگر این مطلب می باشد که در سری خاکهای فوق، گچ عامل محدودیت می باشد. در طبقات خاك سری یك میزان گچ ثانویه از ۳-۲% تا بیش از ۵۰ درصد و عمق مشاهده لایه محدود کننده پتروجیپسیك از ۴۴ تا ۱۲۰ سانتیمتری متغیر است و مابقی میزان گچ ثانویه در افق جیپسیك از ۵ تا ۴۰ درصد متغیر است که در بعضی سطوح به ۵۰ درصد هم می‌رسد. کلیه اطلاعات خاك شامل سری، کلاس و تحت کلاس طبقه بندی اراضی برای آبیاری ثقلی و تحت فشار، قابلیت آبیاری و نیز میزان درصد گچ هریك از پروفیل‌ها در محیط ARC Map وارد گردید و پس از نرمال سازی داده‌ها اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی گچ در سه عمق ۵۰-۰، ۱۰۰-۵۰ و ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری نیمرخ خاك گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج صحرایی و آزمایشگاهی نمونه های خاك، مشخص گردید منابع گچ موجود در منطقه شامل موارد زیر می باشد: (تومانیان، ۱۳۹۰)

الف- سازندهای زمین شناسی گچ شامل سازند فارس (ادامه ساند فارس کشور عراق) و ادامه سازند آغاجری،

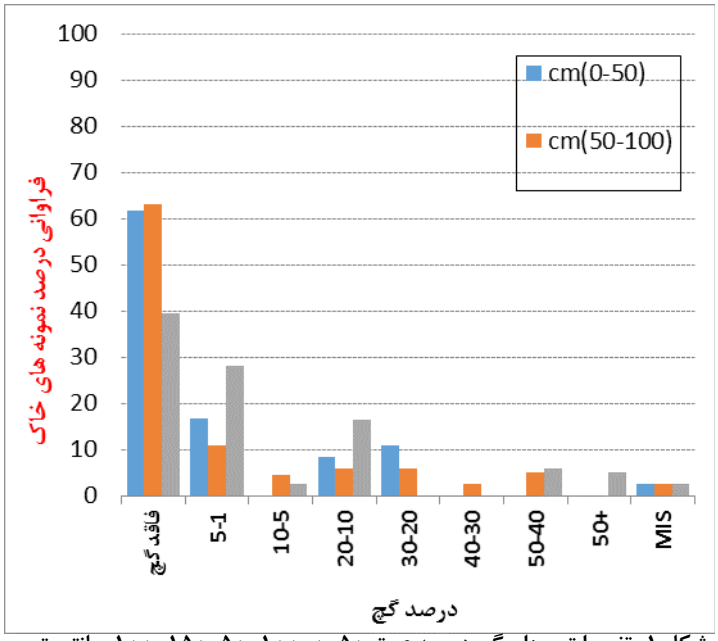
شستشو و انحلال گچ از افقهای فوقانی

در تفسیر نتایج اشکال شماره دو الی چهار برگرفته از شکل ۱ می توان چنین ذکر کرد که در مناطقی که میزان گچ در عمق ۱۵۰-۱۰۰ بالاتر از ۴۰ درصد می‌باشد منشاء گچ سازندهای زمین شناسی بوده که روند افزایش درصد گچ نسبت به عمق مؤید این مطلب است. همچنین در مورد مناطقی که میزان گچ در افقهای سطحی به مراتب بیشتر از افقهای زیرین است می توان بیان نمود که منشاء این گچ ناشی از شستشو و انحلال از افقهای فوقانی است که با توجه به رژیم رطوبتی منطقه(اریدیك) و بارندگی کم ، درصد پراکنش این اراضی کم‌تر از مورد قبلی است.

شناخت این پدیده می تواند در مدیریت خاکهای منطقه تاثیرگذارباشد که شامل:

مدیریت از دیدگاه کشاورزی

با توجه به پراکنش خاکهای با محدودیت گچ (در عمقهای مختلف و مقادیر متفاوت) می توان در مورد انجام عملیات تسطیح اراضی، انتخاب شخم یا نوع خیش، سیستم خاکورزی، عمق شخم، انتخاب رطوبتی که در آن شخم یا زیرشکن انجام می شود تصمیم گیری دقیقی مبنی بر عدم انجام آن بدلیل به سطح آوردن گچ و ایجاد مشکلات ناشی از آن در حاصلخیزی خاك، کاهش حجم مفید خاك، فرو نشت سازه ها و ... انجام داد.



شکل ۱-تغییرات میزان گچ در سه عمق ۵۰-۰، ۱۰۰-۵۰، ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمتری

همچنین می توان در زمینه طراحی و احداث مؤثر سیستمهای زهکشی به منظور پایین نگه داشتن سطح آب زیرزمینی و کنترل شوری این اراضی کمك شایانی کرد.

-مهندسی سازه های هیدرولیکی و طراحی کانالها

در رابطه با ساخت و نگهداری سازه‌های آبی و سیستم‌های آبرسانی و یا سازه‌های عمرانی دیگر که در محیط خاك‌ها یا تشکیلات زمین شناسی گچ‌دار اجرا می‌شوند دو مشکل اساسی وجود دارد :

الف- خوردگی بتن توسط سولفات کلسیم

ب- فرونشست یا ریزش سازه‌های هیدرولیکی

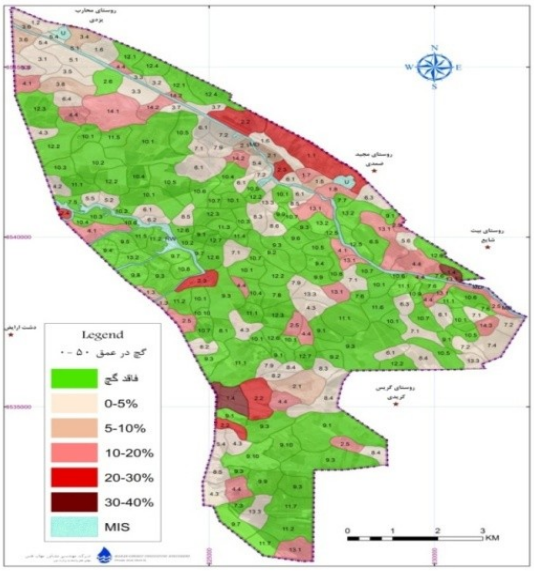
نفوذ آب از شکاف‌های موجود دربتن سازه‌های هیدرولیکی و تأسیسات آبرسانی موجب اشباع شدن لایه‌های گچی زیرین می‌شود. انحلال و جابجایی کانی گچ لایه‌های زیرین این سازه‌ها موجب خالی شدن و ایجاد فضاهای خالی بزرگی می‌شود. بنابر این سازه‌ها و

لایه‌های محافظ (لاینینگ‌ها) آن‌ها که از اراضی گچ‌دار عبور مي‌کنند اغلب بواسطه فرونشست لایه‌های زیرین مورد شکسته شدن و تخریب دائم قرار دارند.(آرار، ۱۹۹۰)

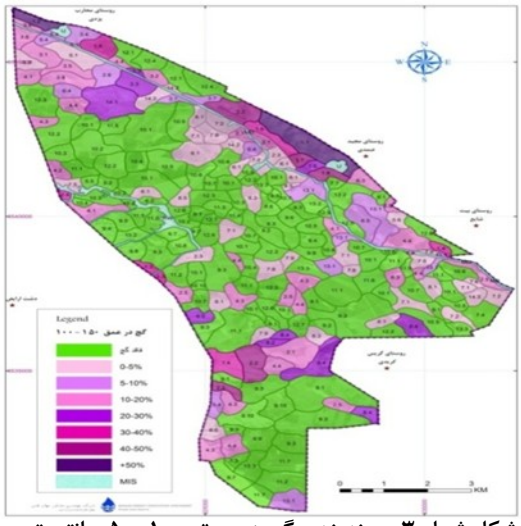
تبلور گچ از محلول نفوذ کرده در سازه‌های مختلف، که با افزایش حجم همراه است، موجب از هم پاشیده شدن بتن و تخریب پی این سازه‌ها مي‌شود که نهایتاً منجر به کاهش استحکام زیرسازي‌ها و ریزش ساختمان‌های بتونی (هیدرولیکی) مي‌گردد. (وان آلفن و ریوز رمرو، ۱۹۷۱)

تخریب شبکه‌های آبیاری و زهکشی در نقاطی که احتمال نشت آب از کانال بدلیل لاینینگ موثر خیلی کم است، نیز دیده شده است که باید مورد توجه قرار گیرد.

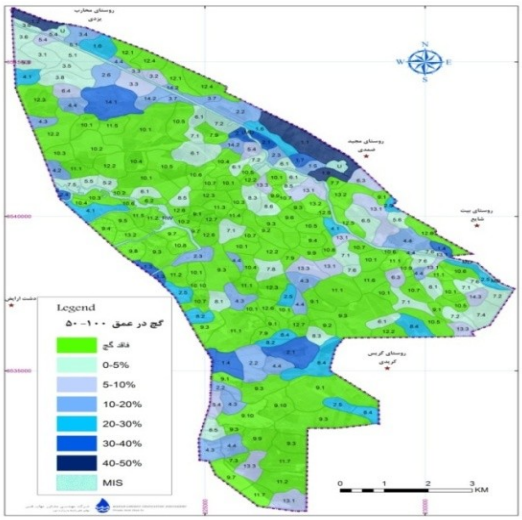
شکل‌های شماره ۲تا ۴ نقشه های پهنه بندی گچ مقادیر هموزن شده درصد (حجمی) گچ را در سه عمق ۰ تا ۵۰، ۵۰ تا ۱۰۰ و ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتیمتری از سطح زمین نشان مي‌دهند.



شکل شماره۲- پهنه‌بندی گچ در عمق ۵۰-۰ سانتیمتری



شکل شماره۳- پهنه‌بندی گچ در عمق ۱۰۰-۵۰ سانتیمتری



شکل شماره۴- پهنه‌بندی گچ در عمق ۱۵۰-۱۰۰ سانتیمت

منابع

در تهیه این گزارش و نقشه‌های پیوست آن از مدارك مشروحه زیر استفاده شده است:
- تصاویر ماهواره‌ای Google و تصاویر ماهواره‌ای ماهواره spot با رزولوشن ۵ متر
- راهنمای طبقه‌بندی جامع خاك (Soil Taxonomy ۱۹۹۹)
- راهنمای جدید طبقه‌بندی جامع خاك (Keys to Soil Taxonomy ۲۰۱۰)
- کتاب خاکهای گچی (ویژگی و کاربرد)- نورایر تومانیان ، استادیار پژوهش در خاکشناسی، ۱۳۹۰
FAO, UNESCO, ۱۹۹۰. Management of Gypsiferous Soils. Soil Bull. No. ۶۲,Rome.
Arar A.۱۹۹۰.Drainge and Salinity controls in Gypsiferous Soils. Agriculture Division Arab Consult, Amman, Jordan
Van Alphen J.G.,de los Rios Romero, ۱۹۷۱.Gypsiferous Soils. Notes on their characteristics and managements. Int. Ins. For Reclamation and Improvement, Zaragoza, Spain

Abstract

In Arid and semi arid area Gypsum mineral is one of the most important elements of soil. Due to lake of detailed studying, Gypsic soil transmittal in Iran does not recognized and it is mentioned in a few reports.

In order to have a great effect of this mineral on efficiency , fertility, cation exchangeable capacity of soil, soil texture and particle size determination and water holding capacity, increase of salinity ,water table , wind and water erodibility, gypsum diffusion has an important role in this situation.

The gypsum depth zoning is based on detail soil survey of Arayez plain area in Khuzestan, with ۷۹۵۰ hectares area for three different depths from soil surface in ARC Map model.

That is so effective on cropping pattern, soil management, land classification for under pressure irrigation and design of irrigation systems.

برآورد مقدار تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل برنج در گیلان

جواد سیدمحمدی [۱]، لیلا اسماعیل نژاد [۲]، حسن رمضانپور [۳]
۱- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تبریز، ۲- دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه تهران، ۳- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
برآورد تولید پتانسیل محصول در شرایط بهینه، دید مناسبی جهت رفع محدودیتهای موجود و اتخاذ سیاستهای ایدهآل برای بهبود متوسط عملکرد زارع فراهم میآورد. برای این منظور از مدل AEZ جهت برآورد تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل محصول برنج در نواحی مرکزی استان گیلان استفاده شد. با توجه به متوسط عملکرد زارع (۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) در منطقه مورد، مقدار تولید پتانسیل (۸۴۸۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمده قابل توجه است. بنابراین با توجه به کشت آبی محصول، محدودیتهای خاک و مدیریت در سطح منطقه وجود دارد که در صورت رفع آنها عملکرد محصول به مقدار مطلوب تولید پتانسیل نزدیک خواهد شد.

واژه های کلیدی: مدل فائو، تولید زیست توده خالص، تولید پتانسیل، برنج، گیلان

مقدمه
نیاز روز افزون انسان برای تولید غذا و کمبود منابع، ضرورت روشهای جدید در شناسایی ظرفیت تولید خاک و انتخاب کاربری متناسب با تولید آن، جهت کمک به تصمیمگیران در انتخاب اراضی مناسب و جلب رضایت تولیدکنندگان برای کسب سود زیاد، افزایش میدهد (Samranpong et al., ۲۰۰۹). برای دستیابی به این هدف، تعیین پتانسیل تولید و ارزیابی تناسب اراضی راهکار مناسبی میباشد. تخمین پتانسیل تابشی-گرمایی با استفاده از مدل فائو امکان تعیین تولید زیست توده خالص با استفاده از اطلاعات مربوط به اقلیم و گیاه را فراهم میسازد. تولید پیشبینی شده از تأثیر محدودیتهای خاک، آب و مدیریت بر تولید پتانسیل حاصل میشود. گیوی (۱۳۷۷) در منطقه فلاورجان اصفهان مقدار تولید پتانسیل برای برنج را ۴/۱۳ تن در هکتار به دست آورده است. در منطقه برآن شمالی اصفهان ایوبی و همکاران (۱۳۸۱) تولید پتانسیل برنج را ۵/۱۰ تن در هکتار محاسبه نمودهاند. ممتاز (۱۳۸۸) در ارزیابی تناسب اراضی خاکهای شهرستان آمل مقدار تولید پتانسیل برنج را ۳/۸ تن در هکتار، امیریانچکان (۱۳۹۰) در مطالعه خاکهای منطقه دورود لرستان مقدار تولید پتانسیل برنج را ۱/۸ تن در هکتار و شاهرخ و همکاران (۱۳۹۰) در منطقه زرین شهر اصفهان میزان تولید پتانسیل برای گیاه برنج را ۰۱/۱۱ تن در هکتار برآورد نمودهاند. هدف از این تحقیق محاسبه پتانسیل تولید آب و هوایی برنج به روش فائو در نواحی مرکزی استان گیلان است تا با رفع محدودیتهای قابل اصلاح و ارتقاء سطح مدیریت، عملکرد زارعین را به تولید پتانسیل نزدیک نمود.

مواد و روشها
منطقه مورد مطالعه به وسعت ۴۰۰۰۰ هکتار جزء اراضی مرکزی استان گیلان در محدوده سد سنگر رشت تا ساحل دریای خزر بوده و در طول جغرافیایی شرقی ۴۹ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی شمالی ۳۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه واقع شده است. از دادههای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک رشت برای برآورد تولید خالص بیوماس و تولید پتانسیل برنج استفاده شد.
برای محاسبه تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل از مدل فائو (روش AEZ) استفاده گردید. در این مدل با استفاده از پتانسیل ژنتیکی محصول و ویژگیهای گیاهی آن با استفاده از دادههای اقلیمی مانند تابش خورشیدی و درجه حرارت، مقدار تولید زیست توده محصول با استفاده از رابطه ۱ برآورد شد (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۹).

$$Bn = (0.36 \times bgm \times KALI)/[(1/L) + 0.25Ct] \quad (۱)$$

در این معادله Bn میزان تولید زیست توده خالص بر حسب کیلوگرم در هکتار، bgm مقدار حداکثر تولید زیست توده ناخالص بر حسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، KLAI ضریب شاخص سطح برگ، L تعداد روزهای لازم برای رسیدن محصول (سیکل رشد) و Ct ضریب تنفس میباشد. مقدار ضریب تنفس (Ct) از رابطه ۲ قابل محاسبه است:

$$Ct = C_{30}(0.044 + 0.0019t + 0.001t^2) \quad (۲)$$

°C برای گیاهان غیرلگوم معادل ۰۱۰۸/۰ است. t متوسط درجه حرارت در طول سیکل رشد میباشد. مقدار حداکثر تولید زیست توده ناخالص با توجه به اینکه حداکثر مقدار فتوسنتز برنج در منطقه (Pm) بیشتر از ۲۰ است، از رابطه ۳ محاسبه میشود:

$$bgm = [f \times bo \times (1 + 0.002x)] + [(1 - f) \times bc \times (1 + 0.005x)] \quad (۳)$$

x: درصد تغییر bo و bc بوده که از رابطه ۴ به دست میآید:

$$x = [(Pm - 20)/20] \times 100 \quad (۴)$$

bo: حداکثر تولید زیست توده ناخالص در روزهای ابری و غیرآفتابی
bc: حداکثر تولید زیست توده ناخالص در روزهای روشن و آفتابی
f: بخشی از روز که آسمان ابری است که از n/N-۱f- به دست میآید.
f-۱: بخشی از روز که آسمان آفتابی است.
N: ساعات آفتابی ممکن
n: ساعات آفتابی واقعی
بعد از تعیین مقدار تولید زیست توده خالص (Bn)، مقدار تولید پتانسیل (Y) از رابطه ۵ محاسبه شد:

$$Y = Bn \times Hi \quad (۵)$$

Hi: شاخص برداشت

نتایج و بحث

برخی از پارامترهای مهم برای محاسبه و برآورد تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل برنج در جدول ۱ ارائه شده است. با استفاده از اطلاعات جدول ۱ و روابط ارائه شده در قسمت مواد و روش مقدار زیست توده خالص و تولید پتانسیل گیاه برنج در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۴/۱۶۸۳۶ و ۳۸/۷۵۷۶ کیلوگرم در هکتار ماده خشک به دست آمد. با توجه به اینکه زارعین هنگام برداشت محصول، شلتوک برنج حدود ۱۲ درصد رطوبت دارد و مقایسهها با عملکرد متوسط زارع صورت میگیرد بنابراین مقدار رطوبت دانه به تولید پتانسیل بایستی اضافه گردد با این حساب تولید پتانسیل شلتوک برنج ۵۴/۸۴۸۵ کیلوگرم در هکتار خواهد بود.

جدول ۱- برخی از پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه تولید زیست توده خالص و تولید پتانسیل برنج

پارامتر	شاخص سطح برگ (LAI) (m^2/m^2)	KLAI	رطوبت دانه (%)	میانگین دمای فصل رشد (C°)	ضریب برداشت (Hi)	طول فصل رشد (روز)	ضریب تنفس (Ct)
مقدار	۶/۴	۹۶/۰	۱۲	۲۳	۴۵/۰	۱۳۲	۶۷/۶×۱۰$^{-۳}$
پارامتر	Pm	N	n	bo	bc	Ac	f
مقدار	۳۵	۱۲/۱۴	۲۵/۶	۶۹/۲۵۱	۱۱/۴۷۶	۵۸/۳۹۴	۵۶/۰

مقدار تولید پتانسیل با توجه به متوسط عملکرد زارعین در منطقه مورد مطالعه که حدود ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است، مقدار قابل توجهی است. محدودیتهای مطرح در کاهش عملکرد در منطقه خاک و مدیریت میباشد چون کشت آبی است. اگر مدیریت زارع در سطح مزرعه در سطح عالی باشد چون کشت آبی میباشد و مشکل تأمین آب برای زراعت وجود ندارد بنابراین تولید واقعی یا مشاهده شده هم به تولید برآورد شده نزدیک میشود و این کاهش تولید عمدتاً ناشی از مدیریت زارع در سطح مزرعه میباشد. نوسانات تولید مشاهده شده یا واقعی همیشه به علت شرایط خاک و محیط نیست، تولید محصول تحت تأثیر مدیریت نیز قرار میگیرد (Dengiz, ۲۰۱۳). نحوه اداره مزرعه از لحاظ فاکتورهایی چون زمان آبیاری، زمان کوددهی و سمپاشی، تراکم کاشت و دانش کشاورزان متفاوت بوده و منجر به تفاوت نهایی در تولید میشود که ناشی از عامل مدیریت است.

از این رو با اعمال مدیریتهای صحیح و برطرف نمودن محدودیتهای خاک میتوان تا حدودی به تولید پتانسیل نزدیک شد. نظر به اهمیت زیاد منابع طبیعی، مدیریت و برنامهریزی جهت استفاده صحیح از این منابع ارزشمند ضروری است. از جمله ابزارهای بسیار کاربردی جهت استفاده بهینه از منابع اراضی و خاک روشهای گوناگون ارزیابی اراضی، تعیین قابلیت و استعداد اراضی میباشد. در این راستا روشهای متفاوتی برای تعیین کلاس اراضی و برآورد تولید محصولات مختلف وجود دارد. یکی از این روشها برآورد تولید پتانسیل محصول در شرایط بهینه است. تولید پتانسیل محاسبه شده دید مناسبی جهت رفع محدودیتهای موجود و اتخاذ سیاستهای مناسب برای بهبود هر چه بیشتر متوسط عملکرد زارع و افزایش آن فراهم میآورد. همچنین سیاستهای کلان بخش

کشاورزی را با در نظر گرفتن این قابلیتها به منظور افزایش هر چه بیشتر عملکرد محصولات مهم و استراتژیک جهت رسیدن به خودکفایی در تولید انواع محصولات کشاورزی و جلوگیری از واردات بیرویه و خروج ارز اتخاذ گردد.

منابع

امیریانچکان، ع. ۱۳۹۰. مدلسازی مکانی تناسب اراضی با استفاده از تئوری مجموعههای فازی و تکنیکهای زمین آمار (مطالعه موردی: دشت سیلاخور شهرستان دورود، استان لرستان). رساله دکتری علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۸۵ صفحه.

ایوبی، ش. و جلالیان، ا. ۱۳۸۹. ارزیابی اراضی (کابریهای کشاورزی و منابع طبیعی). ویرایش اول، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۹۸ صفحه.

ایوبی، ش.، گیوی، ج.، جلالیان، ا. و امینی، م. ۱۳۸۱. ارزیابی کمی تناسب اراضی منطقه برآآن شمالی (اصفهان) برای کشت آبی گندم، جو، ذرت و برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۶، شماره ۳، صفحههای ۱۰۵ تا ۱۲۰.

شاهرخ، و.، ایوبی، ش. و جلالیان، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی و بررسی عواقب محیطی کشت آبی گندم و برنج بر اراضی منطقه زرین شهر و مبارکه اصفهان. مجله پژوهشهای حفاظت آب و خاک، جلد ۱۸، شماره ۳، صفحههای ۳۷ تا ۶۰.

گیوی، ج. ۱۳۷۷. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات منطقه فلاورجان اصفهان. موسسه پژوهشهای برنامهریزی و اقتصاد کشاورزی، تهران، ۳۴۶ صفحه.

ممتاز، ح. ۱۳۸۸. بررسی خواص پدومورفولوژیک، مینرالوژیک و فیزیکی- شیمیایی در ردیفهای مختلف توپوگرافی خاکهای شالیزاری منطقه آمل و ارزیابی تناسب اراضی برای برنج و دانههای روغنی. رساله دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۴۱۰ صفحه.

Dengiz, O. ۲۰۱۳. Land suitability assessment for rice cultivation based on GIS modeling. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, ۳۷: ۳۲۶-۳۳۴.

Samranpong, C. Ekasingh, B. and Ekasingh, M. ۲۰۰۹. Economic land evaluation for Agricultural Resource management in Northern Thailand. Environmental Modeling and Software, ۲۴(۱۲):۱۳۸۱-۱۳۹۰.

Abstract

Estimation of crop potential production in optimal condition provides suitable vision for present limitations removal and decision making for ideal politics to improve farmer yield mean. For this purpose, AEZ model was used for estimation of rice net biomass and potential productions in central areas of Guilan province. With regard to farmer yield mean (۴۵۰۰kg/ha) in study area, estimated potential production (۸۴۸۵kg/ha) was considerable. Therefore, regarding to irrigate culture of rice crop, soil and management limitations exist in study area that if these are removed, actual yield will near to potential production.

صحت‌سنجی کاربرد حدود آستانه برای انعکاس خطر کادمیم در خاک

یاسر صفری [۱]، محمد امیر دلاور [۲]، عیسی اسفندیارپور بروجنی [۳]، حمیدرضا اولیایی [۴]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان ، ۳-دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ۴- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج

چکیده
برای انجام این مطالعه، غلظت عنصر کادمیم در تعداد ۶۵ نمونه خاک سطحی (صفر تا ۲۰ سانتی‌متر) و نمونه‌های گندم رشدیافته متناظر در منطقه شهرک صنعتی روی زنجان تعیین گردید. به‌منظور اطلاع از صحت انعکاس خطر کادمیم در خاکهای منطقه بر اساس حد مجاز این عنصر، انطباق الگوی توزیع نمونه‌های گندم آلوده به کادمیم با پراکنش مکانی غلظت این عنصر در خاک بررسی گردید. نتایج نشان داد که در پی فعالیت‌های صنعتی انجام‌گرفته در شهرک روی، غلظت کادمیم در خاکهای نواحی مجاور شهرک بالاتر از حد مجاز غلظت این عنصر در خاکهای کشور است. هم‌چنین، مشاهده شد که میانگین غلظت کادمیم در دانه گندم رشدیافته در منطقه، بالاتر از حد مجاز غلظت این عنصر در مواد غذایی است. از سویی مشخص گردید که ارزیابی خطر آلودگی کادمیم در خاکهای منطقه مورد مطالعه، بر اساس حد آستانه آلایندگی این عنصر و بدون توجه به نوع کاربری اراضی ممکن است گمراه‌کننده باشد.

واژه‌های کلیدی: توزیع مکانی، شهرک تخصصی روی زنجان، فلزات سنگین، گندم

مقدمه
همگام با رشد روزافزون صنعت و تکنولوژی، ورود آلاینده‌های زیست‌محیطی و در صدر آن‌ها فلزات سنگین به خاک‌ها، موجب نگرانی رو به رشد جامعه جهانی پیرامون خطرات احتمالی آلودگی خاک شده است (Kabata-pendias, ۲۰۱۰). نظر به عدم تجزیه‌پذیری زیستی و نیمه‌عمر بسیار طولانی در محیط زیست، فلزات سنگین خطرناک‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی محسوب می‌شوند (Fu and Wang, ۲۰۱۱). تحرک و پویایی اندک فلزات سنگین در خاک و تمایل آن‌ها برای انتقال از خاک به گیاهان، به‌عنوان یکی از حلقه‌های زنجیره غذایی انسان، موجب تشدید خطر این آلاینده‌ها برای حیات انسان و دیگر موجودات زنده شده است. به‌هرحال، مهم‌ترین راهکار مورد استفاده برای سنجش خطر آلودگی خاک به فلزات سنگین، درون‌یابی مقادیر آن‌ها در یک محدوده مشخص به کمک تعدادی نقطه مشاهده‌ای و پهنه‌بندی مقادیر تخمینی در قالب یک نقشه برای هر یک از فلزات آلاینده است. با توجه به ظهور عناصر مختلف در دامنه‌های متفاوتی از مقادیر و تفاوت در خطرات ایجادشده توسط غلظت‌های برابری از فلزات سنگین مختلف در خاک، احتمال خطر هر یک از عناصر بر اساس حدود آستانه از پیش تعیین‌شده، ارزیابی می‌گردد (Manga et al., ۲۰۱۴)؛ به‌گونه‌ای که بر اساس نقشه‌های توزیع مکانی عناصر سنگین در خاک، تنها پهنه‌هایی برای کشاورزی مناسب تشخیص داده می‌شوند که در آن‌ها غلظت هیچ‌یک از فلزات سنگین از حد آستانه بالاتر نباشد (Romic et al., ۲۰۰۷). به‌وضوح مشخص است که در این حالت، شدت آلودگی آلاینده‌ها در نقاط مختلف و رفتار متفاوت عناصر در خاک، به‌ویژه قابلیت انتقال آن‌ها به گیاهان مختلف مشخص نیست؛ چراکه در کنار سطح غلظت عناصر سنگین و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نوع گونه گیاهی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر میزان جذب فلزات سنگین توسط گیاهان مختلف است (Kabata-pendias, ۲۰۱۰). در همین راستا، برخی از پژوهش‌گران معتقدند که می‌بایست ارزیابی خطر راه‌یابی فلزات سنگین به محصولات کشاورزی، به‌صورت جداگانه برای هر سامانه ویژه خاک-گیاه انجام گیرد (Li et al., ۲۰۱۰). از این رو، مهم‌ترین هدف پژوهش حاضر، ارزیابی کارایی حدود آستانه تعیین‌شده برای فلز سمی کادمیم در خاکهای کشور برای انعکاس صحیح خطر انتقال این عنصر از خاکهای آلوده اطراف شهرک صنعتی تخصصی روی زنجان به گیاه استراتژیک گندم (*Triticum aestivum L.*) است.

مواد و روش‌ها
منطقه مطالعاتی در شش کیلومتری جنوب زنجان و در اطراف شهرک صنعتی تخصصی روی (به‌اختصار شهرک روی) واقع شده است. در محدوده این شهرک بیش از ۵/۲ میلیون تن پسماند حاوی فلزات سنگین انباشته شده است و فعالیت‌های صنعتی انجام‌گرفته در آن، احتمال تجمع فلزات سنگین مختلف در خاک، ازجمله کادمیم را فراهم نموده است. مساحت محدوده مورد مطالعه، بالغبر ۱۰۰۰۰ هکتار است و در بین طول‌های جغرافیایی ′۲۱ °۴۸ تا ′۵۹ °۴۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ′۳۱ °۳۶ تا ′۴۴ °۳۶ شمالی قرار گرفته است. کشت دیم گیاه استراتژیک گندم، از رایج‌ترین کاربری‌های منطقه مورد مطالعه است.
برای انجام این مطالعه، تعداد ۶۵ نمونه خاک سطحی (صفر تا ۲۰ سانتی‌متر) و نمونه‌های گندم رشدیافته متناظر، در قالب یک الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم به فاصله‌ی ۱۰۰۰ متری برداشت گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌های خاک و گیاه برداشت‌شده مطابق با روش‌های آزمایشگاهی استاندارد، عصاره‌گیری با استفاده از اسید نیتریک پنج نرمال انجام گرفت و در نهایت غلظت کل

عنصر کادمیم نمونه‌های خاک و دانه گندم به کمک دستگاه جذب اتمی تعیین شد. هم‌چنین، برای اندازه‌گیری مقادیر غلظت قابل‌جذب این عنصر از عصاره‌گیر دی‌اتیلن تری‌آمین پنتا استیک اسید (DTPA) استفاده شد. برای ارزیابی خطر کادمیم در خاکهای مورد مطالعه، مقادیر این عنصر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از تخمین‌گر کریجینگ معمولی در محیط نرم‌افزاری ArcGIS ۱۰.۲ درون‌یابی گردید و نقشه نهایی با مدنظر قرار دادن حدود آستانه آلایندگی (مجاز) و پاک‌سازی (خطرساز) این عنصر در خاکهای کشور، ترسیم گردید (معاونت محیط زیست انسانی، ۱۳۹۲). از سوی دیگر، به‌منظور اطلاع از صحت انعکاس خطر کادمیم در خاکهای منطقه بر اساس حدود مجاز و خطرساز این عنصر، پراکنش مکانی غلظت این عنصر در بخش خوراکی گیاه گندم بررسی گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ مهم‌ترین ویژگی‌های آماری غلظت عنصر کادمیم در نمونه‌های خاک و گیاه را نشان می‌دهد.

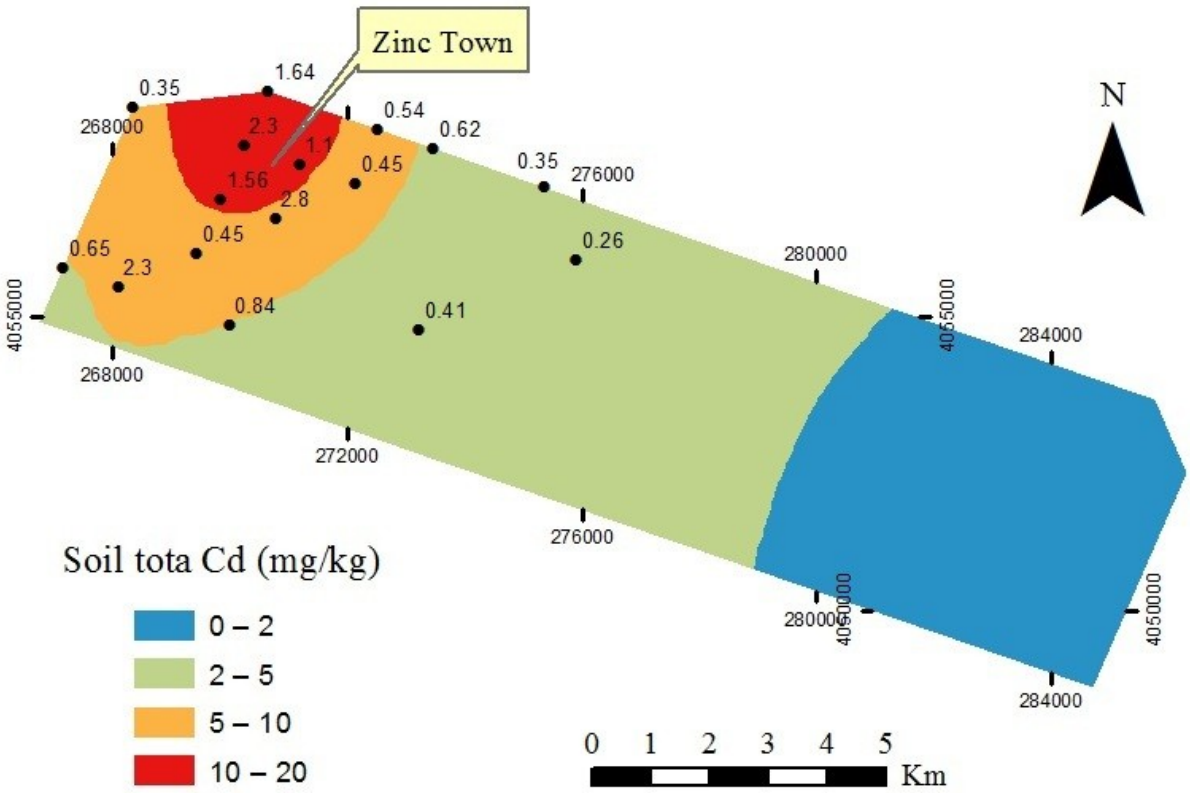
جدول ۱- خلاصه آماری غلظت عنصر کادمیم در نمونه‌های خاک و گیاه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)

	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
خاک (کل)	۱۲/۴	۳۰/۰	۳۵/۴۲	۱۱/۶	۱/۱۴۶
خاک (قابل‌جذب)	۴۱/۰	۰۰/۰	۲۰/۵	۸۳/۰	۳/۱۹۱
دانه گندم	۲۸/۰	۰۰/۰	۸۵/۲	۶۰/۰	۱/۲۱۳

غلظت کل عنصر کادمیم در خاکهای مورد مطالعه در دامنه ۳/۰ تا ۳۵/۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر است (جدول ۱) و میانگین غلظت کل این عنصر در خاک، کوچک‌تر از حد مجاز غلظت کادمیم در خاکهای کشور، یعنی ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (معاونت محیط زیست انسانی، ۱۳۹۲). میانگین جهانی غلظت عنصر کادمیم در خاکهای غیر آلوده، ۱ تا ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (Kabata-Pendias, ۲۰۱۰). بر این اساس، بزرگ بودن نسبی مقدار حداکثر غلظت کادمیم در خاکهای مورد مطالعه، می‌تواند تلنگری بر این نکته باشد که عوامل غیر طبیعی، ازجمله فعالیت‌های صنعتی انجام‌گرفته در شهرک روی، کنترل‌کننده پراکنش این عنصر سمی در بخشی از خاکهای منطقه هستند.

در پژوهش‌های مختلف، پتانسیل اکسیداسیون و احیای خاک که در قالب شاخص واکنش خاک بیان می‌شود، مهم‌ترین و مؤثرترین ویژگی در تعیین قابلیت جذب عناصر فلزی در خاک گزارش شده است (Wang et al., ۲۰۱۳). باوجود یافت شدن مقادیر نسبتاً بالای کربنات کلسیم در خاکهای منطقه و در پی آن، حاکم شدن شرایط قلیایی خفیف تا متوسط در این خاک‌ها (داده‌ها نمایش داده نشده‌اند)، نتایج جدول ۱ گویای آن است که گاهی مقادیر قابل‌توجهی از فلز کادمیم در خاکهای مورد مطالعه به شکل قابل‌جذب برای گیاهان وجود دارد. برخی از پژوهش‌گران مدت‌زمان سپری‌شده از اضافه شدن عناصر سنگین به خاک را عامل مهمی در ظهور قابلیت‌های بخش جامد خاک برای جذب و نگهداشت عناصر فلزی و در نتیجه، کاهش قابلیت دسترسی گیاهان به این عناصر می‌دانند (Lim et al., ۲۰۰۲). بر این اساس، با توجه به آن‌که عمده مقادیر کادمیم یافت‌شده در خاکهای منطقه طی دو تا سه دهه گذشته به خاک افزوده شده‌اند (Parizanganeh et al., ۲۰۱۰)، به نظرمی‌رسد عدم گذشت زمان عامل اصلی مشاهده مقادیر نسبتاً بالا برای غلظت قابل‌جذب کادمیم در نقاط معدودی از خاکهای مورد مطالعه باشد.

بالا بودن غلظت کادمیم در خاک موجب شده است تا مقادیر قابل‌توجهی از این عنصر نیز وارد بخش دانه گیاه گندم رشدیافته در منطقه شود (جدول ۱). مقدار میانگین غلظت کادمیم در دانه نمونه‌های گیاه گندم رشدیافته در منطقه، بزرگ‌تر از حد آستانه مجاز غلظت این عنصر در دانه گندم، یعنی ۲/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (FAO/WHO, ۲۰۱۲). در نتیجه، به نظر می‌رسد مصرف محصول گندم رشدیافته در بخش‌هایی از منطقه می‌تواند موجب وارد آمدن صدمات جدی به سلامت مصرف‌کنندگان گردد. در تطابق با این یافته‌ها، برخی از پژوهش‌گران معتقدند که گیاه گندم توانایی قابل‌ملاحظه‌ای برای جذب عناصر سنگین از خاکهای آلوده و انتقال مقادیر قابل‌توجهی از عناصر جذب‌شده به بخش دانه خود، دارد (Wang et al., ۲۰۱۳). هم‌چنین، گزارش‌های موجود حاکی از آن است که در میان عناصر فلزی مختلف، عنصر کادمیم از تحرک نسبتاً بالایی برخوردار بوده و گاه حتی با سهولت بیشتری نسبت به عناصر ضروری روی و مس، توسط گیاهان جذب می‌شود (Kabata-Pendias, ۲۰۱۰). شکل ۱ نقشه پهنه‌بندی غلظت کل کادمیم در خاکهای منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - توزیع مکانی غلظت کل کادمیم در خاکهای منطقه به همراه الگوی پراکنش نمونه‌های گندم آلوده به کادمیم

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در شکل ۱، بیشترین مقادیر غلظت کادمیم خاک در قسمت‌های شمال غربی منطقه، یعنی خاکهای مجاور شهرک صنعتی روی مشاهده می‌شود و با افزایش فاصله از این منبع صنعتی آلودگی، غلظت کل کادمیم در خاک هم کمتر می‌شود. این مشاهده‌ها، به‌وضوح نقش فعالیت‌های صنعتی انجام‌گرفته در شهرک روی را در تجمع عنصر سمی کادمیم در خاکهای اطراف نشان می‌دهد. در پژوهش‌های پیشین، خروج ذرات و ترکیبات هوابرد حاوی عناصر سنگین از دودکش کارخانه‌ها و کارگاه‌های صنعتی موجود در شهرک روی و پراکنده شدن پسماندهای صنعتی تجمع یافته در نزدیکی شهرک توسط باد و جریان‌های سطحی آب در اراضی اطراف، از محتمل‌ترین فرآیندهای تجمع فلزات سنگین در خاکهای منطقه برشمرده شده‌اند (Parizanganeh et al., ۲۰۱۰). با توجه به حد آستانه مجاز عنصر کادمیم در خاکهای کشور که ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (معاونت محیط زیست انسانی، ۱۳۹۲)، ملاحظه می‌شود که غلظت این آلاینده در عمده اراضی مورد مطالعه (۳/۸۱ درصد) از حد مجاز پایین‌تر است؛ حال آن‌که، در ۷/۱۸ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه، غلظت کادمیم بالاتر از حدود مجاز این عنصر است.

موقعیت جغرافیایی نمونه‌های گندمی که غلظت کادمیم در دانه آن‌ها بالاتر از حد مجاز این عنصر (۲/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) است، در شکل ۱ نشان داده شده است. توجه به پراکنش مکانی نمونه‌های گندم آلوده به کادمیم حاکی از آن است که بیشتر این نمونه‌ها در قسمت‌های شمال غربی منطقه، یعنی اراضی واقع در مجاورت شهرک روی، قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد وجود مقادیر نسبتاً بالای غلظت کادمیم در خاکهای این بخش از منطقه، موجب شده است تا با وجود غیر ضروری بودن عنصر کادمیم برای رشد گیاهان و حاکم بودن شرایط قلیایی در خاکهای مورد مطالعه، گیاه گندم مقادیر قابل‌توجهی از این عنصر را جذب کند. پژوهش‌های پیشین اثبات کرده‌اند که غلظت عناصر در خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مقادیر جذب‌شده هر عنصر توسط گیاهان هستند (Kabata-Pendias, ۲۰۱۰).

از سوی دیگر، تعداد پنج نمونه از مجموع ۱۶ نمونه گندم آلوده به عنصر کادمیم در پژوهش حاضر، در بخش‌هایی از منطقه واقع شده‌اند که در آن‌ها غلظت کل کادمیم خاک، کمتر از حد مجاز این عنصر در خاکهای کشور است (شکل ۱). چنین مشاهده‌ای به این مفهوم است که حتی محصول گندم رشدیافته در پهنه‌های خاکی که بر اساس استانداردهای موجود در کشور، غیر آلوده به کادمیم تشخیص داده شده‌اند، دچار آلودگی به این عنصر سمی است. در نتیجه، به‌وضوح مشخص است که ارزیابی خطر آلودگی کادمیم در خاکهای منطقه مورد مطالعه، تنها بر اساس حد آستانه آلایندگی این عنصر و بدون توجه به نوع کاربری اراضی ممکن است تا حدی گمراه‌کننده باشد. در همین ارتباط، بسیاری از پژوهش‌گران بر این عقیده‌اند که با توجه به تغییرپذیری مکانی

کوچک‌مقیاس ویژگی‌های خاک و وجود گزارش‌های متناقض در مورد اثرات هریک از ویژگی‌های خاک بر رفتار عناصر سنگین در خاک (Luo et al., ۲۰۱۴)، سنجش خطر آلودگی خاک در نقاط مختلف بر اساس حدود آستانه ثابت نمی‌تواند نتایج مطمئنی به ارمغان آورد (Manga et al., ۲۰۱۴). هم‌چنین، برخی از پژوهش‌گران چنین می‌پندارند که با توجه به تفاوت‌های قابل‌ملاحظه گونه‌های گیاهی مختلف برای جذب و انتقال فلزات سنگین، تنها چاره موجود، اختصاصی کردن ارزیابی خطر انتقال عناصر آلاینده از خاک به گیاه برای هر سامانه ویژه خاک-گیاه است (Li et al., ۲۰۱۰). از این رو، می‌توان اظهار داشت که در فرآیند تعیین حدود آستانه آلایندگی عناصر برای ارزیابی خطرات آن‌ها برای انسان و محیط زیست در کشور، توجه بیشتری به قابلیت‌های گیاهان استراتژیک مورد استفاده در کشور برای تسهیل چرخه عناصر، مورد نیاز است.

منابع

معاونت محیط زیست انسانی، دفتر آب‌وخاک، سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۳۹۲. استانداردهای کیفیت منابع خاك و راهنماهای آن. ۱۶۴ صفحه.

FAO/WHO. ۲۰۱۲. Joint FAO/WHO food standards programme, Codex committee on contaminants in foods. Maastricht, The Netherlands.

Fu F. and Wang Q. ۲۰۱۱. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. Journal of Environmental Management, ۹۲: ۴۰۷-۴۱۸.

Kabata-Pendias A. ۲۰۱۰. Trace Elements in Soils and Plants (۴th ed). CRC press, Boka Raton.

Li F., Ni L., Yuan J. and Daniel Sheng G. ۲۰۱۰. Cultivation practices affect heavy metal migration between soil and Vicia faba (broad bean). Chemosphere, ۸۰: ۱۳۹۳-۱۳۹۸.

Lim T.T., Tay J.H. and Teh C.I. ۲۰۰۲. Contamination time effect on lead and cadmium fractionation in a tropical coastal clay. Journal of Environmental Quality, ۳۱, ۸۰۶-۸۱۲.

Luo W., Verweij R.A. and Van Gestel C.A.M. ۲۰۱۴. Contribution of soil properties of shooting fields to lead biovailability and toxicity to *Enchytraeus crypticus*. Soil Biology & Biochemistry, ۷۶: ۲۳۵-۲۴۱.

Manga V.E., Agyingi Ch.M. and Suh Ch.E. ۲۰۱۴. Trace Element Soil Quality Status of Mt. Cameroon Soils. Advances in Geology, doi: org/۱۰.۱۱۵۵/۲۰۱۴/۸۹۴۱۰۳.

Parizanganeh A., Hajisoltani P. and Zamani A. ۲۰۱۰. Concentration, Distribution and Comparison of Total and Bioavailable Metals in Top Soils and Plants Accumulation in Zanjan Zinc Industrial Town-Iran. Procedia Environmental Sciences, ۲: ۱۶۷-۱۷۴.

Romic M., Hengl T., Romic D. and Husnjak S. ۲۰۰۷. Representing soil pollution by heavy metals using continuous limitation scores. Computers and Geosciences, ۳۳: ۱۳۱۶-۱۳۲۶.

Wang Ch., Yang Zh., Yuan X., Browne P., Chen L. and Ji. J. ۲۰۱۳. The influences of soil properties on Cu and Zn availability in soil and their transfer to wheat (*Triticum aestivum L.*) in the Yangtze River delta region, China. Geoderma, ۱۹۳-۱۹۴: ۱۳۱-۱۳۹.

Abstract

A total of ۶۵ soil (۰-۲۰ centimeter) and wheat samples collected from Zanjan Industrial Zinc Town area were analyzed for Cadmium (Cd) contents. Assessing the efficiency of Cd risk assessment in studied soils based on the threshold value, distribution pattern of polluted wheat samples was compared with the spatial distribution of soil Cd. The results showed that due to the industrial activities in Zinc Town, Cd concentration in the soils surrounding the Town exceeds national permitted Cd concentration. It was observed that mean Cd content in the grains of wheat grown in the studied area, exceeds the permitted Cd concentration in food. It was also observed that Cd risk assessment in studied soils based on a threshold value regardless the land use may lead to some incorrect results.

مقایسه طبقه‌بندی تاکسونومیکی و قابلیت حاصل‌خیزی خاک در قسمت‌های مختلف استان چهارمحال و بختیاری

زهرا رسائی [۱]، عبدالمحمد محنت کش [۲] و محمدحسن صالحی [۳]
۱- دانشجوی دکترای پیدایش و رده‌بندی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، ۳- استاد خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده
با توجه به ارتباط سیستم طبقه‌بندی حاصل‌خیزی خاک (FCC) با سامانه‌های معمول رده‌بندی خاک و توانایی سیستم FCC در تفسیر واحدهای نقشه خاک، ارزیابی قابلیت حاصل‌خیزی اراضی مورد مطالعه به روش FCC و مقایسه این سیستم با سامانه‌های معمول رده‌بندی خاک در چهار واحد نقشه خاک (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) در قسمت‌های مختلف استان چهارمحال و بختیاری هدف این مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که سیستم‌های طبقه‌بندی مورد بررسی، در توصیف این خاک‌ها موفق بودند. مقایسه این سیستم‌های طبقه‌بندی نشان داد که خاک‌ها در واحدهای FCC به‌طور واضح‌تری توصیف شده‌اند در حالی‌که سیستم طبقه‌بندی آمریکایی خاک، خاکهای با توصیف‌کننده‌های متفاوت را در یک تحت گروه قرار داده است اما سیستم WRB خاکهایی که در سیستم FCC و رده‌بندی آمریکایی به ترتیب در واحدها و تحت گروه‌های یکسان طبقه‌بندی شده‌اند را در گروه مرجع‌های متفاوتی قرار داده است.

واژه‌های کلیدی: استان چهارمحال و بختیاری، قابلیت حاصل‌خیزی خاک، سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی، سامانه رده‌بندی خاک جهانی

مقدمه
به منظور مدیریت و بهره‌وری بهتر و حفاظت از منابع اراضی، شناخت توانمندی‌های اراضی ضروری است. از طرفی، تأمین غذای جمعیت درحال رشد در جوامع درحال توسعه یک چالش جدی است. استفاده بی‌رویه، غیر علمی و بدون در نظر گرفتن توان اکولوژیکی منابع طبیعی از مهم‌ترین عوامل تخریب آنها به‌شمار می‌رود. استفاده بهینه از اراضی موجب می‌شود تا ضمن حداکثر بهره‌وری، زمین نیز مورد حفاظت قرار گیرد. از این رو، شناخت توانمندی‌های اراضی و اختصاص آن‌ها به بهترین کاربری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از دیرباز در این زمینه تلاش‌های زیادی صورت گرفته است. یکی از روش‌های پیشنهاد شده در زمینه ارزیابی اراضی روش طبقه‌بندی قابلیت حاصل‌خیزی اراضی است. این روش ضمن برقراری ارتباط بین ویژگی‌های اراضی و کاربری‌های مختلف حفاظت اراضی را نیز در کنار بالا بردن سطح زیر کشت مد نظر دارد.

سیستم طبقه‌بندی قابلیت حاصل‌خیزی خاک برای اتصال بین زیر شاخه‌های رده‌بندی خاک و حاصل‌خیزی خاک توسعه داده شد (Buol and Nicholadies, ۱۹۸۰). این روش به‌عنوان یک سامانه تخصصی طبقه‌بندی خاک، بر روی کاربرد ویژه سیستم‌های معمول طبقه‌بندی خاک از جمله سیستم رده‌بندی آمریکایی[۲۵۰] و جهانی[۲۵۱] خاک‌ها که بطور خاص ویژگی‌های خاک‌ها را بیان می‌کنند، متمرکز است. سیستم‌های معمول طبقه‌بندی خاک به دلیل طبیعت پویای آنها بیشتر بر لایه‌های زیرسطحی نسبت به لایه‌های سطحی تأکید دارند، در حالی‌که اکثر فعالیت‌ها و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی عمدتاً به لایه شخم محدود می‌شوند (Anusontpornperm et al., ۲۰۰۹). به این دلیل سیستم موسوم به سیستم طبقه‌بندی حاصل‌خیزی خاک[۲۵۲] (FCC) ارائه شد. سیستم FCC، یک سیستم طبقه‌بندی خاک برای اهداف ویژه می‌باشد ولی خاک‌ها را درجه‌بندی نمی‌کند (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵) بلکه یک سیستم طبقه‌بندی عملی است که به‌طور کمّی و به‌منظور مدیریت حاصل‌خیزی خاک روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم خاک تأکید دارد (Tabi et al., ۲۰۱۳). در واقع در این سیستم، طبقه‌بندی اراضی بر اساس پارامترهای کمّی خاك سطح‌الارض و تحت‌الارض که مستقیماً در ارتباط با رشد گیاه می‌باشد و غالباً از کلاس محدودیت طبقه‌بندی تاکسونومی خاك یا راهنمای نقشه خاك‌های جهان گرفته شده است، بنا گذاشته شده است (Buol and Nicholadies, ۱۹۸۰). برای هر خاک، FCC به‌صورت یک کد نشان داده می‌شود که تفسیر هر کد اطلاعاتی برای طبقه‌بندی درست خاک به کاربر می‌دهد (Sanchez et al., ۲۰۰۳).

این روش طبقه‌بندی اراضی، ویژگی‌های مختلف خاک اعم از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، کانی‌شناسی و بیولوژیکی را در ارتباط با رشد گیاه تفسیر می‌کند و دارای دو سطح طبقه‌بندی می‌باشد. در سطح اول نوع بافت افق سطحی و زیر سطحی به‌عنوان تیپ خاک شناخته می‌شود و در سطح دوم، علائم معرف بیان می‌شوند که نشانگر عوامل محدود کننده برای رشد گیاه محسوب

[۲۵۰] Soil Taxonomy
[۲۵۱] WRB
[۲۵۲] Fertility Capability Classification

می‌شوند. نمایش این دو سطح در کنار هم، ویژگی‌های خاک را در ارتباط با قابلیت آن برای رشد گیاه نشان می‌دهد. بر اساس علائم مختلف به‌دست آمده می‌توان در ارتباط با محدودیت‌های خاک برای رشد گیاه تفسیرهایی انجام داد. اطلاعات کسب شده از راهنمای نقشه خاک می‌تواند به‌وسیله این سیستم، طبقه‌بندی و مورد تفسیر قرار گیرد و نقشه‌های خاک به‌صورت نقشه‌های FCC در آید (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵).

در مطالعه‌ای که در منطقه شمال شرقی تایلند توسط Anusontpornperm et al. (۲۰۰۹) صورت گرفت، نتایج کاربرد روش FCC در تفسیر خاک‌ها نشان داد که خاکهایی که در سیستم طبقه‌بندی آمریکایی خاک در یک تحت گروه طبقه‌بندی شده‌اند، طبقه‌بندی حاصل‌خیزی آن‌ها طبق روش FCC به ویژه در زمینه توصیف‌کننده‌های خاک، متفاوت است. براساس این تحقیق، واحدهای FCC خاک‌ها را به‌طور واضح‌تری توصیف کرده است در حالی‌که سیستم طبقه‌بندی آمریکایی خاک، خاکهای با توصیف‌کننده‌های متفاوت را در یک تحت گروه قرار داده است. برای رفع این مشکل، این محققین توصیه کردندکه سیستم طبقه‌بندی آمریکایی خاک برای توصیف معنی‌دارتر خاک‌ها از نظر مدیریت باید در سطح تحت گروه اصلاح شود. همچنین برای توصیف بهتر خاک‌ها برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی دقیق‌تر نیاز به افزودن توصیف‌کننده‌های بیشتری در سیستم FCC می‌باشد.

با توجه به توانایی سیستم FCC در تفسیر واحدهای نقشه خاک و ارتباط این سیستم با سامانه‌های رده‌بندی خاک، و همچنین با توجه به اینکه این روش در مطالعات سایر محققین در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است، شناسایی و ارزیابی قابلیت حاصل‌خیزی اراضی مورد مطالعه به روش FCC و مقایسه این سیستم با سامانه‌های معمول رده‌بندی خاک اهداف این مطالعه می‌باشند.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کیفی قابلیت حاصل‌خیزی مناطق مختلف استان چهارمحال و بختیاری، چهار خاک مربوط به واحدهای نقشه‌های خاک (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) مناطق جونقان (سایت شماره ۱)، کیار (سایت شماره ۲)، کوهرنگ (سایت شماره ۳) و سورک (سایت شماره ۴) در استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت (بی‌نام، ۱۳۹۱). مناطق مورد مطالعه جزء مناطق نیمه‌خشک با رژیم حرارتی و رطوبتی به ترتیب مزیك و زریك می‌باشند. موقعیت قرارگیری سایت‌های مورد مطالعه بر روی نرم‌افزار گوگل ارث در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- موقعیت سایت‌های مورد مطالعه بر روی نرم‌افزار گوگل ارث

خاک‌ها با استفاده از سیستم‌های معمول رده‌بندی خاک، Soil Taxonomy (۲۰۱۴) و WRB (۲۰۱۴)، رده‌بندی شدند. به‌منظور شناسایی محدودیت‌های حاصل‌خیزی اراضی و طبقه‌بندی اراضی به واحدهای FCC، از نسخه چهارم طبقه‌بندی FCC (Sanchez et al., ۲۰۰۳) استفاده شد و در نهایت تیپ و معرف‌های محدود کننده رشد برای هریک از واحدهای خاک تعیین شد. سپس نتایج به دست آمده از سامانه‌های رده‌بندی و طبقه‌بندی با هم مقایسه گردید.

نتایج و بحث

سایت جونقان دارای خاك‌های عمیق تا نیمه‌عمیق با زهکشی خوب و بافت متوسط و شیب متوسط ۵ درصد می‌باشند. کاربری فعلی خاک‌رخ شاهد این سایت کشاورزی آبی است. مهم‌ترین ویژگی این خاک داشتن افق‌های آرجلیك و کلسیك می‌باشد. سایت کیار دارای خاکهای عمیق با زهکشی خوب و دارای افق‌های آرجلیک و کلسیک، شیب متوسط تا ۲ درصد می‌باشد که کاربری فعلی

خاک‌رخ شاهد آن کشاورزی آبی است. سایت کوهرنگ خاکی است عمیق با بافت سنگین با زهکشی خوب و شیب متوسط ۱۲ درصد که مهم‌ترین ویژگی این خاک وجود افق‌های آرجلیك و کلسیك، سطوح فشاری ضعیف و درز و شکاف در سطح خاك مي‌باشد. کاربری فعلی خاک‌رخ شاهد این سایت، مرتع است. سایت سورک خاکی است عمیق تا نیمه‌عمیق با بافت متوسط با زهکشی خوب و شیب متوسط ۱۲ درصد که مهم‌ترین ویژگی این خاک وجود افق‌های مشخصه آرجلیك و کلسیك مي‌باشد؛ کاربری فعلی خاک‌رخ شاهد این سایت، کشاورزی آبی است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های شاهد سایت‌های مورد مطالعه در جدول ۱ و رده‌بندی‌های تاکسونومیکی در دو سیستم رده‌بندی آمریکایی (تا سطح تحت گروه) و جهانی خاک‌ها (تا سطح دوم رده‌بندی) و حاصل‌خیزی آنها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

افق	عمق (cm)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	گنجایش تبادل کاتیونی خاک ($Cmol(+)\ kg^{-1}$)	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	شن	سیلت	رس	سنگریزه	بافت
					%						
سایت ۱ (جونقان)											
Ap	۴۰-۰	۶/۷	۹/۰	۳/۱۱	۵/۳۶	۴/۱	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۶	۰/۱۰	لوم شنی
Btk۱	۷۰-۴۰	۸/۷	۶/۰	۳/۱۳	۰/۱۷	۵/۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۵	لوم سیلتی
Btk۲	۹۰-۷۰	۸/۷	۴/۰	۱/۱۲	۰/۲۱	۲/۰	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۱۲	۰/۵	لوم
Btk۳	۱۸۰-۹۰	۹/۷	۷/۰	۶/۱۶	۵/۳۴	۲/۰	۰/۲۹	۰/۵۳	۰/۱۸	۰/۵	لوم سیلتی
سایت ۲ (کیار)											
Ap	۱۰-۰	۹/۷	۵/۰	۵/۱۰	۵/۲۱	۴/۰	۰/۶۰	۰/۳۴	۰/۶	۰/۰	لوم شنی
Bt	۳۰-۱۰	۰/۸	۴/۰	۳/۱۴	۵/۲۱	۵/۰	۰/۵۶	۰/۳۸	۰/۶	۰/۰	لوم شنی
Btk۱	۸۰-۳۰	۰/۸	۴/۰	۳/۲۱	۰/۴۲	۱/۰	۰/۲۶	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۰	لوم
Btk۲	۱۳۰-۸۰	۰/۸	۴/۰	۶/۱۱	۰/۴۱	۱/۰	۰/۴۸	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۰	لوم
سایت ۳ (کوهرنگ)											
AB	۲۵-۰	۷/۷	۱/۰	۵/۲۳	۰/۵	۱/۱	۰/۶	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۰	رس سیلتی
Bt	۹۰-۲۵	۴/۷	۱/۰	۳/۲۴	۰/۱۱	۹/۰	۰/۶	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۰	رس سیلتی
Btk۱	۱۱۵-۹۰	۵/۷	۱/۰	۳/۲۷	۵/۱۷	۵/۰	۰/۴	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۵	رس سیلتی
Btk۲	۱۵۰-۱۱۵	۵/۷	۱/۰	۶/۲۶	۸/۱۳	۴/۰	۰/۵	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۵	رس سیلتی
سایت ۴ (سورک)											
Ap	۳۰-۰	۹/۷	۲/۰	۵/۱۱	۰/۲۱	۳/۰	۰/۲۲	۰/۳۸	۰/۴۰	۰/۵	لوم رسی
Btk۱	۸۰-۳۰	۸/۷	۲/۰	۱/۱۴	۰/۳۳	۲/۰	۰/۲۴	۰/۴۲	۰/۳۴	۰/۵	لوم رسی
Btk۲	۱۰۵-۸۰	۸/۷	۲/۰	۳/۱۸	۰/۴۱	۲/۰	۰/۲۵	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۰	لوم رسی
Btk۳	۱۵۰-۱۰۵	۰/۸	۱/۰	۶/۱۷	۰/۴۶	۱/۰	۰/۲۱	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۰	لوم رسی

جدول ۲- رده‌بندی تاکسونومیکی و حاصل‌خیزی خاک سایت‌های مورد مطالعه

سایت	طبقه‌بندی تاکسونومیکی خاک		طبقه‌بندی حاصل‌خیزی خاک
	سیستم امریکایی (۲۰۱۴)	سیستم جهانی (۲۰۱۴)	
۱	Calcic Haploxeralfs	Luvic Calcisols (Siltic)	Ldbm (۲-۵%)

۲	Calcic Haploxeralfs	Calcic Luvisols	Ldbm (۰-۲%)
۳	Calcic Haploxeralfs	Calcic, Vertic Luvisols (Clayic)	Cdbm (۸-۱۲%)
۴	Calcic Haploxeralfs	Luvic Calcisols	Cdbm (۸-۱۲%)

مقایسه رده‌بندی خاک‌ها در دو سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی و جهانی نشان می‌دهد که سامانه آمریکایی رده‌بندی خاک‌ها، تمام خاکهای بررسی شده را بطور یکسان در تحت گروه Calcic Haploxeralfs قرار داده است. این درحالیست که این خاک‌ها بطور متفاوت در سامانه جهانی رده‌بندی خاک‌ها در دو گروه مرجع Luvisols و Calcisols قرار گرفته‌اند. در مورد خاکهای سایت‌های شماره ۱، ۲ و ۴ هر دو سیستم به خوبی به ویژگی‌های این خاک‌ها (وجود افق‌های تجمع رس و کربنات کلسیم) اشاره کرده‌اند و به‌نظر می‌رسد هر دو سامانه در رده‌بندی این خاک‌ها موفق بوده‌اند. در مورد خاک سایت شماره ۳، سامانه آمریکایی این خاک را در تحت گروه Calcic Haploxeralfs قرار داده است و سامانه جهانی آن را به‌صورت Calcic, Vertic Luvisols (Clayic) رده‌بندی کرده است. اگرچه هر دو سامانه بکار رفته به ویژگی‌های بارز این خاک‌ها و وجود افق‌های کلسیک و آرجلیک (افق آرجیک در سامانه جهانی رده‌بندی خاک) به خوبی اشاره کرده‌اند، به‌نظر می‌رسد سامانه جهانی به دلیل اشاره به ویژگی Vertic در سطح دوم رده‌بندی در توصیف این خاک نسبت به سامانه آمریکایی موفق‌تر بوده و بهتر عمل کرده است. بطور کلی می‌توان گفت که سامانه جهانی طبقه‌بندی خاک‌ها با بیان ویژگی‌های بیشتری از خاک‌ها نسبت به سامانه آمریکایی عملکرد بهتری دارد.

نتایج ارزیابی قابلیت حاصل‌خیزی اراضی به روش FCC (جدول ۲) نشان می‌دهد که تیپ اراضی در سایت‌های ۱ و ۲ لومی و در سایت‌های ۳ و ۴، رسی است. علامت تیپ اراضی بصورت L و C بیانگر عدم وجود تمایز بافتی در تمامی خاکهای مورد مطالعه تا عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک است. معرف d نشان دهنده خشکی هوا در فصل رشد است که این امر ممکن است باعث کاهش دوره رشد گیاه شود. به‌دلیل آهکی بودن مواد مادری این خاک‌ها و همچنین درصد بالای کربنات کلسیم (جدول ۱)، این خاک‌ها از نظر واکنش، آهکی بوده و بنابراین معرف b برای توصیف تمامی این خاک‌ها آورده شده است که وجود این معرف می‌تواند بیانگر خطر کمبود آهن و روی برای گیاه باشد. به دلیل پایین بودن درصد مواد آلی در خاکهای مطالعه شده، معرف m در طبقه‌بندی حاصل‌خیزی خاک‌ها آورده شده است. مشابه نتایج بدست آمده توسط Anusontpornperm et al. (۲۰۰۹)، واحدهای FCC خاک‌ها را به‌طور واضح‌تری توصیف کرده است در حالی‌که سیستم طبقه‌بندی آمریکایی خاک، خاکهای با توصیف‌کننده‌های متفاوت را در یک تحت گروه قرار داده است. درحالی که سیستم WRB خاکهایی که در سیستم FCC و رده‌بندی آمریکایی به ترتیب در واحدها و تحت گروه‌های یکسان قرار دارند را در گروه مرجع‌های متفاوتی قرار داده است.

بررسی نتایج رده‌بندی خاکهای مورد مطالعه در سیستم‌های رده‌بندی آمریکایی و جهانی خاک با روش طبقه‌بندی قابلیت حاصلخیزی نشان می‌دهد که سیستم آمریکایی و جهانی در رده‌بندی و بیان ویژگی‌های خاک‌ها یکسان عمل کرده‌اند (به‌جز سایت شماره ۳ که سیستم جهانی رده‌بندی خاک با اشاره به ویژگی‌های بیشتری از خاک، عملکرد بهتری داشته است) و سیستم طبقه‌بندی حاصل‌خیزی نیز به خوبی به ویژگی‌ها و محدودیت‌های خاکهای مورد مطالعه برای فعالیت‌های کشاورزی اشاره کرده است. بنابراین می‌توان گفت هر سه این سیستم‌های طبقه‌بندی در توصیف این خاک‌ها موفق بوده‌اند.

با توجه به این نتایج می‌توان چنین گفت در صورتی‌که هدف از رده‌بندی خاک‌ها شناخت خصوصیات پدولوژی آنها باشد، سامانه‌های رده‌بندی آمریکایی و جهانی و در صورتی‌که هدف بیشتر شناخت خصوصیات حاصل‌خیزی و مدیریتی باشد، سامانه FCC می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. از طرفی سامانه‌های رده‌بندی آمریکایی و جهانی می‌توانند به‌عنوان سامانه‌هایی برای تهیه نقشه خاک و پایه تفکیک واحدهای نقشه خاک مورد استفاده قرار گیرند و پس از آن با استفاده از نقشه خاک به دست آمده، از سامانه FCC برای طبقه‌بندی اراضی بهره برد.

منابع

ایوبی، ش.ا. و جلالیان، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی اراضی (کاربری‌های کشاورزی و منابع طبیعی). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

بی‌نام، ۱۳۹۱. گزارش خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی استان چهارمحال و بختیاری. سازمان آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری.

Anusontpornperm S., Nortcliff S. and Kheoruenromne I. ۲۰۰۹. Interpretability Comparison between Soil Taxonomic and Fertility Capability Classification Units: A Case of Some Major Cassava Soils in Northeast Thailand. Kasetsart Journal, ۴۳: ۹-۱۸.

Buol S.W. and Nicholaides J.J. ۱۹۸۰. Constraints to soil fertility evaluation of extrapolation of research results. Pp. ۴۲۵-۴۳۸. Proceedings of the Congress on Priorities for Alleviating Soil-Related Constraints to Food Production in the Tropics. Los Baiios, Phillipines.

IUSS Working Group WRB. ۲۰۱۴. World Reference Base for Soil Resources (۲th update). World Soil Resources Reports. No. ۱۰۶. FAO, Rome.

Sanchez P.A., Palm C.A. and Buol S.W. ۲۰۰۳. Fertility Capability Soil Classification. A tool to help access soil quality in the tropics. Geoderma, ۱۱۴: ۱۵۷-۱۸۵.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy (۱۲th ed.), USDA & NRCS.
Tabi F.O., Ngobesing E.S.C., Yinda G.S., Boukong A., Omoko M., Bitondo D. and Mvondo Ze A.D. ۲۰۱۳. Soil fertility capability classification (FCC) for rice production in Cameroon lowlands. African Journal of Agricultural Research, ۸: ۱۶۵۰-۱۶۶۰.

Abstract

Regarding the relationship between the Fertility Capability Classification (FCC) system and current soil classification systems, and the ability of FCC system to interpret soil classification systems with conventional soil map units, land fertility capability evaluation method and compare it with conventional systems of soil classification was considered as the objective of study in four soil map unit (in scale ۱:۵۰۰۰۰) in different parts of Chaharmahal-va-Bakhtiari Province. Results showed that used classification systems, were succeed in these soils' interpretation. Comparison of different used systems showed that soils have clearly been interpreted in FCC units, whereas the Soil Taxonomy has classified soils with different qualifiers in same subgroup, but the WRB classified soils uniformly which are classified in units and subgroup in FCC and Soil Taxonomy, respectively, in various Reference Soil Group.

رهیافت‌های روش ژئوپدولوژی، راه‌کارهایی برای شناسایی دقیق‌تر خاک‌ها

حمید قیومی محمدی
عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

چکیده
شناسایی خاک‌ها به عنوان پایه‌ای برای انجام مطالعات مربوط به شناخت و بهره‌برداری بهینه منابع زمینی ازجمله کشاورزی، منابع طبیعی، برنامه‌ریزی شهری و محیط زیست قرار می‌گیرد. بنابراین حسن اجرای پروژه‌های پژوهشی و عمرانی در زمینه‌های فوق، صرف‌نظر از اختصاصات فنی آن‌ها تا حدود زیادی تابع کیفیت نقشه‌های خاك می‌باشد. فاکتورهای مهمی که در مرزبندی واحدهای نقشه خاك ملاك قرار مي‌گيرند، احتمال وجود ناهمگونی هائی را در درون واحد نقشه خاك و نیز تغییرات و تفاوت‌هایی را بین واحدهای مزبور اجتناب‌ناپذیر مي‌سازند. هرچه واحدهای نقشه خاك را با خلوص و همگنی بیشتری تفکیك و مجزا نمائیم، حفاظت، مدیریت و بهره‌برداری پایدار آن واحد مي‌تواند راحت‌تر و صحیح‌تر صورت پذیرد. در این بررسی برخی مطالعات شناسایی خاک‌ها که به روش ژئوپدولوژی در فارس، همدان، گلستان، بروجن، فریدن و سمیرم انجام شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته و مزایای روش مزبور برای تفکیک واحدهای همگون‌تر خاک ساختی و افزایش خلوص و یکنواختی نقشه های خاک در قیاس با روش قدیمی مطالعه خاک (معمول در موسسه تحقیقات خاک و آب) اشاره شده است.

واژه‌های کلیدی: روش ژئوپدولوژی، نقشه خاک، چرخه مورفوژنز- پدوژنز، رابطه خاک- لندفرم، فضای مورفوژنیک

مقدمه
به طورکلی ارزشیابی میزان اعتبار و کارایی روش‌های خاك‌شناسی به طرق مختلفی امکان‌پذیر می‌باشد که بعضی از موارد مهم آن به شرح زیر می‌باشند:
۱- توانائی و قابلیت روش در کاهش تغییرات درون واحدهای نقشه و افزایش همگونی و خلوص هر واحد نقشه خاك.
۲- توانائی و قابلیت روش در تعمیم نتایج نقاط مشاهداتی شاخص به درصد بیشتری از مساحت هر واحد نقشه خاك.
۳- توانائی و قابلیت روش در کاهش زمان و هزینه انجام مطالعات خاك‌شناسی با حفظ دقت و کیفیت نقشه خاك.
۴- توانائی روش در نگرش سیستمی، جامع و دینامیك به روند شکل‌زائی و خاک‌سازی در پدیده‌ها و عوارض طبیعی و امکان ملحوظ داشتن کلیه فرآیندهای ذی‌ربط در چرخه تبادل ماده و انرژی.
۵- توانائی روش در استفاده از فناوري‌های نوین و امکان‌پذیری تجزیه و تحلیل‌های آماری از داده‌های تولیدی.
۶- قابل اتصال و انطباق بودن نتایج مطالعات، با سایر نظام‌های علمی محیطی و جغرافیائی مرتبط.
۷- توانائی روش در تبیین و جانمائی انواع خاک‌های مختلف در نظام سلسله مراتبی طبقه‌بندی جامع خاک‌ها، متناسب با مقیاس مطالعه و سطوح ادراك متفاوت.
۸- توانائی روش برای معرفی هرچه شفاف‌تر کلیه خصیصه‌ها، استعدادها و محدودیت‌های خاک‌ها برای اعمال مدیریت و کاربری متناسب و بهینه، در راستای اهداف و سیاست‌های توأمان: ماندگاری و پایداری منابع، ملاحظات زیست محیطی و بالاخره بهره‌برداری سودمندانه و عادلانه.

طی ۶۵ سالی که از شناسایی خاک‌ها در ایران مي‌گذرد، ۲۵ میلیون هکتار بر اساس روش‌های خاک‌شناسی مختلف مطالعه و گزارش شده است (عمدتا در موسسه تحقیقات خاک و آب، و نیز در دانشگاه‌ها و پایان‌نامه های دانشجویی، مهندسین مشاور و بخش های خصوصی). با توجه به تحولات علوم خاک و ژئومرفولوژی، ضرورت اتخاذ روشی جامع‌تر از روش قدیمی بیش از پیش احساس می‌گردد. در این راستا مجامع معتبر علمی جهان گام‌های مؤثری برداشته‌اند. از آن جمله مؤسسه بین‌المللی ITC هلند، روشی را تحت عنوان ژئوپدولوژی "Geopedology Approach" ارائه و متداول نموده (Zinck،۱۹۸۹) که از اعتبار جهانی برخوردار گردیده و در چند استان ایران نیز استفاده شده و نتایج مطلوبی به دست آمده است. در این روش بررسی جامعی از روابط بین خاک و زمین ریخت و تعامل آن‌ها صورت گرفته و خاک‌ها با نگاهی فراگیر و سیستمی و با لحاظ نمودن کلیه عوامل فرم، فرآیند، ماده (منشأ)، محیط تشکیل و انرژی مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفته و در نتیجه واحدهای نقشه خاک، دارای درجه خلوص بیشتری بوده‌اند. در مقاله حاضر با اتکای به پژوهش‌های انجام‌شده، به گوشه‌ای از ویژگی‌های روش ژئوپدولوژی پرداخته و جایگاه آن را مورد ارزیابی قرار مي‌دهیم.
سابقه تحقیق و مطالعات خاک‌شناسی در ایران به سال‌های ۱۳۳۰ بر مي‌گردد (بلالی و همکاران، ۱۳۸۰). فقط تا سال ۱۳۷۹ بیش از ۲۲ میلیون هکتار از اراضی مستعد کشاورزی و هموار کشور، توسط موسسه تحقیقات خاك و آب ایران بر اساس روش خاک‌شناسی معمول و قدیمی مطالعه و گزارش شده است. مطالعات مزبور براساس چهارچوب فیزیوگرافیك که بدواً توسط یکی از کارشناسان فائو بنام ماهلر (۱۹۶۰) برای انجام مطالعات کلی ارزیابی منابع و قابلیت اراضی تدوین و پیشنهاد شده بود و سپس با

انجام کارهای صحرائی گسترده و با استقاده از چهارچوب و کلید Soil Taxonomy USDA نسبت به طبقه‌بندی خاک‌ها و اراضی در سه سطح (برحسب دقت مطالعه) اجمالی، نیمه تفصیلی و تفصیلی اقدام گردیده است. در این مطالعات در مورد رابطه خاک و سطوح ژئومرفولوژیکی، انواع انرژی‌های تأثیرگذار در خاک‌سازی و فرآیندهای متفاوت، تمایز و تحقیقی انجام نگرفته است.

هرچند مفاهیم تشکیل خاک بر روی یك کاتنا موضوع بسیاری از پایان‌نامه‌های دانشجویی در دانشگاه‌های ایران بوده است ولی کارهای انجام شده از نظم و هماهنگی معینی پیروی نمی‌کردند و به جای تجزیه سیستماتیك سطوح ژئومورفیك، عمدتاً به ذکر ۹ واحد فیزیوگرافی که بدواً توسط ماهلر برای بررسی اجمالی و تفکیک تیپ‌های اراضی در ایران با مقیاس ۱ :۲۵۰/۰۰۰ ابداع شده بود، اکتفا می‌شد لذا نقش ژئومورفولوژی و موقعیت واحدهای ژئومورفیك روی شیب در مطالعات خاك‌شناسی ایران لحاظ نمی‌گردید (نوربخش.ف، ۱۳۶۸، قیومی محمدی، ۱۳۸۰ و قلیزاده، ۱۳۸۲). هرچند که موارد پراکنده تحقیق در مورد تاکید بر رابطه خاک و ژئومورفولوژی نیز در این اواخر رو به فزونی می باشد (فرپور. م، ۱۳۷۴).

از آنجائی‌که در نیم قرن اخیر روش‌های تحقیق متحول شده‌اند و به‌ویژه نوآوری‌هایی که در زمینه شناسایی و مدیریت منابع زمینی از جمله خاك‌ها صورت گرفته است، لزوم هماهنگی با علوم و فنون جدید و کاربرد تکنیك‌های پیشرفته در زمینه شناسایی، طبقه‌بندی و ارزیابی اراضی بیش از هر زمان دیگر احساس می‌گردد.

مواد و روش‌ها

این مقاله شامل بررسی و نتیجه‌گیری از دستاوردهای چند طرح پژوهشی توسط نگارنده و نیز پایان‌نامه های دانشجوئی، که تماماً مطالعات شناسایی خاک‌ها را به روش ژئوپدولوژی در فارس، همدان، گلستان و اصفهان انجام داده‌اند، می‌باشد. همچنین ساختار روش ژئوپدولوژی و عوامل شاکله و تأثیرگذار آن در ارتباط با مطالعات مختلفی که در ایران صورت گرفته است، و نیز در ارتباط با چهارچوب‌های مختلف ژئومرفیك ارائه شده به روش کتابخانه‌ای بررسی و مقایسه شده و مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته‌اند. البته برخی از نتایج و دستاوردهای پژوهشی اشاره شده در مقاله نیز، محصول عملیات میدانی و نتایج آزمایشگاهی مرتبط می‌باشد.

نتایج و بحث

مطالعات خاك‌شناسی مبتنی بر روش ژئوپدولوژی در ایران توسط صالحی (۱۹۹۴) و فرشاد (۱۹۹۷) در دشت همدان-بهار (ITC)، مؤمنی (۱۹۹۹ و ۱۹۹۴) در مرودشت فارس، قلی زاده در استان گلستان (۱۳۸۰ و ۱۳۸۲) و قیومی در واحدهای هیدرولوژیك داران- دامنه (۱۳۸۶) و سمیرم (۱۳۸۹) و اسفندیارپور در بروجن (۱۳۸۸) انجام شده است. پژوهشگران دیگری نیز در سایر استان‌ها بررسی‌های مشابهی را انجام داده‌اند و یا در دست انجام می‌باشد.

در مطالعات فوق ساختار راهنمای نقشه خاك مبتنی بر تجزیه زمین‌نما و روابط خصوصیات خاك با شدت و جهت شیب استوار بوده و با مفاهیم رده‌بندی خاک‌ها در سیستم طبقه‌بندی جامع خاك (۱۹۷۵) تلفیق شده و ترکیب واحد نقشه خاك و درصد و نوع ناخالصی‌های آن به صورت مجموعه‌های همسان، مجموعه‌های همراه و پیسه‌ها تعیین شده است. استنتاج کلی از مطالعات فوق حاکی از این است که روش ژئوپدولوژیك در شرایط آب و هوایی حاکم بر ایران که خاک‌ها بیشتر از مواد مادری خود تبعیت می‌کنند قابل استفاده می باشد (مؤمنی، ۱۹۹۴ و ۱۹۹۹). همچنین در جدیدترین کارهای تحقیقاتی در ایران، قلی‌زاده در منطقه گنبدقابوس (استان گلستان ۱۳۸۰) و قیومی در فریدن و سمیرم، کارایی روش ژئوپدولوژی را مورد بررسی قرار داده و ضمن مقایسه روش مزبور با روش‌های قبلی به نتایج مطلوب و مثبتی رسیده‌اند. قلی‌زاده نتیجه‌گیری نموده است که روش ژئوپدولوژی، علاوه بر افزایش راندمان اطلاعاتی، به دلیل آن‌که، روش مزبور مبتنی بر تعمیم نتایج بر پایه رابطه میان نمونه و جامعه پی‌ریزی شده است، باعث افزایش خلوص نقشه و راندمان اقتصادی مطالعات خاك نیز خواهد شد. برخی پژوهشگران نیز کارایی روش ژئوپدولوژی را عمدتا در مقیاس و سطوح ادارک اجمالی و نیمه‌تفصیلی معتبر دانسته‌اند (اسفندیارپور، ۱۳۸۸). ایشان متقاعد نشده که روش مزبور می‌تواند با تعمیم نتایج از محدوده شاهد مطالعاتی به کل محدوده، دقت لازم را برای افزایش خلوص و همگونی واحد نقشه خاک برای سطح دقت تفصیلی تامین و ترسیم نماید.

ضمنا برخی موارد از نتایجی که قیومی در فریدن به دست آورده آنست که (با عنایت به اینکه خاك‌های ایران عمدتاً از مواد مادری تبعیت می‌نمایند): روش ژئوپدولوژی به خوبی قادر است نقش و تأثیر رخساره (ویژگی‌های سنگ شناسانه) را در خصوصیات خاك‌ها بروز داده و نمایان سازد. به استناد نتایج مذکور، رخساره مارن و سنگ آهك، با زایش و ایجاد ۵۶% آهك در خاك‌های منشاء گرفته از آن، دارای آهك‌زایی شدید و نیز فرسایش پذیری بالا می‌باشند و پس از آن سنگ آهك اربیتولین‌دار با ۴۸% در ردیف بعدی قرار داشته است. سنگ‌های دگرگونی و ماسه سنگ‌ها با کمترین درصد کربنات، کمترین آهك‌زایی را در خاك ای مشتق شده از خود داشته‌اند. همچنین بررسی میانگین درصد رس در بخش کنترلی پروفیل‌های خاك مؤید آن است که وضعیتی کم و بیش مشابه آهك، در زمینه درصد رس نیز صادق می‌باشد. چرا که رخساره مارن و سنگ آهك، موجد خاك ای با بافت سنگین تا خیلی سنگین در سطح و طبقات خاك بوده و پس از آن سنگ آهك اربیتولین‌دار، دارای وضعیتی نزدیك و مشابه آن می‌باشد. سنگ‌های دگرگونی و ماسه سنگ‌ها با ایجاد خاك‌های متوسط تا سنگین در طبقات سطحی و زیرین، با کمترین درصد میزان رس، بافت‌های سبك‌تری را در این رخساره به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج به دست آمده از پژوهش‌های فوق بیانگر وجود یك رابطه سیستمی نسبتاً قوی بین موقعیت لندفرم روی شیب و خصوصیات خاك‌های متشکله روی آن می‌باشد. ضمنا روش مزبور، ضمن دخالت دادن عوامل ژئولوژیك، ژئومورفولوژیك، لیتولوژیك و پدولوژیك

در تفکیك واحدهای نقشه خاك، این امکان را به وجود آورده تا بتوان واحدهای با خصوصیات همگن را تفکیك و در نتیجه درجه خلوص واحدهای نقشه و به تبع آن، طبقه‌بندی تناسب اراضی برای محصولات زراعی و مدیریت مزارع را بهبود بخشید. همچنین روش ژئوپدولوژی علاوه بر کارایی در اراضی هموار، امکان استفاده و مطالعه را در اراضی پایکوهی و تپه ماهورها (که ممکن است دارای پتانسیل زیادی برای کشاورزی نیز باشند) فراهم نموده و امکان تجزیه زمین‌نما در کلیه واحدهای زمین ریختی و موقعیت‌های ژئومورفیک آن وجود دارد؛ و بالاخره خصوصیات خاك در واحدهای نقشه به روش ژئوپدولوژی، دارای تغییرپذیری کمتر و به عبارتی، دارای درجه خلوص بیشتری می باشد.

در گذشته نقش توپوگرافی را در پیدایش و تحول خاک‌ها، به عنوان یکی از پنج عامل خاک سازی مؤثر می‌دانستند (بای بوردی و کوهستانی، ۱۳۶۳)؛ اما امروزه نقش و تأثیر انکارناپذیر جنبه‌ها و فرآیندهای مُرفوژنیك به عنوان مجموعه عوامل و شرایطی که فراتر از یک عامل (توپوگرافی) می‌باشند، در چرخه مورفوژنز- پدوژنز مطرح گردیده‌اند (رجایی، ۱۳۷۳؛ مؤمنی، ۱۳۷۹). این مجموعه شرایط همانا فضای ژئومرفیك می‌باشد، که ضمن آن‌که عامل توپوگرافی را به‌خوبی در بر می‌گیرد، فراتر و جامع‌تر از آن، نقش فرم، فرآیند، ماده، محیط تشکیل و انرژی را نیز در چرخه مزبور شامل می‌گردد. فاکتورهایی که هرکدام به گونه ئی مؤثر در چرخه خاک سازی و تحولات آن تأثیرگذار می‌باشند.

در ارتباط با فرآیندهای شکل‌ساز و خاك‌زا، محیط تشکیل و انرژی‌های متفاوت تریکار (۱۹۶۹)، محمودی (۱۳۶۸)، عیوضی (۱۳۷۴)، معتمد (۱۳۷۶)، اولیاء (۱۳۷۷)، رامشت (۱۳۸۰)، کریم زاده (۱۳۸۱) و..... نتیجه‌گیری‌های ارزشمندی داشته‌اند. پیرامون زاگرس و البرز و نیز ایران مرکزی، بسیاری لندفرم‌ها و خاک‌ها وجود دارند که محیط و انرژی آب نقش کمتری در شکل‌گیری آن‌ها داشته‌اند (مآخذ بالا و اشتری، ۱۳۸۲). وجود زمین ریخت‌های یخچالی، مواد یخرفتی و یا شکل‌گرفته از محیط‌های مشابه در بسیاری از مناطق ایران (فریدن، بلداجی، دشت چغاخور، آذربایجان، دره ابیانه، دشت ابراهیم‌آباد یزد، طزرجان یزد، نطنز، کاشان، دلیجان، کرمان و حتی بم) به اثبات رسیده است (مآخذ بالا و معتمد، ۱۳۷۶). رسوبات و زمین ریخت‌های دریاچه‌ای نیز در اطراف بسیاری از چاله‌های ایران گزارش شده (جداری عیوضی، ج. ۱۳۷۴) که به اعتقاد "رامشت" بستر تبلور و گسترش مدنیت در ایران بوده است (۱۳۸۰) که صرفاً با یك نگاه ژئوپدولوژیك قادر به شناسایی درست آن‌ها و درك منشاء مواد و انرژی حامل آن‌ها خواهیم بود.

رسوبات و زمین ریخت‌های بادرفتی نیز در ایران به وفور مشاهده می‌گردند. قبادیان (۱۳۶۹)، اختصاصی (۱۳۷۵)، احمدی (۱۳۷۷)، اشتری (۱۳۸۰)، قیومی (۱۳۸۰) و کریم‌زاده (۱۳۸۱) و... بررسی‌هایی در این زمینه داشته‌اند. کریم‌زاده معتقد است که بیش از دوسوم مساحت ایران در شرایط اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی قرار دارد که این عرصه‌ها کم و بیش جولانگاه انرژی باد و فرآیندهای بادرفتی می‌باشند. احمدی وسعت شنزارهای ایران را ۱۳ میلیون هکتار برآورد نموده، و اختصاصی می‌گوید که از این مقدار، ۵ میلیون هکتار را تپه‌های شنی فعال تشکیل می‌دهد. اشتری علاوه بر فرآیندهای مورفوکلیماتیك، نقش و دخالت انسان را نیز در تشدید جابجایی مواد بادرفتی مؤثر می‌داند و بالاخره قیومی منتج از تحقیق خود، هشدار داده است که فرسایش و نهشته‌های بادی (به عنوان تابلوی بیابان)، به جوف زاگرس در فریدن نیز رسیده است. تمامی این پدیده‌ها و فرآیندهای خاک‌ساختی- زمین‌ریخت ساختی با روش ژئوپدولوژی به صورت دقیق‌تر و شفاف‌تری رصد می‌گردند.

در یك تحقیق که در غرب و سرآب حوضه زاینده‌رود به روش ژئوپدولوژی انجام شده است، نقش و تأثیر فضای مورفوژنیک در پیدایش و تحول خاک‌های واحد هیدرولوژیك داران- دامنه مورد بررسی و اثبات قرار گرفته است. به‌علاوه دریکی از واحدهای نقشه خاك منطقه مذکور، ویژگی‌های مورفوژنیک قادر بوده است، تحول اساسی و بنیادین در خصوصیات خاك ایجاد نماید. به عبارتی فضای مورفوژنیک توانسته بر مواد مادری و سایر فاکتورهای خاک‌سازی غلبه نموده و: الف- راسته خاك را تغییر دهد. ب - خاك معدنی را به خاك آلی تبدیل نماید. ج- خاك قلیائی را اسیدی نماید. د- و بالاخره در یك ریزحوضه (Hydrologic unit) که در محاصره ارتفاعات آهکی است، خاك غیرآهکی و اسیدی ناشی گردد. بدون شك معرفی خاك نادر هیستوسول، در شرایط نیمه‌خشک فریدن، معلول اعمال نفوذ فضای مورفوژنیک در چرخه مورفوژنز- پدوژنز منطقه مزبور می‌باشد (قیومی محمدی، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۶).

نتیجه آن‌که بررسی‌ها این نظر را که فرآیندها و پدیده‌های زمین ریخت ساختی، مادر پدیده‌های خاک‌ساختی می‌باشند تائید می‌نماید؛ بنابراین روش‌های مطالعاتی خاک‌شناسی که به نقش و تاثیر مبانی و مفاهیم ژئومورفولوژیک، هم‌سنگ موازین خاک‌شناسی اهمیت می‌دهند، از دقت، جامعیت و اعتبار بالاتری برخوردار می‌باشند. به نظر می‌رسد طراحان روش ژئوپدولوژی با جامع‌نگری، زیرساخت‌ها و چهارچوب‌های نظری روش را به گونه‌ای ابداع و طراحی کرده‌اند تا با آینده پژوهی و کار پژوهشی بیشتر امکان ارتقاء نقاط قوت روش و کاهش و تعدیل کاستی‌ها وجود داشته باشد تا بتواند از جامعیت، اعتبار و پذیرش بیشتر و وسیع‌تری برخوردار گردد. تلاش‌ها همچنان ادامه دارد و نوید بخش است.

منابع

اسفندیارپور بروجنی، ع، تومانیان، ن، صالحی، م.ح. و محمدی، ج، ۱۳۸۸، ارزیابی نقشه‌برداری خاک به روش ژئوپدولوژی با استفاده از شاخص‌های تفرق و شباهت (مطالعه موردی: منطقه بروجن، استان چهارمحال و بختیاری)، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۲۳، شماره ۴، صفحات ۱۰۰ تا ۱۱۴.

اشتری مهرجردی، ع. ۱۳۸۲، منشاءیابی شن‌های روان منطقه اردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ایران.

احمدی، ح. ۱۳۷۷. ژئومرفولوژی کاربردی. جلد دوم. بیابان- فرسایش بادی. انتشارات دانشگاه تهران.

اختصاصی، محمدرضا. و همکاران. ۱۳۷۵. منشاءیابی تپه‌های ماسه‌ای در حوزه دشت یزد- اردکان. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. معاونت آموزش و تحقیقات. وزارت جهاد سازندگی. تهران. ایران.
اولیاء، محمدرضا. ۱۳۷۷. زمین‌ریخت شناسی میانکوه یزد. رساله فوق‌لیسانس در رشته جغرافیای طبیعی (ژئومرفولوژی). دانشگاه اصفهان.
بای بوردی، محمد؛ و ابراهیم کوهستانی. ۱۳۶۳. خاك - تشکیل و طبقه‌بندی. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۱۳۶۰. تهران. ایران.
جداری عیوضی، جمشید. ۱۳۷۴. ژئومرفولوژی ایران. دانشگاه پیام نور. ۱۰۶ ص.
رامشت، محمدحسین. ۱۳۸۰. دریاچه‌های دوران چهارم، بستر تبلور و گسترش مدنیت در ایران (مقاله شماره ۵۰۳). فصلنامه تحقیقات جغرافیائی. سال شانزدهم. شماره ۶۰. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
رجائی، عبدالحمید. ۱۳۷۳، ژئومرفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای. نشر قومس. تهران. ۳۲۸ ص.
صدیقی، مهدی و محسن‌پور کرمانی (مترجمان). ۱۳۶۹. اشکال ناهمواری در نواحی خشک. تألیف ژان تریکار. معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی. مشهد. ایران. ۶۶۴ ص.
فرپور، محمدهادی. ۱۳۷۴. رابطه خاك و ژئومرفولوژی در منطقه گدار کبك چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۲ ص.
قبادیان ع. ۱۳۶۹."سیمای طبیعی فلات ایران". انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان. ایران.
قلي‌زاده، عبدالغفور. عزیز مؤمنی. حسینعلی بهرامی. محمدحسن بنائی. ۱۳۸۲. بررسی کارایی روش ژئوپدولوژیك و روش خاك‌شناسی معمول در ایران در افزایش خلوص واحدهای نقشه خاك، و کاهش هزینه‌های مطالعات خاك‌شناسی. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاك ایران. جلد اول. دانشگاه گیلان. رشت. ایران.
قلي‌زاده، عبدالغفور. ۱۳۸۰. بررسی کارایی روش ژئوپدولوژیك و روش خاک‌شناسی معمول در ایران برای طبقه‌بندی تناسب اراضی تحت کشت محصولات عمده منطقه گنبد قابوس. استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (M.Sc.) خاك‌شناسی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۱۰۶ص.
قیومی محمدی، حمید. ۱۳۸۰." مطالعات ژئوپدولوژیك واحد هیدرولوژیك داران- دامنه". پایان‌نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی. دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد. اصفهان. ایران.
قیومی محمدی، حمید. ۱۳۸۶. مطالعات ژئوپدولوژیك واحد هیدرولوژیك داران ـ دامنه. نشریه فنی شماره ۱۳۳۰ مؤسسه تحقیقات خاك و آب. وزارت جهاد کشاورزی. ایران.
قیومی محمدی، حمید. ۱۳۸۹. مطالعات ژئوپدولوژیك واحد هیدرولوژیك سمیرم. نشریه فنی شماره ۱۴۷۲ مؤسسه تحقیقات خاك و آب. وزارت جهاد کشاورزی. ایران.
کریم زاده، حمیدرضا. ۱۳۸۱. چگونگی تکوین و تکامل خاك‌ها در لندفرم‌های مختلف و منشاءیابی رسوبات فرسایش یافته بادی در منطقه شرق اصفهان. رساله دکترای خاك‌شناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ایران.
معتمد، احمد. ۱۳۷۶. کواترنر (زمین شناسی دوران چهارم). انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۸ ص.
موسسه تحقیقات خاك و آب: گذشته، حال، آینده (نیم قرن تلاش) ۱۳۸۰- ۱۳۳۱ نگارندگان محمدرضا بلالی... و دیگران. کرج. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۱۳۸۰.
مؤمنی. عزیز. ۱۳۷۹. سمینار کارشناسان و محققین خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی کشور. بررسی روش نوین خاك شناسی (ژئوپدولوژی). اداره خاك شناسی کرج.
محمودی، فرج الله. ۱۳۶۸. ژئومرفولوژی ساختمانی و دینامیك بیرونی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۸ ص.
نوربخش، فریدون. ۱۳۶۸. مطالعه خصوصیات خاک‌ها در یك ردیف اقلیمی- پستی و بلندی در منطقه اصفهان و چهارمحال و بختیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاك شناسی (تشکیل و طبقه‌بندی). دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. ۱۵۹ص.
Moameni، A. ۱۹۹۴. Assesment of the prevailing irrigation practices and their relation to soil، using remote sensing and GIS in the Hamadan area (Iran). M.Sc. Thesis، International Institute for Aerospace survey and Earth Sciences (ITC). Enscheda، the Netherlands، ۱۳۷p.
Moameni، A. ۱۹۹۹. Soil quality changes under long- term wheat cultivation in the marvdasht plain، south- central Iran. Ph.D. dissertation، Gent university، Gent، Belgium، ۲۸۴p.
Zinck،J.A. ۱۹۸۹.Physiography and soils. Lecture notes for K۶.

Abstract

Nowadays, soil survey and classification has a very important role and necessity in investigative and developmental activities. Because of the pedogenetic and morphogenetic processes and factors have a high affinity and relationship with each other; hence the soils and landforms must be surveyed jointly, so that each of them had

been an evident for the after one. Landforms are pedogenesis bed and resource, and soils are also a covering for geoforms formation, and also its result.

Through the ۶ recent decades of soil surveys in Iran, ۲۵ million hectares of country flat lands have been studied based on the conventional approach and the results reported. With regards to the well-known shortages of this method, and also based on the innovations developed in the field of the soil and geomorphology studies, the necessity of utilizing the new methods in this area is obvious. One of these new and appropriate methods is the Geopedology approach, which is represented and developed by the ITC, international institute of Netherlands. Appling of this method in Iran and some of the other regions of the world has been lead to desirable and more valid results. The main characteristic attribute of this approach is the comprehensive and hierarchical view in the soil and landform survey, so that the main feature of form, process, matter, morphogenetic environment, and energy are studied integrative. This study is on the track of the introducing some of the main features of this approach and its place in the geographical, soil survey, and geomorphologic researches, based on the performed studies.

ارزیابی روش‌های مختلف زمین آماری برای تعیین تغییرات مکانی شوری خاک

سیدعلیرضا سیدجلالی [۱]، فریدون سرمدیان [۲]
۱-استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج، ۲-استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تهران

چکیده
منطقه مورد مطالعه در دشت عقیلی، گتوند استان خوزستان واقع است. هدف اصلی از این تحقیق انتخاب مناسب‌ترین روش زمین‌آماری برای تعیین تغییرات مکانی شوری خاک می‌باشد. بدین منظور از روشهای مختلف درونیابی از قبیل کریجینگ معمولی، کوکریجیتگ معمولی و وزنی فاصله معکوس استفاده گردید. برای انجام این تحقیق، ۷۴ نمونه برای پیش بینی و ۲۸ نمونه برای آزمون پیش بینی انتخاب گردبد. برای انتخاب متغیر کمکی از آنالیز مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. و متغیر درصد سدیم قابل تبادل بعنوان متغیر کمکی در کوکریجینک انتخاب گردید. بر اساس نتایج اعتبارسنجی روشها برای هدایت الکتریکی خاک مقادیر ریشه دوم میانگین خطا و میانگین خطا، برای کوکریجینگ به ترتیب، ۵۴/۱ و ۰۱۰/۰- دسیسیمنز بر متر، برای کریجینگ به ترتیب برابر ۷۵/۱ و ۰۲۰/۰- و وزنی فاصله معکوس به ترتیب ۷۱/۱ و ۰۷۰/۰- است. این نتایج نشان می‌دهد کوکریجینگ نسبت به کریجینگ و وزنی فاصله معکوس از دقت بالاتری برای تهیه نقشه شوری خاک برخوردار است.

واژه های کلیدی: زمین‌آمار، شوری خاک، گتوند

مقدمه
برای تهیه نقشه شوری خاک در سطح وسیع نیاز به صرف هزینه و وقت زیاد است. برای صرفه جویی در زمان و هزینه یکی از راهها، استفاده از روشهای درونیابی برای برآورد شوری است. بدین منظور در این تحقیق از روشهای درونیابی کریجینگ، کوکریجینگ و معکوس فاصله استفاده گردید. تا روش مناسب‌تر و با خطای کمتر برای تولید نقشه استفاده شود.
بعضی از روش های کریجینگ مثل کوکریجینگ و رگرسیون کریجینگ از متغیرهای کمکی استفاده می‌کنند تا دقت درون یابی را افزایش دهند ضمن اینکه موجب کاهش تعداد مشاهدات متغیر اصلی شده و صرفه جویی در هزینه نمونه برداری خواهد شد. روش های درونیابی با استفاده از متغیرهای کمکی بهتر از روشهای درونیابی عام مثل کریجینگ معمولی است. (Kravchenko, A. N., and Robertson, G. P., ۲۰۰۷).
معرروفی و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی، با استفاده از روش های متفاوت زمین آماری مانند کریجینگ، حداقل انحناء، فاصله معکوس، همسایگی طبیعی، چندجمله ای موضعی و توابع پایه شعاعی، تغییرات مکانی مقادیر هدایت الکتریکی و pH آب های خروجی از چشمه ها و قنات ها در دشت بهار همدان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که روش های چندجمله ای موضعی و فاصله معکوس به ترتیب بهترین الگو برای تخمین هدایت الکتریکی و pH زه آب های منطقه بودند. همچنین روش توابع پایه شعاعی به عنوان نامناسب‌ترین الگو در تخمین هدایت الکتریکی و pHشناخته شد.
خصوصیات زمین نما[۲۵۳]، مانند کاربری اراضی، پستی و بلندی‌ها، و مواد مادری، برای کنترل فرآیندهای متفاوت خاک و توزیع مکانی خواص خاک از اهمیت خاصی برخوردار هستند. بنابراین، انتخاب روشهای درون‌یابی برای زمین نماهای مختلف، حتی برای خصوصیت خاک یکسان، متفاوت است (Hengl, T., Heuvelink, G. B. M., and Rossiter, D. G., ۲۰۰۷).
جعفری و همکاران (۲۰۰۸) طی تحقیقی برای بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک از دو روش کریجینگ و کوکریجینگ استفاده نمودند نتایج آنها نشان داد که استفاده از متغیر کمکی در کوکریجینگ دقت تهیه نقشه را افزایش داد. تقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) به منظور پیش‌بینی پراکنش مکانی شوری خاک از روش کریجینگ و کوکریجینگ استفاده نمودند متغیرهای کمکی مورد استفاده در روش کوکریجینگ شامل داده های ماهواره‌ای ETM ، پارامترهای اراضی و قرائت‌های افقی- عمودی دستگاه القاءگر مغناطیسی می‌باشد. نتایج نشان داد که روش کوکریجنگ با استفاده از متغیر کمکی هدایت‌گر الکترومغناطیسی دارای دقت بهتری نسبت به کریجینگ بود. محمودی و همکاران (۲۰۱۲) طی تحقیقی به منظور بررسی تغییر پذیری برخی ویژگیهای خاک از روشهای کریجینگ، روش وزنی فاصله معکوس و روش توابع پایه شعاعی استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که برای پارامترهای سیلت، شن و وزن مخصوص ظاهری خاک از بین روشهای مختلف روش کریجینگ و برای پارامتر رس روش توابع پایه شعاعی از دقت بیشتری برخوردار بود. هدف از این تحقیق درون یابی شوری خاک با سه روش کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و وزنی فاصله معکوس است تا اینکه روش مناسبی برای درونیابی شوری خاک تعیین گردد.

[۲۵۳] Landscape

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب ایران، دشت عقیلی، گتوند، استان خوزستان به مساحت تقریبی ۳۵۰۰ هکتار بین عرض شمالی ¢ ۰۷ ° ۳۲ تا ¢ ۱۰ ° ۳۲ و طول شرقی ¢ ۵۲ ° ۴۸ تا ¢ ۵۶ ° ۴۸ قرار دارد. این منطقه بر اساس طبقه بندی گوسن دارای اقلیم نیمه بیابانی خفیف می‌باشد. حداکثر دمای روزانه در تیر ماه ۶/۴۶ درجه سانتي‌گراد و حداقل دمای روزانه ۱/۸ درجه سانتي‌گراد در دی ماه می‌باشد. مقدار متوسط بارندگی سالیانه در منطقه مورد مطالعه ۳۲۴ میلي‌متر است.

در این منطقه ۱۰۲ نقطه بررسی گردید. نمونه ها به دو زیر مجموعه تقسیم شدند. ۷۴ نقطه از داده های برای پیش بینی هدایت الکتریکی و ۲۸ نقطه برای آزمون و مقایسه دو روش درونیابی کریجینگ[۲۵۴] و کوکریجینگ[۲۵۵] در نظر گرفته شد.

آنالیز مؤلفه های اصلی[۲۵۶] یک روش- آماری چند متغیره است که متغیرهایی را که با هم همبستگی دارند بصورت مؤلفه های اصلی نشان می‌دهد. وقتی که متغیرها با هم همبستگی داشته باشند، آنالیز مؤلفه های اصلی برای کاهش داده های چند بعدی به تعداد کمتری از ترکیبات خطی متعامد، با خلاصه کردن منابع اصلی تغییرپذیری داده‌ها، مفید خواهد بود (Li Y., Shi, Z., Li, F., and Li, H. Y., ۲۰۰۷).

روش های درونیابی

کریجینگ بهترین تخمین‌گر خطی ناریب بوده که عاری از خطای سیستماتیک می‌باشد. همچنین واریانس تخمین در آن نیز حداقل می‌باشد. در این روش می‌توان نقشه های مختلف تخمین و خطای تخمین نقاط را تعیین نمود. در این روش داده‌ها بایستی از ایستایی لازم و توزیع نرمال (بعضی روش‌ها) برخوردار باشند. چنانچه در داده‌ها روند وجود داشته باشد از روش کریجینگ عمومی استفاده می‌شود.

کوکریجینگ یک روش زمین آماری اساسی و مهم است که از یک متغیر اصلی و یک متغیر ثانویه تشکیل شده که این دو متغیر با هم همبستگی دارند. و از نظر مکانی به هم وابسته هستند. توابع نیم تغییر نمای اعتبار سنجی متقابل در کوکریجینگ برای نشان دادن تغییرات مکانی خصیصه ها بکار می‌رود (Cahn, M. D., Hummel, J. W., Brouer, B. H., ۱۹۹۴).

روش وزنی فاصله معکوس یك روش درون یابی با وزن دهی متوسط بوده که در آن داده ها از طریق رابطه انحراف یك نقطه از سایر نقاط با استفاده از گره های شبکه بندی شده، وزن دهي می شوند. (Franke, R. ۱۹۸۲). این روش بر این فرضیه استوار است که با افزایش فاصله داده ها، تأثیر داده ها بریکدیگر نیز کم رنگ تر می شود. بنابراین ضریب وزنی با فاصله، رابطه معکوسی دارد.

معیارهای ارزیابی

روشهای کریجینگ و کوکریجینگ با استفاده از معیارهای میانگین خطا (ME[۲۵۷]) و با ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE[۲۵۸]) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند در این تحقیق از این معیاره برای برای هدایت الکتریکی ۲۸ نمونه آزمون و ۷۴ نمونه پیشبینی شده استفاده می‌شود.. ME برای اندازه گیری تخمین اریب و RMSE برای اندازه گیری دقت است که از طریق روابط (۱ و ۲) محاسبه می‌شوند:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^{n}[z(u_i)-z^*(u_i)]}{21}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}[z(u_i)-z^*(u_i)]^2}{21}} \qquad (۲)$$

در اینجا، $z(u_i)$ مقدار اندازه‌گیری شده در مکان u_i، و $z^*(u_i)$ مقدار برآورد شده در همان محل است. آنالیز زمین آماری و تولید نقشه های پیشبینی هدایت الکتریکی بوسیله نرم افزار ARCGIS ۱۰.۱[۲۵۹] انجام گردید.

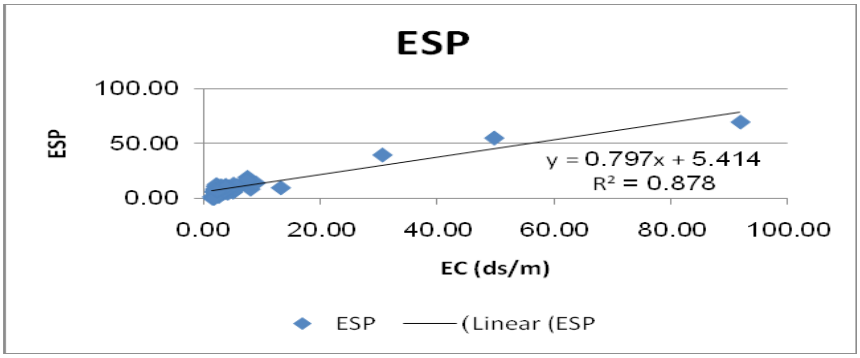
نتایج و بحث

نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی نشان داد که سه مؤلفه اصلی مؤلفه ۱، ۲ و ۳ مقادیر ویژه آنها بزرگتر از یک می‌باشد. درصد تغییرات توزیع داده شده توسط این سه مؤلفه به ترتیب ۳۰/۰، ۲۴/۰ و ۲۱/۰ درصد است که نشان می‌دهد در مجموع این سه مؤلفه بیش از ۷۶ درصد کل تغییرات و اطلاعات را به خود اخصاص داده‌اند. سایر مؤلفه ها نقش زیادی در تغییرات داده ها را به خود اختصاص ندادند. در ضمن رابطه رگرسیونی نیز نشان داد که بین هدایت الکتریکی خاک و درصد سدیم قابل تبادل همبستگی بالائی وجود دارد. که مقدار آن برابر ۸۷/۰ است.

---

[۲۵۴] Kriging
[۲۵۵] Cokriging
[۲۵۶] Principal Component Analysis (PCA)
[۲۵۷] Mean Error
[۲۵۸] Root Mean Square Error
[۲۵۹] ESRI, Redlands, CA, USA

همبستگی قوی بین درصد سدیم قابل تبادل و هدایت الکتریکی از مؤلفه سوم که مقدار آن برابر ۸۷/۰ است (شکل ۱) نشان می‌دهد که درصد سدیم قابل تبادل می‌تواند بعنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱- رابطه بین درصد سدیم قابل تبادل و هدایت الکتریکی

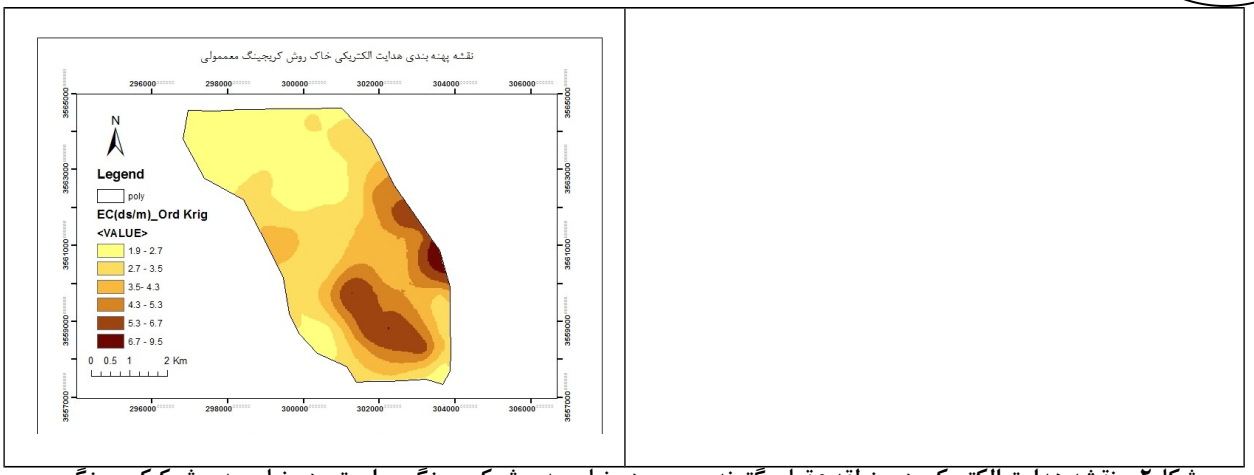
همان طور که در جدول (۱) نشان داده شده است مدل نمایی بر نیم تغییر متغیر اصلی، هدایت الکتریکی برازش داده شد و نسبت پایین اثر قطعه‌ای به آستانه [C۰/(C+C۰)] برابر ۱۶/۰ نشان دهنده ساختار مکانی مناسب است و از آنجایی که از بین سایر مدلها کمترین خطا را داشت به عنوان بهترین مدل برای برازش داده ها انتخاب گردید. واریوگرام متغیر کمکی انتخاب شده از مؤلفه اول که درصد سدیم تبادل می‌باشد نیز به مدل نمایی برازش داده شد، که دارای نسبت پایین اثر نقطه‌ای به سقف [C۰/(C+C۰)] برابر ۳۰/۰ است که ساختار مکانی مناسب را نشان می‌دهد. چون که از بین سایر مدلها کمترین خطا را داشت به عنوان بهترین مدل برای برازش داده ها انتخاب گردید.

پس از برازش دادها به مدلهای مختلف، نقشه درون یابی با بهترین مدل و کمترین خطا تهیه شد و مشخص شد که نقشه درونیابی با استفاده از کوکریجینگ دارای کلاسهای بیشتری نسبت به کریجینگ بود که نشان می‌دهد که کوکریجینگ (شکل ۲- راست) نسبت به کریجینگ (شکل ۲- چپ) در مجموع پیش بینی دقیق‌تری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- جدول پارامترهای زمین آماری

پارامترها	روش	C۰/C۰+C	مدل	خطای روش ارزیابی متقابل	
				ME	RMSE
EC	روش وزنی فاصله معکوس	۶/۱۶	نمایی	-۰۲۰/۰	۷۵/۱
		۵/۴	نمایی	-۰۱۰/۰	۵۴/۱
			توان ۲	-۰۳۲/۰	۷۴/۱
			توان ۳	-۰۷۰/۰	۷۰/۱
			توان ۴	-۰۸۹/۰	۷۰/۱

ME : Mean Error ., RMSE : Root Mean Square Error



شکل۲- نقشه هدایت الکتریکی در منطقه عقیلی گتوند - چپ- درونیابی به روش کریجینگ.، راست- درونیابی به روش کوکریجینگ.،

مقایسه نتایج درونیابی

بر اساس نتایج اعتبارسنجی روشها برای هدایت الکتریکی خاک مقادیر ریشه دوم میانگین خطا و میانگین خطا، برای کوکریجینگ به ترتیب، ۵۴/۱ و ۰۱۰/۰- دسیسیمنز بر متر، برای کریجینگ به ترتیب برابر ۷۵/۱ و ۰۲۰/۰- و وزنی فاصله معکوس به ترتیب ۷۱/۱ و ۰۷۰/۰- است. این نتایج نشان می‌دهد کوکریجینگ نسبت به کریجینگ و وزنی فاصله معکوس از دقت بالاتری برای تهیه نقشه شوری خاک برخوردار است. بنابر این نقشه پهنه بندی تغییرات مکانی شوری خاک به روش کوکریجینگ که از دقت بالاترب برخوردار است تهیه گردید (شکل ۲ ب)..

در ضمن در تحقیقاتی که توسط Ahmad و Marsily (۱۹۸۷) و همچنین Kravchenko و Robertson (۲۰۰۷) انجام گردید نشان داد که برای پیشبینی خصوصیات خاک و استفاده از متغیرهای کمکی باعث برتری روش کوکریجینگ نسبت به روشهای درونیابی عام مثل کریجینگ معمولی است. تقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) و جعفری و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقات خود نیز نشان دادند استفاده از روش درونیابی کوکریجینگ نسبت به کریجینگ از دقت بالاتری برخوردار است. که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

نتیجه گیری

از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که روش کوکریجینگ نسبت به کریجینگ و وزنی فاصله معکوس برای تهیه نقشه شوری خاک از دقت بالاتری برخوردار است. زیرا خطای آن پایین تر بود. بنابر این استفاده از روشهای درویابی ضمن کاهش در هزینه نمونه برداریها و هزینه آزمایشات خاک می‌تواند نتایج معقولی را ارائه دهد.

منابع

تقی_زاده-مهرجردی، م.، سرمدیان، ف.، امید، م.، سوابقی،گ.، روستا، م و رحیمیان، م. ۱۳۹۲. نقشه برداری شوری خاک با استفاده از روشهای زمین آماری و القاء مغناطیسی در اردکان. نشریه ایرانی علوم خاک. جلد ۲۶ شماره ۴. ص ۳۸۰-۳۶۹.

جعفری، م.، اصغری، م. معظمی، م.، بی‌نیاز، م و تهمورس، م. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک با استفاده از روشهای زمین آماری. نشریه زراعی و باغبانی. شماره ۸۰.

محمودی، ج.، زارعیان، ف.، جوادی، م و خرسندی، ن. ۱۳۹۱. مقایسه کارایی بعضی از روشهای زمین آماری برای پیش‌بینی تغییر پذیری بعضی از خصوصیات فیزیکی خاک . جلد ۱. شماره ۴. نشریه حفاظت منابع خاک و آب.

معروفی، س.، ترنجیان، آ و ابیانه، ح. ۱۳۸۹. ارزیابی روشهای مختلف زمین‌آماری برای تخمین شوری و پ هاش آب شبکه زهکشی در دشت بهار-همدان. دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان.

Ahmed, S., and De Marsily, G., ۱۹۸۷. Comparison of geostatistical methods for estimating transmissivity using data on transmissivity and specific capacity. *Water Resour. Res.* ۲۳: ۱۷۱۷-۱۷۳۷.

Cahn, M. D., Hummel, J. W., Brouer, B. H., ۱۹۹۴. Spatial analysis of soil fertility for site-specific crop management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, ۵۸, ۱۲۴۰-۱۲۴۸.

Franke, R. ۱۹۸۲. Scattered data interpolation: test of some methods. Mathematics of Computations, ۳۳: ۱۸۱-۲۰۰.

Hengl, T., Heuvelink, G. B. M., and Rossiter, D. G., ۲۰۰۷. About regression-kriging: From equations to case studies. *Comput. Geosci.* ۳۳: ۱۳۰۱-۱۳۱۵.

Kravchenko, A. N., and Robertson, G. P., ۲۰۰۷. Can topographical and yield data substantially improve total soil carbon mapping by regression krigging? *Agron. J.* ۹۹: ۱۲-۱۷.

Li Y., Shi, Z., Li, F., and Li, H. Y., ۲۰۰۷. Delineation of site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in a coastal saline land. *Computers and Electronics in Agriculture*, ۵۶, ۱۷۴-۱۸۶.

Abstract

The study area is in Aghili plain, Gotvand, Khuzestan province. The main objective if this research is choosing the best geostatistical method for determing spacial variability of soil salinity. For that different mehods such as Kriging, coKriging and weighted inverse distance was used. In order to do this research, ۷۴ samples were used for prediction as training and ۲۸ samples for test. For selection of covariate, principle component analysis were performed. So that exchangeable sodium percentage was selected as covariat in coKriging. Based on result of cross validation for predicted dataset, RMSE and ME for coKriging in order was ۱.۵۴ and -۰.۰۱۰ ds/m., for Kriging was ۱.۷۵ and -۰.۰۲۰ and for weighted inverse distance method was ۱.۷۱ and -۰.۰۷۰. These results showed higher accuracy of soil salinity estimation in Cokriging than Kriging and weighted invese distance method.

بررسی ویژگی‌های میکرومورفولوژی خاک‌ها در یک ردیف زهکشی در دشت شهرکرد

نجمه عسگری هفشجانی [۱]، فریبا جعفری [۱]، رضوان رضایی‌نژاد [۱]، بهروز عظیم‌زاده [۱]، مریم یوسفی‌فرد [۲]، شمس الله ایوبی [۳]
۱- دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲- استادیار دانشگاه پیام نور اصفهان، ۳- استاد دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
این مطالعه با هدف بررسی ارتباط ویژگی‌های میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌ها با تغییر پستی و بلندی و شرایط زهکشی خاک در یک ردیف زهکشی انجام شد. به این منظور از سه خاکرخ در یک ردیف زهکشی در دشت شهرکرد نمونه‌های دست‌نخورده سطحی (عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری) برداشت و پس از تهیه مقاطع نازک خصوصیات میکرومورفولوژی آن‌ها بررسی شد. مشاهدات میکرومورفولوژیکی نشان‌دهنده ی تأثیر توپوگرافی و به تبع آن شرایط زهکشی در تشکیل عوارض خاکسازی است. ذرات و میکروکریستال‌های آهک در تمام خاکرخ‌ها پراکنده و بی‌فابریک کریستالیتیک تشکیل داده است. فراوانی ذرات درشت نسبت به ذرات ریز در خاکرخ بالادستی، بیش از خاکرخ‌های پایین‌دستی بود. نادول‌ها و اکسیدهای آهن در خاکرخ‌های با شرایط نامطلوب زهکشی مشاهده می‌شود که نشان از تناوب فرآیند اکسیداسیون و احیا و نوسان سطح آب زیرزمینی است. وجود پرشدگی و نادول آهک در اراضی پست نشان‌دهنده فرآیند کریستالیزاسیون مجدد آهک ناشی از فرایند خشک و تر شدن متوالی در اراضی با زهکشی ضعیف است.

واژه های کلیدی: ردیف زهکشی، میکروموفولوژی خاک، نادول

مقدمه
تشکیل و تکامل خاک‌ها متأثر از عوامل پنج‌گانه تشکیل‌دهنده خاک شامل اقلیم، مواد مادری، پستی و بلندی، موجودات زنده و زمان است. پستی و بلندی با تأثیرگذاری بر عواملی همچون میزان، جهت و شکل شیب، میزان فرسایش و شرایط زهکشی می‌تواند بر تکامل خاک‌ها اثرگذار باشد. بر این اساس ردیفی از خاک‌های پیوسته با سن و مواد مادری یکسان که تفاوت آن‌ها ناشی از پستی و بلندی و زهکشی است کاتنا[۲۶۰] یا ردیف زهکشی نامیده می‌شود. مطالعه خاک‌های واقع بر یک کاتنا از بهترین روش‌ها برای تعیین ارتباط مکانی خصوصیات خاک و پستی و بلندی است. زهکشی و عمق آب زیرزمینی از جمله عواملی است که در عامل پستی و بلندی مطالعه می‌شود. مشکلات زهکشی و نوسانات آب زیرزمینی موجب پدیده گلی شدن در نیم‌رخ خاک شده و می‌تواند منجر به تشکیل خاک‌های گلی (حالت اشباع دائم خاک) و سودوگلی (حالت اشباع موقت خاک) شود (بای‌بوردی، ۱۳۸۷).
شرایط زهکشی به دلیل تأثیر بر فرآیندهای اکسایش-کاهش خاک، بر شکل‌های شیمیایی و ترکیبات آهن و منگنز از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای این عناصر و توزیع آن‌ها در نیمرخ خاک اثرات شدیدی دارد (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۸).
امروزه تجمعات آهن نه‌تنها در مطالعات پیدایش خاک، بلکه از دیدگاه زیست‌محیطی نیز مورد توجه است. از دیدگاه پیدایش و تحول خاک‌ها این تجمعات در خاک‌های دارای زهکشی ضعیف یافت می‌شوند و می‌توانند به عنوان شاخصی برای شرایط هیدرومورفی خاک تلقی شوند. علاوه بر این خصوصیات تجمعات به فرآیندهای هوادیدگی بستگی داشته و این امر می‌تواند نحوه پیدایش خاک را به خوبی نشان دهد.
در اقلیم خشک و نیمه‌خشک، شستشو و تجمع آهک از مهم‌ترین فرآیندهای خاکساختی محسوب می‌شوند. در این مناطق در اثر انحلال، انتقال و رسوب مجدد، معمولاً کربنات‌هایی حضور دارند که یا در مواد مادری خاک‌ها موجود بوده و یا منتقل شده از سایر واحدها هستند. تشخیص تجمعات کربناته در خاک محتوی اینگونه عوارض، ملاک معتبری جهت تشخیص برخی فرآیندهای خاکسازی و در نتیجه شناسایی افق‌های مشخصه کلسیک و پتروکلسیک است که در رده‌بندی جامع خاک آمریکایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رانسوم و بیدول، ۱۹۹۰).
بالا بودن سطح ایستابی در بخش عمده سال در بخش‌های میانی دشت شهرکرد، منجر به ایجاد رژیم رطوبتی اکوئیک و افق فولیستیک در سطح خاک شده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی ارتباط بین ویژگی‌های میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌ها در ارتباط با تغییر پستی و بلندی و شرایط زهکشی می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه واقع در دشت شهرکرد در مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاع ۲۰۵۸ متر از سطح دریا واقع شده است. جهت انجام پژوهش، از یک ترانسکت با شرایط زهکشی متفاوت نمونه‌برداری سطحی خاک از سه خاکرخ صورت گرفت. نمونه‌ها هواخشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. تعیین بافت

[۲۶۰] Catena

خاک به روش هیدرومتری (جی و بادر، ۱۹۸۶) و قابلیت رسانایی الکتریکی در عصاره اشباع خاک (رودز، ۱۹۹۶) انجام گرفت. کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون برگشتی (نلسون، ۱۹۸۲) و کربن آلی به روش والکی- بلک (۱۹۳۴) تعیین گردید.
به منظور مشاهدات میکرومورفولوژی در طول ترانسکت مورد نظر، از سه خاکرخ، نمونه‌های سطحی دست‌نخورده از عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری به صورت کلوخه تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها پس از هواخشک شدن، توسط رزین پلی‌استر اشباع و سخت گردید. پس از طی فرآیند خشک شدن، ضخامت مقاطع نازک به وسیله دستگاه برش و سپس به کمک دستگاه سایش و در نهایت با استفاده از پودر کرندوم به ۲۰ تا ۳۰ میکرومتر کاهش داده شد. مقاطع تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان در دو حالت نور پلاریزه صفحه‌ای (PPL) و متقاطع (XPL) بررسی شده و تشریح مقاطع نازک براساس روش و تعاریف استوپس (۲۰۰۳) صورت گرفت.

نتایج و بحث

در جدول ۱ میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. همچنین تشریح این خاک‌ها طبق روش تاکسونومی خاک آمریکایی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) صورت گرفت.

جدول ۱. میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های مورد مطالعه

خاکرخ	بافت خاک	رسانایی الکتریکی (dS/m)	کربنات کلسیم معادل(%)	ماده آلی(%)	رده‌بندی
۱ (۱Wd)	SL	۲/۰	۵/۲۸	۰۶/۱	Typic Calcixerepts
Md۲) ۲)	L	۸/۰	۲۵/۲۸	۶۸/۱	Typic Calcixerepts
۳(۳Pd)	CL	۷۵/۱	۷۵/۲۲	۳۴/۱۲	Typic Ustifolist

۱. Well drainage ۲. Moderately drainage ۳. Poor drainage

بافت خاک در خاکرخ ۱ با شرایط مطلوب زهکشی که در قسمت شیب پشتی ترانسکت قرار گرفته و زیر کشت محصولات کشاورزی می‌باشد، درشت دانه تر از دو خاکرخ دیگر است. زیر و رو شدن خاک بر اثر عملیات خاک‌ورزی موجب توزیع آهک در پروفیل خاک زراعی شده است. همچنین این عملیات موجب انتقال کربنات کلسیم از عمق‌های پایین‌تر به سطح خاک شده، بنابراین کربنات کلسیم خاک سطحی اراضی کشاورزی، بیشتر از سایر خاکرخ‌هاست. رسانایی الکتریکی بسیار کم خاک خاکرخ ۱ و افزایش آن در سایر خاکرخ‌ها می‌تواند در نتیجه‌ی شستشوی نمک‌های محلول در اثر آبیاری مداوم اراضی و خروج آن‌ها از این خاکرخ به‌واسطه شرایط مطلوب زهکشی و تجمع آن در مناطق پایین‌دست باشد.
در منطقه مورد مطالعه بی‌فابریک غالب از نوع کلسیتیک کریستالیتیک می‌باشد (جدول ۲). مواد مادری آهکی و شرایط متناوب خشکی و رطوبت در منطقه باعث تشکیل این نوع بی‌فابریک می‌گردد. همچنین فرآیندهای آبشویی افق‌های فوقانی در بروز این بی‌فابریک در عمق‌های پایین‌تر موثر است (استوپس، ۲۰۰۳). نادول‌ها، پرشدگی‌ها و هیپوکوتینگ‌های آهک در منافذ و متن خاک، نتیجه رسوب مجدد کربنات‌های ثانویه‌ای است که از قسمت‌های فوقانی آبشویی شده‌اند)کمپ و زارات، ۲۰۰۰).
فراوانی ذرات درشت نسبت به ذرات ریز (c/f) در خاکرخ‌های بالادست بزرگ‌تر از نسبت آن در خاکرخ های پایین‌دست است که می‌تواند مربوط به شستشوی ذرات ریز از قسمت‌های بالادست و انتقال و رسوب آن‌ها در قسمت‌های پایین‌دست باشد. وجود ریزساختار مکعبی در خاکرخ‌های پایین دست نسبت به خاکرخ‌های بالادست شاهدی بر الگوی پراکنش ائولیک در بالادست و پورفیریک در پایین‌دست است. قرقره‌چی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که در افق‌های با شرایط نامطلوب زهکشی، مقدار منافذ کاهش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در این ناحیه با تضعیف شرایط زهکشی خاک‌ها میزان خاکدانه‌ها کاهش یافته است، به‌طوری که در بالادست و در شرایط مطلوب زهکشی خاکدانه‌ها کروی و در قسمت‌های پایین‌دست با شرایط نامطلوب زهکشی خاکدانه‌های مکعبی غالب هستند.

جدول ۲. ویژگی‌های میکرومورفولوژیک خاکرخ‌ها

خاکرخ	ساختمان/حفرات	c/f	b-fabric	پدوفیچر
Wd	دانه‌ای[۱]	ائولیک باز[۲]	-	-
Md	مکعبی لبه مدور[۳]/ حجره‌ای[۴]، تصادفی[۵]	پورفیریک بسته[۶]	کلسیت کریستالیتیک[۷]	کوتینگ و نادول آهن[۸]
Pd	مکعبی زاویه‌دار[۹]/ کانال[۱۰]-صفحه‌ای[۱۱]	پورفیریک بسته	کلسیت کریستالیتیک	نادول و پرشدگی[۱۲] آهک در حفرات، بقایای گیاهی

۱. Granular ۲.Open enaulic ۳.subangular blocky ۴.Chamber ۵.Vughs ۶.close porphyric ۷. Calcitic Crystallitic ۸.Iron coating and nodule ۹. Angular blocky ۱۰.Chanell ۱۱.Planes ۱۲.infilling

خاکرخ ۱ واقع در قسمت شیب پشتی با شرایط زهکشی مطلوب ((Wd، دارای خاکدانه‌های کروی بوده و پدوفیچر خاصی یافت نشد (شکل ۱ -الف). وجود این نوع ساختمان می‌تواند بیان کننده حضور ریشه و مواد آلی ناشی از تجزیه بقایای گیاهی باشد. فعالیت‌های کشاورزی در این قسمت، می‌تواند منجر به افزوده شدن بقایای گیاهی به خاک شده و در تشکیل این نوع ساختمان مؤثر باشد. رضائی و همکاران (۱۳۹۲) نیز حضور مواد آلی در خاک‌های سطحی را در توسعه خاکدانه‌های کروی مؤثر دانستند.

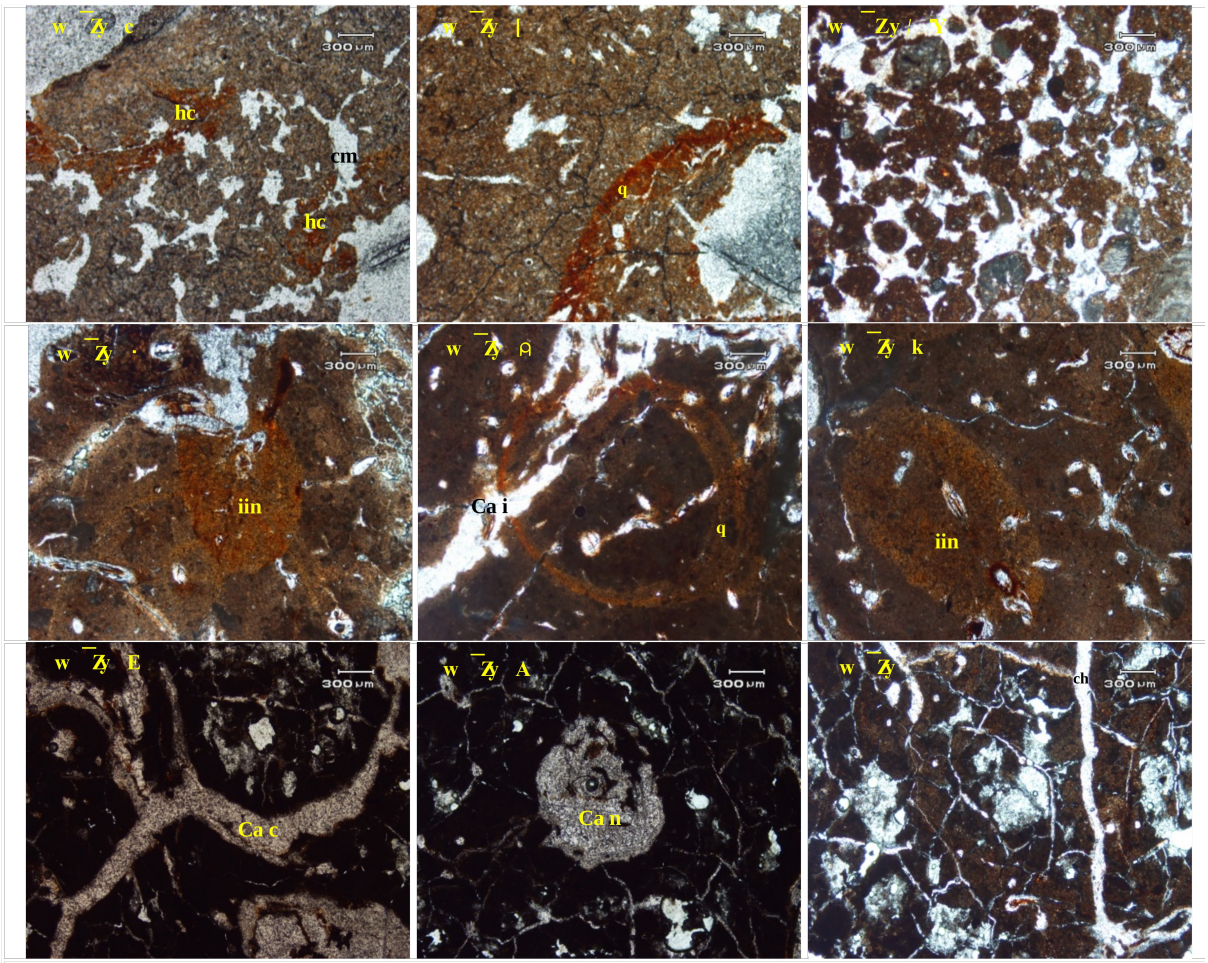
شرایط زهکشی نامطلوب در خاکرخ ۲ با شرایط زهکشی متوسط (Md)، منجر به کاهش میزان منافذ شده و ایجاد الگوی پراکنش پورفیریک را در این خاکرخ در پی داشته است. وجود نادول و کوتینگ اکسید آهن (شکل ۱-ب، ت، ج، ر و ز) در فاصله کمی از حفرات، می‌تواند بیان‌گر این باشد که نوسانات آب زیرزمینی موجب بروز شرایط احیایی در خلل و فرج شده، اکسیدهای آهن به صورت محلول درآمده و با حرکت به سمت زمینه خاک در برخورد با شرایط اکسیدی به صورت نادول، رسوب نموده‌اند. این شواهد نشان می‌دهند که خاک‌های این بخش در طول سال به طور متناوب با حالت اشباع و غیراشباع مواجه بوده‌اند که با نتایج سنجری و همکاران (۱۳۹۰) مبنی بر اثر تناوب اکسیداسیون و احیا در تشکیل نادول‌های آهن همخوانی دارد.

مقادیر قابل‌توجه مواد آلی (با متوسط ۳۴/۱۲ درصد)، همچنین رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه خ اک خ اکرخ ۳ با شرایط زهکشی نامناسب (Pd)، نشان‌دهنده‌ی فراهم بودن شرایط برای تجمع مواد آلی است (شکل ۱- ه، و، ی). در این خاکرخ که در پست‌ترین نقطه ترانسکت مورد مطالعه قرار دارد، سطح آب زیرزمینی در بیشتر طول سال بالا بوده و بنابراین بروز حالت احیای خاک و فقدان اکسیژن مانع از تجزیه بقایای گیاهی و در نتیجه تجمع این ترکیبات در خاک می‌شود. منافذ غالب در این خاکرخ از نوع کانال (شکل ۱-ه) می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه رضائی و همکاران (۱۳۹۲) وجود این منافذ سازمان‌یافته نشان‌دهنده رشد و نفوذ ریشه در خاک و فعالیت‌های بیولوژیکی موجودات زنده است.

وجود آهک در اراضی کم‌شیب نشان‌دهنده فرآیند کریستالیزاسیون مجدد آهک ناشی از فرایند خشک و تر شدن متوالی در اراضی با زهکشی ضعیف است. خرمالی و همکاران (۲۰۰۶) فرآیندهای پیچیده‌ای مانند انحلال و انتقال رسوب را در تشکیل کربنات‌های خاك مؤثر دانسته و اظهار مي‌دارند، در شرایط مرطوب و فشار بالای گاز کربن‌دی‌اکسید، کربنات لیتوژنیك حل شده و انتقال پیدا می‌کنند .در این ارتباط، نقش گیاهان و موجودات زنده به واسطه تولید گاز کربن‌دی‌اکسید طی تنفس و ایجاد شرایط مناسب برای انحلال آهک حائز اهمیت است. از سوی دیگر بروز دوره‌های خشکی پس از انحلال آهک می‌تواند منجر به رسوب آهک محلول و تجمع آن به صورت آهک ثانویه شود.

بلانک و فسبرگ(۱۹۹۰) گزارش نمودند که نمودهای خاکساختی کلسیت سیتومورفیک (شکل ۱-ی) در اثر تجزیه مواد آلی موجود در حفرات و باقیمانده ترکیبات کلسیم موجود در دیواره سلولی بوجود آمده‌اند، بطوری که کربنات کلسیم در ماتریکس خاک، توسط ترشح اسیدهای آلی از ریشه، حل شده و با جذب یون کلسیم توسط سلول‌های ریشه، در داخل واکوئل‌ها به صورت کربنات کلسیم تجمع مي‌یابد. خرمالی و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که شرایط محیطی خاصی برای تشکیل این کلسیت (کلسیت سیتومورفیک) نیاز است، از جمله بارش نسبتاً زیاد (رطوبت)، دمای مناسب و پوشش گیاهی متراکم که سبب افزایش فعالیت بیولوژیک مي‌شوند و به نظر می‌رسد که تمامی شرایط مذکور برای تشکیل این نوع کلسیت در خاکرخ ۳ فراهم بوده است.

با توجه به نتایج و شواهد میکرومورفولوژیک، نوسانات آب زیرزمینی در نتیجه تغییرات توپوگرافی را می‌توان به عنوان عاملی مؤثر در تغییر و تکامل خاک‌ها و تشکیل رده‌های متفاوت خاک در طول یک ترانسکت تحت شرایط اقلیمی یکسان در نظر گرفت.



³| a(Ca)i. ₽¾ M Y§Y/µA{Z:¿ iin. k¾ M Ale ¯ bZ :(hc. c ² Ale ¯E·Y ¯:(q). [EY Y½Z4yZ . / Y ¶°
® IS9 » fI d I ¸¯:(Ca)c. E ® M¼A{Z:(Ca)n. A/ZZc Y ¨u(ch). ® M

منابع

اولیایی، ح .ر. دحمی، ا. جعفری، س. قاسمی، ر .و رجایی، م. ۱۳۸۸ .توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در ارتباط با ترکیبات آهن در برخی خاك‌های انتخابی استان فارس. پژوهش های خاك(علوم خاك و آب) جلد ۲۳(۲): ۲۰۴-۱۹۱.

بای‌بوردی، م. ۱۳۸۷. خاک پیدایش و رده‌بندی، رده‌بندی خاک‌های ایران. انتشارات دانشگاه تهران.

سنجری، ص. م. ه. فرپور، ع. اسفندیارپور بروجنی. و کریمیان اقبال، م. ۱۳۹۰. مقایسه میکرومرفولوژی و کانی‌شناسی رسی خاک‌های قدیمی و عهد حاضر در منطقه جیرفت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۵۸: ۱۸۵-۱۷۳.

رضائی، ح. ع. ا. جعفرزاده. و شهبازی، ف. ۱۳۹۲.تأثیر پوشش گیاهی بر خواص میکرومورفولوژیک خاک(مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقاتی کرکج). نشریه دانش آب و خاک. ۲۳(۱): ۹۴-۸۳.

قرقره‌چی، ش. ف. خرمالی و ایوبی، ش. ۱۳۸۹. پیدایش و میکرومورفولوژی تحول گچ در خاک‌های لسی شمال ایران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۵۱: ۱۰۱-۸۷.

Blank RR and Fosberg A, ۱۹۹۰. Micromorpholoy and classification of secondary calcium carbonate accumulations that surround or occur on the underside of coarse fragments in Idaho (U.S.A). Developments in Soil Science ۱۹: ۳۴۱-۳۴۶.

Kemp RA, Zarat MA, ۲۰۰۰. Pliocene pedosedimentary cycles in the southern pampas, Argentina. Sedimentology ۴۷:۳-۱۴.

Khormali, F., Abtahi, A., and Stoops, G. ۲۰۰۶. Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars Province, Southern Iran. Geoderma, ۱۳۲: ۳۱-۴۶.

Gee G. and Bauder W. ۱۹۸۶. Particle Size Analysis. P. ۳۸۸-۴۰۹. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲ nd ed., Agron. Monger, No. ۹. ASA and SSSA. Madison, WI.

Nelson R.E. ۱۹۸۲. Carbonate and Gypsum. P. ۱۸۱-۱۹۶. In: A. L. Page et al.(ed), Methods of Soil Analisis. Part II.۲nd ed., Agron. Monogar. No: ۹. ASA and SSSA. Madison, WI.

Ransom M.D. and Bidwell O, ۱۹۹۰. Clay movement and carbonate accumulation in Ustolls of central Kansas, USA Development in Soil Science ۱۹: ۴۱۷-۴۲۳.

Rhoads J.D. ۱۹۹۶. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. PP. ۴۱۷-۴۳۶. In: D. L. Sparks. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part .۳rd Ed. AM. Soc. Agron., Medison. WI.

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to Soil Taxonomy, ۱۲th ed., U. S. Department of Agriculture.

Stoops G. ۲۰۰۳. Guidelines for the analysis and description of soil and regolith thin sections. SSSA, Madison, WI. ۱۸۲p.

Walkely A., and Black I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science ۳۷: ۲۹-۳۸.

Abstract

This study was conducted to investigate micromorphological features of soils developed along a toposequence in Sharkeord plain and their relationships with soil evolutional processes. For this purpose, three soil profiles were selected in three drainage classes and undisturbed soil samples were collected from ۰-۴۰ cm depth. Soil samples were impregnated and soil thin section were described and interpreted after grinding. icromorphological observations showed that the studied soils have been affected by topography and subsequently by drainage condition. Microcrystalitic particles of calcite were distributed within the whole matrix and leaded to crystallitic b-fabric. Coarse factions were observed higher in profile located in the upper position. Presence of nodules of iron oxides in poor drained soils indicating of fluctuations in water tables surface and reduction-oxidation processes. Existence of calcitic nodules and infillings in low land position might be attributed to recrystallization process under wet-drying environment in poor drained soils.

تعیین الگوی تجمع عناصر غذایی کم مصرف در خاک‌های تاکستان‌های خدابنده با روش‌های زمین آمار

مهدی طاهری [۱]، سمیرا واحدی [۱]، محمد عباسی [۱]، اسماعیل سهرابی [۱]
۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان

چکیده
علارغم نیاز کم گیاه به عناصر کم مصرف خاك، این عناصر نقش بسزایی در افزایش عملکرد گیاهان دارند. در اغلب باغات و تاکستان‌های کشور کمبود و توزیع نامناسب عناصر کم مصرف باعث کاهش عملکرد شده است. در این پژوهش به بررسی ساختار مکانی برخی عناصر غذایی کم مصرف در خاک با استفاده از مدل‌های نیم تغییرنما در تاکستان‌های شهرستان خدابنده در استان زنجان پرداخته شد. پس از تهیه بهترین مدل نیم تغییرنما با استفاده از روش‌های زمین آمار شامل کریجینگ و کوکریجینگ و روش‌های میان‌یابی شامل روش IDW با توان‌های ۱-۵ و روش کرنل عناصر برآورد و نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه گردید. نتایج نشان داد عناصر غذایی کم مصرف خاك تاکستان‌ها از پیوستگی مکانی تقریباً بالایی برخوردارند. به طور میانگین نتایج حاصل از ارزیابی روش‌های زمین آمار و روش‌های میانیابی با آماره‌های خطاسنجی مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) بیان‌گر برتری روش کوکریجینگ در برآورد در عنصر روی بود.

واژه های کلیدی: تغییرات مکانی، زمین آمار، میانیابی، نیم تغییرنما

مقدمه
بررسی الگوی تغییرات مکانی عناصر غذایی در خاک و گیاه و تهیه نقشه‌های پراکنش آن‌ها راهکاری اثربخش در راستای توسعه کشاورزی پایدار است. عناصر غذایی موجود در خاک به‌علت تاثیرپذیری از عوامل درونی خاک و نوع محصول کشت شده و نحوه جذب گیاه دارای تغییرات مکانی زیادی بوده و گاهی این تغییرات در مقیاس بسیار کوچک هم اتفاق می‌افتد (ترنگمار و همکاران، ۱۹۸۵، گوپتا و همکاران، ۲۰۰۶). هر یك از عناصر غذایی خاك، الگوی پراکنش مکانی منحصر به فرد و کم وبیش متفاوتی با سایر عناصر دارد. با این همه شناخت الگوهای مشترك و منابع تغییر دهنده و یا کنترل کننده آنها میتواند ما را در مدیریت بهینه کمک نماید(ایوبی، ۱۳۸۷). روش‌های آماری مختلفی برای بررسی تغییرات مکانی پارامترهای خاک وجود دارد. لیکن زمین‌آمار به‌دلیل در نظر گرفتن پیوستگی مکانی داده‌ها نسبت به‌سایر روش‌های آماری کاربرد بیشتری در علوم آب و خاک به‌ویژه در بررسی تغییرات مکانی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک دارد. مطالعات مختلفی برای بررسی تغییرات مکانی عناصر غذایی خاک انجام شده است (شین و همکاران، ۲۰۰۱؛ اقبال و همکاران، ۲۰۰۵؛ فارکاس و همکاران، ۲۰۰۷). آگلوپلو و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تغییرات مکانی برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاك‌های یك باغ سیب را جهت تهیه نقشه‌های باروری و کودی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که با استفاده از الگوی پراکنش بدست آمده می‌توان در مصرف کودهای شیمیایی و تهیه عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان صرفه جویی کرد.در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی ساختار مکانی و تعیین پراکندگی برخی از عناصر کم مصرف خاک تاکستان‌های شهرستان خدابنده در استان زنجان انجام گردید. در این راستا انواع روش‌های زمین آمار و میانیابی برای برآورد این عناصر استفاده شد و در نهایت نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر غذایی مورد مطالعه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه گردید.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه این تحقیق در شمال غربي ایران و در محدودة ۳۴ و ۳۵ تا ۲۵ و ۳۶ عرض شمالي و ۵۱ و ۴۷ تا ۵۶ و ۴۸ طول شرقي در استان زنجان و شهرستان خدابنده واقع شده است . محدوده مورد مطالعه در دشت سجاس - حلب واقع شده است که با جهت شمال شرقی - جنوب غربی در حاشیه رودخانه قزل اوزن قرار گرفته است.
نمونه برداری خاک از عمق ۳۰-۶۰ سانتی متری به صورت نمونه‌های مرکب متشکل از ۱۰ نمونه فرعی تهیه و پس از آماده سازی نمونه‌ها، مقادیر مس، آهن، روی، بور و منگنز قابل جذب خاک در کل نمونه های جمع آوری شده توسط آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان و بر اساس روش‌های معمول در آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری گردید. تمامی داده‌های استخراجی به‌عنوان داده‌های پایه در بانك اطلاعاتی ایجاد شده در محیط نرم‌افزاری SPSS جهت استفاده‌های بعدی دسته‌بندی و با انجام آزمون‌های شاپیرو ویلك نسبت به نرمال بودن و همگنی آن‌ها اطمینان حاصل شد. برای بیان ارتباط مکانی یا پیوستگی مکانی یک متغیر از مدل‌های نیم تغییرنما استفاده شد. مطابق رابطه ۱ نیم تغییرنما، کمیتی برداری است که درجه‌ی همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه‌گیری شده را بر حسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه و با توجه به جهت و فاصله‌ی آن‌ها نشان می‌دهد (لوپز و همکاران، ۲۰۰۲).

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(x_i)-Z(x_i+h)]^2 \quad (۱)$$

در رابطه (۱) نیم تغییرنما یا واریوگرام با (h) نشان داده شده است، N(h) تعداد جفت نقاطی است که فاصله آن‌ها از هم به اندازه h است. Z(xi) و Z(xi+h) متغیرهای ناحیه‌ای با فاصله h از یکدیگرند.

هر تابع نیم تغییرنما با سه مولفه اثر قطعه‌ای (C۰)، دامنه تاثیر (a) و حد آستانه (C+C۰) مشخص می‌گردد. دامنه‌ی تاثیر بیان‌گر فاصله ای است که در آن مقادیر تابع نیم تغییرنما به حد ثابتی می‌رسد و شکل آن به حالت افقی نزدیک می‌شود.. در این پژوهش از بین مدل‌های نیم تغییرنما، از مدل دایره‌ای، کروی، نمایی و گوسی استفاده شد.

برای برآورد پارامتر مورد نظر و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر غذایی در خاک و گیاه از توابع زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ ،روش میانیابی IDW با توان‌های ۱ تا ۵ و تابع کرنل استفاده شد. برای ارزیابی نتایج حاصل از روش‌های مختلف زمین آمار، از روش ارزیابی متقاطع استفاده شد. در این روش با حذف مقدار پارامتر مشاهده شده در نقاط معلوم، اقدام به‌برآورد آن از طریق روش‌های زمین آمار شد و با مقایسه نتایج مقدار اولیه پارامتر و مقدار برآورد شده از طریق آماره‌های خطاسنجی دقت هر روش مشخص گردید. در پژوهش حاضر از آماره‌های خطاسنجی جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) استفاده شد (روابط ۲ و ۳)

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[X_i(O)-X(P)]^2} \quad (۲)$$

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}|X_i(O.)-X_i(P)|}{n} \quad (۳)$$

در روابط بالا، n تعداد داده‌ها، Xi(O) مقدار اندازه‌گیری شده، X(P) مقدار برآورد شده و $\overline{X}(O)$ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده می‌باشد. معیارهای RMSE و MAE بدون توجه به جهت تغییرات به اندازه‌گیری خطا می‌پردازند. در حالت ایده‌آل مقادیر این دو آماره باید صفر باشد و هر قدر جواب به‌دست آمده به صفر نزدیک‌تر باشد، دقت روش برآوردی بیشتر است. در نهایت پس از مشخص شدن روش مناسب میان‌یابی، اقدام به تهیه‌ی نقشه‌های پهنه‌بندی گردید. نقشه‌های پهنه‌بندی براساس رنگ‌بندی‌های متفاوت در پنج بازه بین مقادیر کرانه پایین تا مقادیر کرانه بالای هر متغیر صورت گرفت. برای بررسی ساختار مکانی و الگوی تغییرات مکانی پارامترهای خاک و گیاه از نرم افزار GS+ و سایر عملیات مربوط به محاسبه و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی از طریق روش‌های مختلف زمین‌آمار و میانیابی، در محیط نرم افزار ArcGis۱۰ انجام شد.

نتایج و بحث

خلاصه‌ای از برخی شاخص‌های پراکندگی و مرکزی آمار توصیفی داده‌های اولیه عناصر غذایی در خاک تاکستان‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از آزمون‌های نرمال سنجی نشان داد که از بین پارامترهای خاک به‌غیر از منگنز خاک سایر پارامترها در سطح ۵ درصد دارای توزیع نرمال نبودند. نتایج این آزمون‌ها در عناصر گیاه حاکی از عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها در عناصر پتاسیم، منگنز، روی و بر بود. برای نرمال نمودن توزیع داده‌های عناصر غیر نرمال از توابع توانمند و لگاریتمی استفاده شد.

جدول ۱ - خلاصه آماری داده‌های نمونه خاك و برگ تاکستان‌های مورد استفاده

پارامتر	نما	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف	ضریب	چولگی	کشیدگی
روی	Zn	mg.Kg^{-1}	۱۰/۰	۸۴/۷	۵۴/۰	۹۸/۰	۸۱/۱	۹۵/۶	۱۴/۵۲
مس	Cu	mg.Kg^{-1}	۴۰/۰	۲۶/۳	۵۸/۱	۶۵/۰	۴۱/۰	۶۸/۰	۵۶/۰
بور	B	mg.Kg^{-1}	۰۶/۰	۶۸/۱	۸۰/۰	۴۰/۰	۵۰/۰	۰۸۸/	-۸۴/۰
اهن	Fe	mg.Kg^{-1}	۸۸/۰	۰۰/۹	۶۷/۳	۶۱/۱	۴۴/۰	۸۵/۰	۶۱/۰
منگنز	Mn	mg.Kg^{-1}	۷۰/۱	۹۲/۱۹	۲۳/۱۰	۵۷/۴	۴۵/۰	۱۹/۰	-۸۰/۰

با مقایسه شکل ظاهری مدل‌های نیم تغییرنما، منحنی مدل نمایی در عنصر روی نمونه‌های برگ با شیب کم‌تری نسبت به‌سایر مدل‌ها و همبستگی بالاتری بر داده‌ها برازش شده‌است. مولفه‌های نیم تغییرنمای برازش یافته بر پارامترهای مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- مؤلفه‌های بهترین مدل نیم تغییرنمای برازش شده بر متغیرهای مورد مطالعه.

پارامتر	مدل	استاندارد	اثر	شعاع	$\frac{C}{C_0+C}$

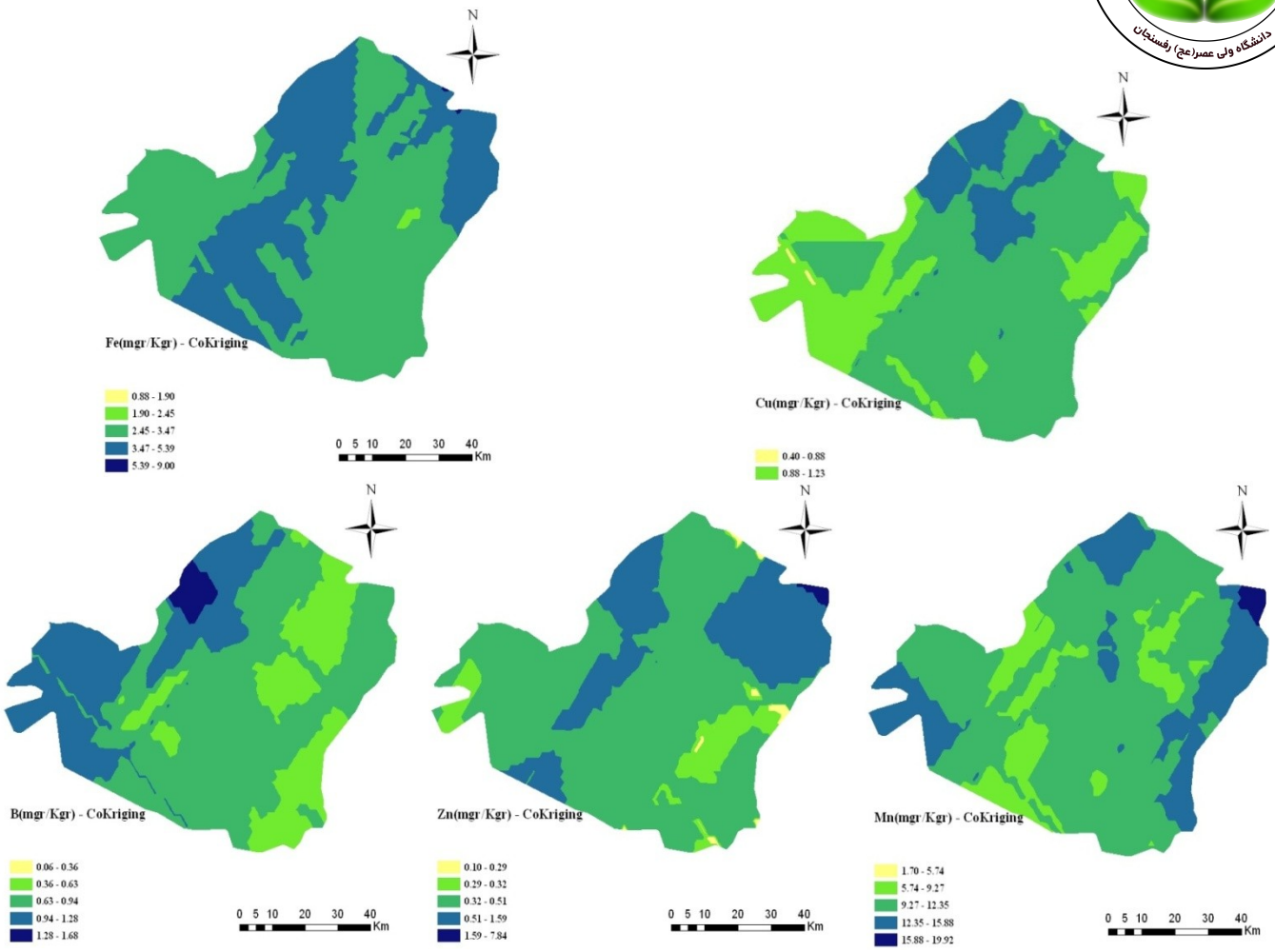
Fe	گوسی	۴۱/۰	۱۲/۰	۰۹/۱۱	۲۹/۰
Mn	گوسی	۵۲/۱	۴۷/۰	۲۳/۳۵	۳۱/۰
Zn	نمایی	۲۰۲/	۰۵/۰	۷۱/۹۴	۲۵/۰
Cu	نمایی	۱۸/۰	۰۵/۰	۱۱/۱۲	۲۸/۰
B	گوسی	۳۰/۰	۰۴/۰	۳۹/۲	۱۳/۰

با مقایسه نتایج مولفه‌های عناصر مختلف در نمونه‌های خاک ، ملاحظه می‌گردد که بیشترین میزان اثر قطعه‌ای نیم تغییرنما در نمونه‌های خاک به عنصر پتاسیم (۹۰/۱۳) و کمترین آن به عنصر بور (۰۴/۰) تعلق دارد. برای بیان همگنی داده‌ها در محدوده مورد مطالعه از مولفه آستانه نیم تغییرنما استفاده می‌شود (تیلور و همکاران، ۲۰۰۳). مطابق جدول ۲ بیشترین همگنی داده‌ها با بالاترین میزان آستانه در گروه خاک در عنصر پتاسیم مشاهده گردید. ، فسفر دارای بیشترین شعاع همبستگی، به مقدار ۶۱/۱۲۶ متر است و کمترین شعاع همبستگی به عنصر بور با ۳۹/۲ متر تعلق دارد. برای بررسی پیوستگی مکانی پارامترها از رابطه شاخص نسبت اثر قطعه ای به آستانه ($\frac{C_0}{C+C_0}$) استفاده می‌شود. در حالتی‌که این نسبت بیشتر از ۷۵/۰ باشد پیوستگی مکانی ضعیف و اگر کمتر از ۲۵/۰ باشد پارامتر دارای پیوستگی مکانی بالایی است (گامبردلا و همکاران، ۱۹۹۴). ژائو و همکاران(۲۰۱۲) برای بررسی الگوی تجمع عناصر غذایی در خاک‌های سطحی منطقه از کشور چین از مدل‌های مختلف نیم تغییرنما در محیط نرم افزار GIS استفاده کردند. آن‌ها سه پارامتر نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک را مورد اندازه‌گیری قرار دادند. فسفر دارای کمترین تغییرات مکانی و نیتروژن و پتاسیم از تغییرات مکانی متوسطی برخوردار بودند. پس از تعیین بهترین مدل نیم تغییرنما، جهت برآورد تغییرات مکانی از چهار روش کریجینگ، کوکریجینگ، IDW با توان ۱ تا ۵ و کرنل استفاده شد. برای انتخاب مناسب‌ترین مدل میانیابی از دو آماره خطاسنجی RMSE و MAE کمک گرفته شد. در روش کوکریجینگ، بهترین پارامتر کمکی با استفاده از ضرایب همبستگی تهیه شده با کمك نرم افزار SPSS انتخاب گردید.

جدول ۳- نتایج آماره‌های ارزیابی روش‌های زمین آمار

روش	کریجینگ		کوکریجینگ			IDW			کرنل	
نمونه	RMSE	MAE	پارامتر کمکی	RMSE	MAE	RMSE	MAE	توان	RMSE	MAE
Fe	۱۳۳/۰	۰۹۸/۰	OC	۱۲۱/۰	۰۹۶/	۱۷۲/۰	۱۲۱/۰	۳	۱۵۲/۰	۱۲۱/۰
Mn	۱۹۱/۰	۱۴۰/۰	Fe	۱۸۸/۰	۱۳۷/	۱۹۸/۰	۱۴۶/۰	۲	۲۳۹/۰	۱۹۷/۰
Zn	۱۲۷/۰	۰۴۷/۰	OC	۱۱۶/۰	۰۵۷/	۱۷۶/۰	۰۵۸/۰	۳	۱۳۱/۰	۰۵۰/۰
Cu	۱۴۷/۰	۱۰۷/۰	OC	۱۲۹/۰	۰۹۸/	۱۶۵/۰	۱۰۹/۰	۲	۱۶۰/۰	۱۱۹/۰
B	۲۰۶/۰	۱۵۵/۰	K	۱۸۱/۰	۱۴۱/	۲۲۹/۰	۱۷۴/۰	۳	۲۴۲/۰	۱۹۱/۰

با ارزیابی نتایج آماره‌های خطاسنجی (جدول ۳) مشخص شد که از بین روش‌های زمین آمار و میانیابی مورد استفاده روش کوکریجینگ با خطای کمتری بیشتر عناصر خاک را برآورد کرده است. با توجه به نتایج جدول (۳) روش‌های میانیابی شامل IDW و کرنل در نمونه‌های خاك با خطای بیشتری عناصر را برآورد نمودند. کمترین خطای برآورد در عنصر روی با روش کوکریجینگ مشاهده شد. بائو و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از روش‌های زمین آمار برخی از عناصر غذایی خاک نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی را برآورد نمودند و در نهایت نقشه‌های پراکنش عناصر را با روش کریجینگ تهیه کردند.
نقشه‌های پهنه‌بندی حاصل از روش‌های کریجینگ، کوکرجینگ، IDW و کرنل برای عناصر کم مصرف تاکستان‌های مورد مطالعه تهیه گردید. به دلیل تعداد زیاد این نقشه‌ها و محدودیت حجم مقالات، در شکل (۱) برای هر یك از عناصر نقشه حاصل از روشی که بهترین عملکرد را داشت، آورده شده است. با بررسی نقشه‌های پراکنش عناصر خاک در نواحی شمال تا غرب منطقه در حد متوسط به بالا قرار دارد.



شکل۱ - نقشه‌های پراکنش عناصر مورد بحث در نمونه‌های خاك تاکستان‌های شهرستان خدابنده

منابع

ایوبی، ش. خرمالی، ف. ۱۳۸۷. تغییرپذیری مکانی عناصر غذایی قابل استفاده در خاک سطحی به کمک آنالیز مؤلفه‌های اصلی و تکنیک زمین آمار ،مطالعه موردی در منطقه آپاپولی، ایالت آندراپرادش هند. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۶: ۶۰۹-۶۲۰.

Aggelopoulou, K. D., D. Pateras., S. Fountas., T. A. Gemtos., and G. D. Nanos. ۲۰۱۱. Soil spatial variability and site-specific fertilization maps in an apple orchard. Precision Agric. ۱۲:۱۱۸-۱۲۹.

Baoa, Z., W. Wu., H. Liu., S. Yin., and H. Chen. ۲۰۱۴. Geostatistical analyses of spatial distribution and origin of soil nutrients in long-term wastewater-irrigated area in Beijing, China. ActaAgriculturaeScandinavica, Section B - Soil and Plant Science. ۶۴ : ۲۳۵-۲۴۳.

Cambardella, C.A., T.B. Moorman., J.M. Novak., T.B. Parkin., D.L. Karlen., R. F. Turco., and A.E. Konopka. ۱۹۹۴. Field- scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am, ۵۸: ۱۵۰۱-۱۵۱۱.

Gupta, N., R.P. Rudra., and G. Parkin. ۲۰۰۶. Analysis of spatial variability of hydraulic conductivity at field scale. ۲۰۰۶. Canadian Biosystems Engineering, ۴۸(۱):۵۵-۶۲.

Lopez-Granados, F., M. Jurado-Exposito., S. Atenciano., A. Garc a-Ferrer., M. Sanchez de la Orden., and L. Garc a-Torres. ۲۰۰۲. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. Plant and Soil ۲۴۶: ۹۷-۱۰۵.

Taylor, J.C. G.A. Wood G.A., R. Earl., and R.J. Godwin. ۲۰۰۳. Soil Factors and their Influence on Within-field Crop Variability, Part II: Spatial Analysis and Determination of management Zones.Biosystem Engineering, ۸۴(۴): ۴۴۱-۴۵۳.

Trangmar, B.B, R. S. Yost,.andG. Uehara. ۱۹۸۵. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. AdvAgron ۳۸: ۴۵-۹۴

Zhao, Y., H. Han., L. Cao., and G. Chen. ۲۰۱۲. Study on Soil Nutrients Spatial Variability in Yushu City. International Federation for Information Processing AICT. ۳۶۹: ۱-۷.

Farkas Cs. Rajkai K. Kerté sz M. Meirvenne, M. ۲۰۰۷. Spatial variability of soil hydro-physical properties. In: Krasilnikov, P.V. (Ed.) Geostatistics and soil geography. Nauka, Moscow. p. ۱۷۵.

Iqbal J. Thomasson A. Jenkins J. N. Owens P. R. and Whisler F.D. ۲۰۰۵. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. J. Soil Sci. Soc. Am, ۶۹: ۱۳۳۸-۱۳۵۰.

Shein E.V. Ivanov A.L. Butylkina M.A. and Mazirov M.A. ۲۰۰۱. Spatial and tem-poral variability of agrophysical properties of gray forest soils under intensive agricultural use. Euras. J. Soil Sci., (۵): ۵۱۲-۵۱۷.

Abstract

Despite the low plants need soil micronutrients, these elements have an important role in increasing the yield. In most orchards and vineyards of the deficit and inappropriate distribution of micronutrients is decreased performance. In this context, the present study is to evaluate the spatial structure with Semi-variogram models in micro nutrient in the soil of vineyards Khodabande in Zanjan. After preparing the Best semi-variogram model, zoning maps were prepared by using Geostatistical methods such as Kriging and Co-Kriging also IDW (powers: ۱ to ۵) and kernel model of the interpolation methods. Results showed soil parameters had high coefficients of variation The nutrients in soil samples had high average correlation radius. The results of the evaluations Geostatistical and interpolation methods with root mean square error (RMSE) values, mean absolute error (MAE) and efficiency coefficient showed that the Co-Kriging had the best performance for estimating Zn.

ارزیابی روش‌های زمین آمار در تهیه نقشه پراکنش مکانی نیتروژن و کربن آلی خاک(مطالعه موردی: منطقه لنجانات اصفهان)

مهرداد رضایی فرد [۱]، حسین شریعتمداری [۲]، نورایر تومانیان [۳]، جواد عسگری [۴]، علی اکبر زارع [۵]
۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲-استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳-استادیار مرکز تحقیقات و منابع طبیعی استان اصفهان، ۴-دانشیار دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان، [۵]دانشجوی دکتری علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
به منظور استفاده بهینه از منابع خاک، شناخت تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک از اهمیت بسیاری برخوردار است. از جمله شناخت و مدیریت صحیح حاصلخیزی خاك مستلزم بررسی تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های شیمیایی خاک جهت اطلاع از وضعیت پراکنش آنها می‌باشد. این مطالعه در سطح ۵۰ هزار هکتار از اراضی منطقه لنجانات استان اصفهان به منظور تعیین پراکنش مکانی نیتروژن و کربن آلی خاک انجام شد. توزیع مکانی عناصر با روش‌های میانیابی کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) بررسی شد. نتایج حاصله بیانگر وجود ساختار مکانی قوی در مورد متغیرها و دقت بالای مقادیر تخمین زده شده به کمک هر دو روش میانیابی بود.

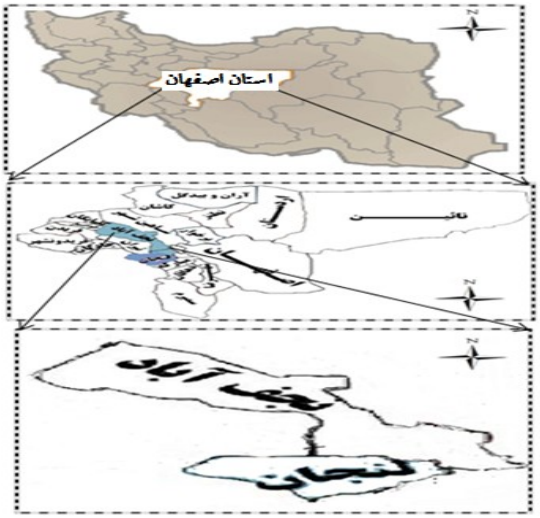
واژگان کلیدی: زمین آمار، لنجانات، میانیابی، کربن آلی، نیتروژن

مقدمه
خاک به صورت تدریجی در فضای جغرافیایی و در طی زمان تغییر کرده و الگوهای پیچیده مرتبط با فاکتورهای متعدد و وابسته به محیط را پیدا می‌کند. مفهوم تغییرپذیری مکانی خاک‌ها این است که مقادیر برخی ویژگی‌های خاک در نقاط مجاور در مقایسه با نقاط واقع در فاصله زیاد، شباهت بیشتری دارد(Yates and Warrick, ۱۹۸۷). امروزه آگاهی از وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نحوه‌ی توزیع آن، به دلیل ماهیت تغییرپذیری مکانی زیاد آنها حتی در فواصل خیلی کم در چگونگی مصرف نهاده‌ها و دستیابی به مدیریت جامع کشاورزی بر مبنای سیستم‌های اطلاعات مدیریتی از اهمیت بسیاری برخوردار است. تغییرپذیری خاک در فواصل کوتاه موجب می‌گردد که نقاط مختلف آن از نیازهای تغذیه‌ای متفاوت برخوردار باشد .یکی از کاستی‌های روش‌های سنتی مدیریت مزرعه، عدم توجه به این مهم می‌باشد که خود باعث می‌شود نهاده‌های مصرفی مزارع عمدتاً به صورت نامتعادل و بیش از نیاز مزرعه مورد استفاده قرارگیرند. بنابراین، توجه به مدیریت خاص بر پایه تغییرات مکانی خاک ضروری به نظر می‌رسد. برای رسیدن به این مدیریت خاص مکانی بایستی ابتدا پهنه‌های تغییرپذیر خاک را تفکیک کرد و سپس در هر پهنه به مدیریت تغذیه‌ای خاک اقدام نمود(ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). بدین منظور، به کارگیری ابزارهای تجزیه و تحلیل و پردازش ریاضی و آماری، که توانایی به کارگیری همزمان اطلاعات کمی و عددی متغیرهای مورد نظر و اطلاعات مربوط به موقعیت نسبی جغرافیایی داده‌ها را دارند، ضروری است. مجموعه روش‌های آماری مربوط را آمار مکانی می‌نامند. به طور خلاصه آمار مکانی به عنوان شاخه‌ای از علم آمار قادر به توصیف و مدلسازی ساختار مکانی متغیر مورد نظر توسط تغییرنما، میانیابی و تخمین الگوی پراکنش مکانی متغیرها و تهیه نقشه‌های هم میزان از متغیرها است (محمدی، ۱۳۷۷). گرمینگر و نیلسون (۱۹۸۵) تغییرات مکانی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مواد آلی، جرم مخصوص ظاهری، pH و درصد اجزای خاک را بررسی نمودند. نتایج آنان نشان داد، به دلیل تأثیر مجموعه عواملی چون فرسایش، درجه حرارت، رویش گیاهان و بازگشت مواد آلی، سطح خاک دارای تغییرپذیری شدیدتری نسبت به اعماق است. لیکن در مکان‌هایی که آبشویی رس صورت گرفته باشد تغییرات در اعماق شدیدتر است. گاتوی و هرگرت (۱۹۹۶) ارزیابی دقت روش‌های کریجینگ و و وزن‌دهی عکس فاصله(IDW)[۲۶۱] به منظور تهیه نقشه خاک و مواد آلی برای استفاده متغیر کودها را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که انتخاب روش درونیابی مناسب برای تعیین ق ابلیت تغییرات مکانی متغیر خاک، بر دقت نقشه‌های حاصله می‌افزاید. تخمین روش کریجینگ به مقادیر بالای ضریب تغییرات حساس نمی‌باشد و روش مناسبی است. میرزاوند و شاکری (۱۳۸۶) در تحقیقی با هدف بهبود مدیریت تغذیه وکاهش آلودگی محیط زیست با استفاده از توصیه کاربردی کود به کشاورزان به ارزیابی وضعیت عناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و عناصر کم مصرف (آهن، روی، منگنز و مس) و وضعیت ماده آلی خاك پرداختند. آنها بیان کردند تهیه نقشه حاصلخیزی خاک برای رسیدن به کشاورزی دقیق در کشور ضروری است.

مواد و روش‌ها
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

[۲۶۱]- Inverse Distance Weighting

منطقه مورد مطالعه در بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۶۹۲ متری از سطح دریا واقع گردیده است. در مجموع مساحت سه منطقه مطالعاتی (زرین‌شهر، طالخونچه و نجف‌آباد) مورد نظر بیش از ۵۰ هزار هکتار می‌باشد. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

نمونه‌برداری خاک و تجزیه‌های آزمایشگاهی

نمونه‌برداری توسط بخش تحقیقات خاک و آب استان اصفهان بصورت شبکه‌بندی منظم ۵۰۰ متری از عمق ۲۵-۰ سانتی‌متری صورت گرفته و در محل نمونه‌برداری نسبت به تهیه یک نمونه خاک مرکب سطحی (در ۱۱۸۰ نقطه) که حداقل از ۹ نمونه مرکب ساده تشکیل می‌شود اقدام شد و در نمونه‌های تهیه شده درصد نیتروژن کل به روش کجدال و درصد کربن آلی به روش والکی و بلاک توسط این بخش اندازه‌گیری شد.

آنالیز اطلاعات

الف) توصیف آماری متغیرها

مهم‌ترین آماره‌های توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۷ محاسبه گردیدند.

ب) آنالیز همبستگی مکانی

مدل ساختار مکانی متغیرهای نرمال توسط برنامه Variowin ۲.۲ جهت محاسبه و ترسیم تغییرنما صورت گرفت. پس از محاسبه و ترسیم تغییرنما در جهات مختلف وضعیت همسانگردی و ناهمسانگردی خصوصیات مورد مطالعه بررسی گردید. در این مطالعه دامنه همبستگی در سه زاویه صفر، ۴۵ و ۹۰ درجه و با درجه تحمل ۵/۲۲ درجه مورد مطالعه قرار گرفت(حسنی‌پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰). پس از تعیین بهترین مدل تغییرنما از روش‌های میانیابی کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) پراکنش مکانی عناصر تخمین زده شد.

ج)کنترل اعتبار تغییرنما

کنترل اعتبار تغییرنما، در واقع تخمین هر نقطه نمونه‌برداری شده با استفاده از مقادیر نمونه‌های همسایه (بدون در نظر گرفتن مقدار آن نمونه)، با روش کریجینگ می‌باشد. در این مطالعه از معیارهای آماری زیر برای کنترل تغییرنما استفاده شد(جانگ و لی، ۱۹۹۸).

$$MEE^{۲۶۲} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} [Z^*(x_i) - z(x_i)] \quad (۱)$$

۲۶۲۱- Mean Square Estimation Error

$$\text{MSEE} \quad \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[Z^*(x_i) - z(x_i)]^2 \quad \text{A min}^{۲۶۳}= \quad (۲)$$

$$\text{RMSE} \quad \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z - Z^*)^2} \quad \text{A min}^{۲۶۴}= \quad (۳)$$

نتایج و بحث

الف) توصیف آماری متغیرها

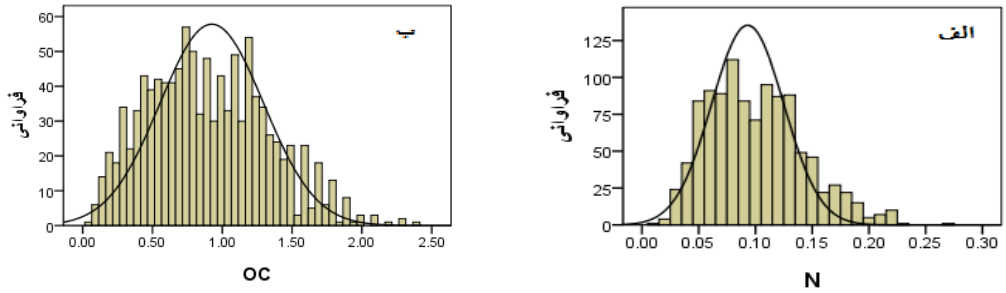
خلاصه‌ای از وضعیت متغیرهای منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. متغیرها دارای توزیع با چولگی مثبت می‌باشند. در متغیرهای مورد بررسی مقدار کشیدگی کمتر از ۴ بود، بنابراین می‌توان توزیع نرمال را برای آنها در نظر گرفت.

جدول ۱- وضعیت متغیرهای مورد مطالعه منطقه

متغیر(درصد)	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	ضریب تغییرات(%)	کشیدگی	چولگی
نیتروژن	۰۱/۰	۲۷/۰	۱/۰	۰۴۲/۰	۰۰۲/۰	۴/۴۴	۰۱۴/۰-	۵۵/۰
کربن آلی	۰۴/۰	۴/۲	۹/۰	۴۳/۰	۱۹/۰	۴/۴۸	۳۳/۰-	۳۵/۰

ب) وضعیت توزیع متغیرها

ویژگی‌های توزیع فراوانی داده‌ها و منحنی احتمال نرمال در مورد متغیرهای مورد مطالعه در شکل ۲ ارائه شده است. متغیرها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند. لازم به ذکر است منحنی‌های موجود پس از خروج داده‌های پرت ترسیم شده‌اند.



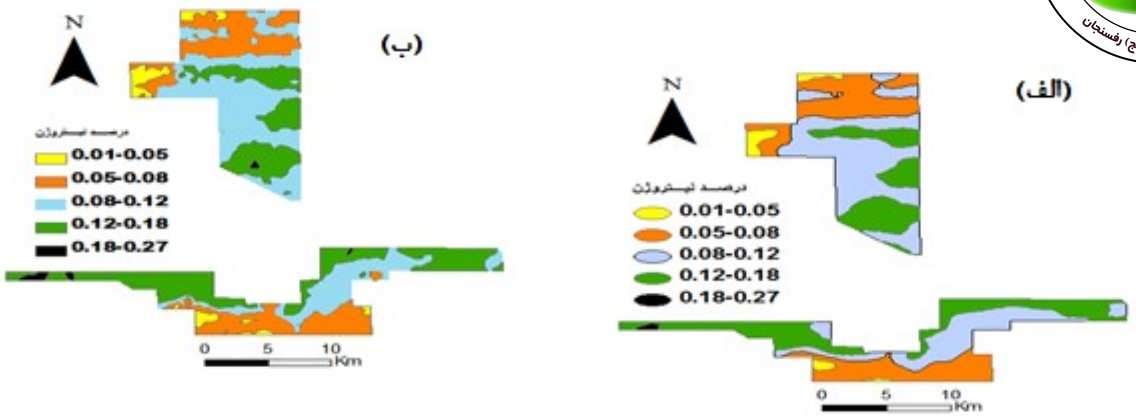
شکل ۲- توزیع فراوانی‌نما و منحنی نرمال الف) درصد نیتروژن ب) درصد کربن آلی خاک در منطقه مطالعاتی

ج) نقشه پراکنش مکانی متغیرها

نیتروژن خاک

شکل ۳ نقشه کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) نیتروژن خاک را نشان می‌دهد. کریجینگ معمولی نیتروژن خاک با استفاده از الگوی تغییرنمای همه‌جهته و در نظر گرفتن ناهمسانگردی فرآیند میانیابی آن انجام گرفت. قسمت عمده منطقه دارای نیتروژن بین ۰۸/۰ تا ۱۸/۰ درصد می‌باشد. نتایج نهایی این تحقیق نشان دهنده این بود که میانیابی‌های صورت گرفته با دو روش کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله تفاوت محسوسی نداشتند.

۲۶۳- Mean Estimation Error
۲۶۴- Root Mean Squared Error



شکل ۳- نقشه پراکنش مکانی درصد نیتروژن الف) کریجینگ معمولی ب) وزن‌دهی عکس فاصله در منطقه مورد مطالعه

مقایسه داده‌های واقعی و حاصل از تخمین نیتروژن خاک در منطقه مورد مطالعه :

جهت مقایسه روش‌های تخمین کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) همانند کنترل تغییرنما علاوه بر معیارهای آماری RMSE، MSEE، MEE از ضریب همبستگی پیرسون نیز استفاده گردید. جهت محاسبه این معیارهای آماری از ۱۵۰ داده معیار در منطقه مطالعاتی برای متغیر نیتروژن استفاده گردید. نتایج حاصل از این مقایسه در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار میانگین خطای تخمین نزدیک به صفر و مقدار RMSE حداقل مقدار است. ضریب پیرسون محاسبه شده بین مقدار واقعی داده‌ها و مقدار تخمینی در هر دو روش کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) برابر ۸/۰ و در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد، که نشان دهنده بالا بودن دقت تخمین است. این همبستگی با توجه به تعداد زیاد داده‌ها قابل توجه است و بیانگر آن است که در مورد نیتروژن مقادیر تخمین زده شده به مقادیر واقعی نزدیکتر بودند.

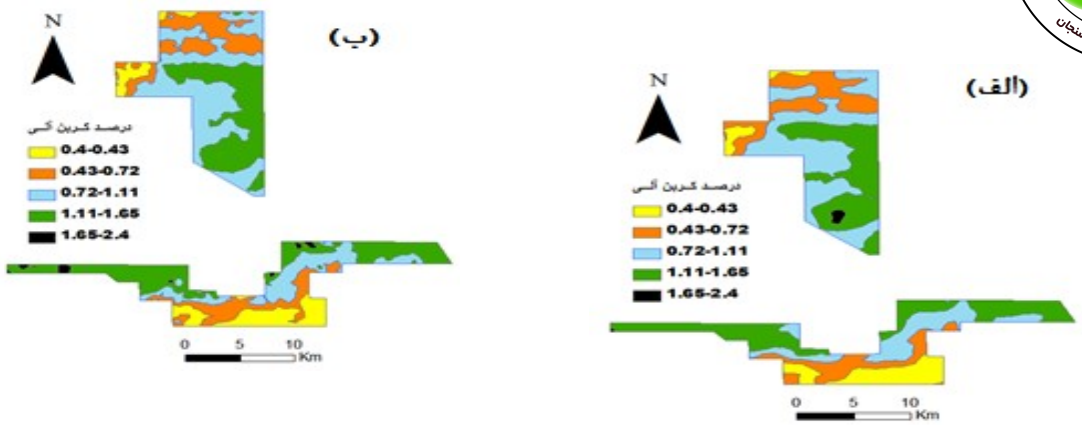
جدول۲- مقایسه کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) با داده‌های واقعی نیتروژن خاک

معیار	داده‌های واقعی	کریجینگ معمولی	وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)
تعداد	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
میانگین	۰۹۸/۰	۱/۰	۱/۰
انحراف استاندارد	۰۴/۰	۰۳/۰	۰۳/۰
حداقل	۰۲/۰	۳۸/۰	۰۴/۰
چارک اول	۰۶/۰	۰۷/۰	۰۷/۰
میانه	۰۹/۰	۱/۰	۱/۰
چارک سوم	۱۳/۰	۱۲/۰	۱۲/۰
حداکثر	۲۲/۰	۱۹/۰	۱۸/۰
MEE	-	۰۰۳۲/۰	۰۰۳۴/۰
MSEE	-	۰۰۰۶۵/۰	۰۰۰۶۴/۰
RMSE	-	۰۲۵۴/۰	۰۲۵۳/۰
ضریب پیرسون	-	۸/۰**	۸/۰**

** در سطح ۱% معنی‌دار است.

کربن آلی خاک

شکل ۴ نقشه پراکنش مکانی درصد کربن آلی خاک از روش‌های میانیابی کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) را نشان می‌دهند. قسمت عمده منطقه دارای درصد کربن آلی بین ۷۲/۰ تا ۶۵/۱ می‌باشد. طی تحقیقی که خادمی و همکاران (۱۳۸۴) روی ۱۴۳۴ نمونه خاك از ۱۵ استان کشور در اراضی تحت کشت گندم انجام دادند، گزارش شد که میزان کربن آلی در ۷/۱۱ درصد از نمونه‌ها کمتر از ۵/۰ درصد، ۴/۴۷ درصد بین ۵/۰ تا ۱ درصد، ۴/۳۱ درصد بین ۱ تا ۵/۱ درصد، ۴/۸ درصد بین ۵/۱ تا ۲ درصد و ۱/۱ درصد بیش از ۲ درصد بود.



شکل ۴- نقشه پراکنش مکانی درصد کربن آلی الف) کریجینگ معمولی ب) وزن‌دهی عکس فاصله در منطقه مورد مطالعه

مقایسه داده‌های واقعی و حاصل از تخمین درصد کربن آلی خاک در منطقه مورد مطالعه :
در این روش مراحل کار همانند نینروژن بود و نتایج حاکی از مشابه بودن دو روش تخمین مکانی درصد کربن آلی خاک می‌باشد. نتایج حاصل از این مقایسه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- مقایسه کریجینگ معمولی و وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) با داده‌های واقعی کربن آلی خاک

معیار	داده‌های واقعی	کریجینگ معمولی	وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)
تعداد	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
میانگین	۸۹/۰	۸۸/۰	۸۸/۰
انحراف استاندارد	۴۳/۰	۳۴/۰	۳۳/۰
حداقل	۱۲/۰	۲۲/۰	۲۱/۰
چارک اول	۵۷/۰	۶۶/۰	۶۶/۰
میانه	۸۳/۰	۸۴/۰	۸۵/۰
چارک سوم	۱۸/۱	۱۶/۱	۱۷/۱
حداکثر	۱/۲	۶/۱	۶/۱
MEE	-	۰۰۷/۰	۰۰۹/۰
MSEE	-	۰۹/۰	۰۹۶/۰
RMSE	-	۳/۰	۳۱/۰
ضریب پیرسون	-	۷۳/۰**	۷۱/۰**

** در سطح ۱% معني‌دار است.

منابع

حسني‌پاک، ع. ا. و م. شرف‌الدین، ۱۳۸۰. تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.

خادمی، ز.، م. ح. مسیح آبادی، ح. رضایی، ۱۳۸۴. شناسایی و انتخاب هدفمند مکان‌های مطالعاتی در خاک‌های تحت کشت گندم، گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج.

محمدی، ج.، ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات مکانی شوری خاک در منطقه رامهرمز(خوزستان) با استفاده از نظریه ژئواستاتیستیک، کوکریجینگ، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱:۱-۹.

ملکوتی، م. ج.، م. مشیری و ن. غیبی، ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی شورای عالی سیاست‌گذاری توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم کشاورزی، انتشارات موسسه تحقیقات خاك و آب، تهران.

میرزاوند، ج. و س. شاکری.، ۱۳۸۶. تهیه نقشه پراکنش عناصر غذایی در دشت فیروزآباد فارس، دهمین همایش علوم خاک ایران، کرج.

Gotway, C. A. and G. W. Hergert. ۱۹۹۶. Comparison of kriging and inverse distance methods for mapping soil parameters. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۰: ۱۲۳۷-۱۲۴۷.

Greminger, P. J. and D. R. Nielsen. ۱۹۸۵. Spatial variability of field-measured soil water characteristic. Soil Sci. Soc. Am. J. ۴۹: ۱۰۷۵-۱۰۸۲.

Juang, K. W. and D. Y. Lee. ۱۹۹۸. A comparison of three kriging methods using auxiliary variables in heavy metal contaminated soils. J. Environ. Qual. ۲۷: ۱۹۷-۲۰۵.

Yates, S. R. and A. W. Warrick. ۱۹۸۷. Estimating soil water content using co-kriging. Soil Sci. Soc. Am. J. ۵۱: ۲۳-۳۰.

Abstract

In order to optimize the use of soil resources, understanding the spatial variability of soil properties is necessary. The study of spatial variability of soil properties provides information on the spatial distribution of soil properties and management of soil fertility. In this work the spatial variability of some soil chemical properties was studied to map the soil fertility in ۵۰,۰۰۰ hectares of Lenjanat region, Isfahan province.The spatial distribution of the measured properties, first with the Kriging interpolation and inverse distance weighting (IDW) methods were analyzed. The results show a strong spatial structure of variables and the high accuracy of interpolation was predicted by both methods.

تاثیر تغییرکاربری اراضی و توپوگرافی بر تشکیل و تکامل خاک‌های مشتق از لس در توشن گلستان

مریم محمدزاده [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، فرشاد کیانی [۳] و محمد عجمی [۴]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴- کارشناس آزمایشگاه گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده
به منظور مطالعه تاثیر کاربری‌های مختلف و توپوگرافی بر تحول و تکامل خاک، اراضی لسی منطقه توشن (گلستان) انتخاب شد. هفت پروفیل در نقاط مختلف شیب و با کاربری‌های اراضی مختلف حفر شد و مورد مطالعه قرار گرفت (جنگل طبیعی، جنگل سوزنی برگ (مصنوعی)، مرتع، باغ و زراعی). تعدادی نمونه از افق‌های مختلف جهت پارامترهای فیزیکوشیمیایی برداشته شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مانند وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد با تغییر کاربری از جنگل به مرتع، باغ، زراعی و جنگل مصنوعی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی تغییر می‌کند، ماده آلی در افق سطحی جنگل طبیعی بیشتر از کاربری های دیگر می باشد. خاک‌های تشکیل شده بر روی قله شیب از تکامل بیشتری نسبت به خاک‌های قرار گرفته در شیب پشتی و اراضی پائینی شیب برخوردارند. تغییر کاربری اراضی جنگلی موجب تخریب خاک های تکامل یافته می‌شود.
واژه های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، توپوگرافی، خاک‌های لسی

مقدمه
امروزه افزایش جمعیت و بالطبع آن افزایش تقاضا برای غذا، موجب تغییر کاربری اراضی جنگلی به زمین‌های زراعی و در نتیجه تخریب و کاهش کیفیت خاک‌ها (ایسلم و همکاران، ۲۰۰۰) شده است. تغییر کاربری اراضی موجب تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژی خاک می‌شود (آرمولاپتیس و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از عوامل تخریب به خصوص در نواحی شیب‌دار، جنگل‌تراشی و اجرای عملیات زراعی بر روی آنهاست. تغییراتی که بعد از جنگل‌تراشی و اجرای عملیات زراعی به خصوص در نواحی شیب‌دار اتفاق می‌افتد، موجب کاهش مواد آلی (لمنیح و همکاران، ۲۰۰۵)، فعالیت میکروبی (کایسه و همکاران، ۲۰۰۲)، تخلخل و نفوذپذیری خاک (لو و همکاران، ۲۰۰۲) و در نتیجه ایجاد رواناب و فرسایش خاک (راسیاح و همکاران، ۱۹۹۵) خواهد شد. مطالعه خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) در اراضی لسی شرق استان گلستان نشان داد، کربن آلی در زمین‌های جنگل‌تراشی شده در مقایسه با جنگل بکر مجاور تا بیش از ۷۰ درصد کاهش یافته است. خرمالی و نبی‌اللهی (۲۰۰۹) با بررسی نقش کاربری اراضی در غرب ایران دریافتند که خاک‌های مالی‌سولی که هم اکنون تحت کشاورزی قرار گرفته‌اند به دلیل کمبود مواد آلی شرط لازم برای داشتن افق مالیک را دارا نبوده و افق‌های مشخصه آنها از نوع اکریک است. ورا و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه خاک‌های جنگل‌های ونزوئلا دریافتند که تخریب خاک‌های جنگلی بر بسیاری از فرآیندهای پدوژنیک مانند تجمع مواد، هوموسی شدن، معدنی شدن و نوتشکیلی کانی‌ها تاثیر گذاشته است. توپوگرافی یکی از مولفه‌های اساسی در تشکیل و تکامل خاک می‌باشد. نقش توپوگرافی به عنوان عامل تشکیل‌دهنده‌ی خاک، می‌تواند موجب کند یا تند شدن اثر اقلیم شود (لیاقت و همکاران، ۱۳۹۰). اقلیم بر ذخیره کربن آلی خاک (جوباگی و جکسون، ۲۰۰۰؛ جکوبز و ماسوم، ۲۰۰۵) و در نتیجه فعالیت‌های میکروبی خاک (نائل و همکاران، ۲۰۰۴) و نیز تشکیل و تکامل خاک‌ها، تاثیر مستقیم و غیرمستقیم دارد. اگلی و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند با توجه به تاثیر توپوگرافی، سرعت هوادیدگی در بلندی‌ها بیشتر است، این سرعت می‌تواند در سرعت شست‌وشوی عناصر، تشکیل و دگرگونی کانی‌های رسی نمایان شود. عجمی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی نقش موقعیت‌های شیب بر برخی پارامترهای فیزیک و شیمیایی خاک‌های لسی در شرق استان گلستان گزارش کردند موقعیت‌های بالادست شیب زمین‌های کشاورزی به ترتیب از کمترین و بیشترین مقادیر ذرات رس و سیلت برخوردار بوده و در مقابل پنجه شیب به‌خصوص در لایه سطحی صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، دارای بافتی سنگین و مقادیر قابل‌ملاحظه ای رس می‌باشد. به عقیده این پژوهشگران تخریب خاک و فرسایش در موقعیت‌های ناپایدار اراضی از مهم‌ترین عوامل کاهش رس و سبک شدن بافت خاک در موقعیت‌های پرشیب بالا دست یعنی شانه و پشت شیب می‌باشد. آنها همچنین دریافتند موقعیت شیب پشتی دارای کمترین میزان ماده آلی نسبت به سایر موقعیت‌هاست. هدف از پژوهش حاضر مطالعه تاثیر تغییر کاربری اراضی و فاکتورهای توپوگرافی بر فرآیندهای تشکیل خاک و تخریب در خاک‌های لسی منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها
منطقه مورد مطالعه در حوضه آبخیز توشن در جنوب غرب شهرستان گرگان (گلستان) انتخاب گردید. توشن در طول جغرافیایی ′۱۶ ۵۴ تا ′۲۶ ۵۴ و عرض جغرافیایی ′۲۶ ۳۶ تا ′۵۱ ۳۶ در حد واسط حوضه زیارت و انجیراب واقع شده است. مواد مادری خاک‌ها را رسوبات بادی لسی تشکیل داده‌اند. اقلیم منطقه نیمه مرطوب، متوسط بارندگی سالیانه ۶۵۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب زریک و ترمیک می‌باشد. مساحت کل حوضه ۷ کیلومتر مربع می‌باشد. پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل‌های طبیعی و مصنوعی سوزنی برگ، مرتع، باغ و زراعی می‌باشد. به منظور

بررسی کاربری و توپوگرافی تعداد ۷ پروفیل در منطقه (در کاربری‌های جنگل طبیعی و مصنوعی سوزنی برگ، مرتع و باغ هر کدام یک پروفیل و در اراضی زراعی سه پروفیل در نقاط متفاوت شیب) حفر شد. بعد از مشاهدات صحرایی و تعیین افق‌ها برای هر پروفیل، از هر افق به مقدار کافی نمونه برداشته و به آزمایشگاه جهت انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی انتقال داده شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی وزن مخصوص ظاهری، رطوبت اشباع، تخلخل، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، اسیدیته و درصدهای رس، شن و سلیت با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نام علمی خاک‌ها در جدول ۱ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در جدول ۲ آورده شده است. به طور کلی ماده آلی در خاک‌های زراعی نسبت به خاک جنگلی کاهش یافته است که نشان‌دهنده‌ی آن است که در پی کشت‌وکارهای متوالی و از بین‌رفتن لایه سطحی خاک در اثر فرسایش، ماده آلی خاک کاهش یافته است. کاهش ماده آلی افق سطحی باعث کاهش تخلخل خاک می‌شود. تغییرات مقدار رس در خاک جنگل طبیعی، مرتع و باغ بر حسب عمق ابتدا روند افزایشی و سپس با افزایش عمق کاهش یافته است. روند افزایشی رس همراه با افزایش عمق، بیانگر فرایند شست‌وشو و حرکت ذرات ریز رس در نیمرخ خاک می‌باشد. مقدار رس در پروفیل خاک زراعی به طور کلی کمتر از خاک جنگل می‌باشد و توزیع نسبتا یکنواختی را با افزایش عمق نشان می‌دهد. تخریب خاک در اثر فرسایش در خاک زراعی، موجب از بین رفتن افق Bt و مقدار نسبتا زیادی ذرات ریز رس شده است اما در ازای کاهش مقدار رس، مقدار سیلت و شن در خاک زراعی در مقایسه با خاک جنگل افزایش یافته است و باعث تغییر بافت خاک از SiC در خاک جنگل طبیعی به SiL در خاک زارعی شده است. که این امر بیانگر آن است که بعد از جنگل‌تراشی، خاک‌های تکامل‌یافته در معرض فرسایش قرار گرفته‌اند و در نتیجه افق‌های سطحی و خاک متکامل از بین رفته است. عجمی و خرمالی (۱۳۹۱) نیز این نتایج را بدست آورده‌اند.

نکته‌ی قابل‌توجه دیگر در رابطه با خاک زراعی در منطقه مسطح که زیر کشت برنج می‌باشد آن است که در این منطقه، میزان رس نسبت به سایر زمین‌های زراعی که روی شیب قرار گرفته‌اند، افزایش یافته است که این نشان می‌دهد در اثر فرسایش، ذرات ریز خاک مانند رس، از قسمت‌های شیب‌دار شسته شده و در منطقه فاقد شیب و مسطح انباشته شده است که باعث ایجاد بافت SiC در این منطقه شده است. در منطقه جنگل مصنوعی سوزنی برگ و مرتع در مقایسه با جنگل مقدار رس کاهش و مقدار سیلت و شن افزایش یافته است و باعث ایجاد بافت SiL در این دو کاربری شده است. منطقه باغ زیتون به جهت آنکه در قسمت قله‌ی شیب قرار دارد، کمتر تحت تاثیر فرسایش قرار گرفته است و دارای خاک تکامل‌یافته‌تر و دارای بافت SiC می‌باشد. مقدار آهک در افق‌های سطحی خاک جنگل طبیعی و باغ زیتون به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته چون در این مناطق، به دلیل قرار گرفتن در ارتفاعات و افزایش بارندگی، شست‌وشو و انتقال آهک به افق‌های زیرین رخ داده و افق کلسیک در اعماق تشکیل می‌شود، درنتیجه pH به زیر ۷ کاهش یافته و خاک اسیدی می‌شود اما در خاک‌های زراعی آهک در سراسر پروفیل خاک مقدار ثابتی دارد چون در این مناطق به دلیل فرسایش، افق‌های سطحی و Bt از بین رفته و افق کلسیک در لایه‌های نزدیک به سطح قرار گرفته و با عمل شخم در سراسر پروفیل خاک دارای توزیع یکنواخت شده است، در نتیجه pH خاک بالای ۷ و قلیایی می‌شود.

خاک تحت پوشش جنگل طبیعی با وجود اینکه روی شانه‌ی شیب قرار گرفته است به دلیل تثبیت خاک به وسیله‌ی درختان از تکامل پروفیلی قابل‌توجهی برخوردار بوده چون بارندگی باعث شست‌وشوی آهک در پروفیل خاک و مهاجرت آن به اعماق شده و به‌دنبال آهک‌زدایی، حرکت ذرات ریز رس به عمق سبب تشکیل افق آرجیلیک شده است. خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) تشکیل افق آرجیلیک در شرایط مرطوب را مربوط به شست‌وشوی آهک و بدنبال آن انتقال و تجمع رس در افق‌های پایین دانستند. جنگل مصنوعی سوزنی برگ تکامل پروفیلی متوسطی دارد و با توجه به تاریخچه منطقه به نظر می‌رسد پس از جنگل‌تراشی جنگل طبیعی، مدتی منطقه تحت عملیات زراعی و شخم قرار گرفته و در این مدت افق سطحی و Bt خاک از بین رفته است. با اجرای طرح جنگل کاری مصنوعی و تثبیت خاک توسط جنگل سوزنی برگ، مقداری ماده آلی در سطح خاک تجمع پیدا کرده و افق A تشکیل شده است اما فرصت کافی برای تشکیل افق آرجیلیک که نیاز به زمان زیادی برای شست‌وشوی رس دارد، در این مدت کم به لحاظ خاکسازی فراهم نشده است . در خاک تحت پوشش مرتع، شستشوی آهک از سطح خاک به عمق صورت گرفته و افق کلسیک در اعماق و افق آرجیلیک روی آن تشکیل شده است.

جدول ۱- نامگذاری علمی خاک‌های مورد مطالعه بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴)

شماره پروفیل	کاربری	وضعیت توپوگرافی	نام‌علمی تا زیرگروه
۱	زراعی	شیب غربی	Typic Calcixerepts
۲	زراعی (لوبیا - برنج)	مسطح	Aquic Haploxerepts
۳	جنگل مصنوعی سوزنی برگ	شیب غربی	Typic Calcixerepts
۴	زراعی	شیب شرقی	Typic Calcixerepts
۵	باغ زیتون	شیب غربی	Typic Hapoxeralfs
۶	رها شده (مرتع- علفزار)	شیب غربی	Typic Hapoxeralfs
۷	جنگل	شیب غربی	Typic Hapoxeralfs

تاثیر جهت شیب و توپوگرافی بر تکامل خاک

خاک‌های مناطق جنگل طبیعی، مرتع و باغ زیتون در جهت روبه شمال حوضه قرار گرفته‌اند و به دلیل دریافت کمتر نور خورشید و ذخیره بیشتر رطوبت و همچنین به جهت آنکه در قسمت بالای تپه و قله‌ی شیب قرار گرفته و کمتر دستخوش فرسایش شده‌اند دارای خاک‌های پایدارتر و تکامل‌یافته‌تری می‌باشند و در رده آلفی‌سول طبقه‌بندی می‌شوند. خاک‌های منطقه زراعی به دلیل استقرار روی قسمت شیب پشتی و قرار گرفتن در معرض فرسایش، تکامل کمتری نسبت به خاک جنگلی دارند. این خاک‌ها در رده اینسپتی‌سول طبقه‌بندی می‌شود. خاک زراعی که در اراضی مسطح قرار گرفته است به دلیل آنکه ذرات فرسایش‌یافته هر چند وقت یک بار روی آن قرار می گیرند فرصت کافی برای تکامل ندارد و در رده اینسپتی‌سول طبقه‌بندی می‌شوند و چون زیر کشت برنج و غرقاب‌شدن خاک هستند Aquic Haploxerepts می‌باشند.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکو شیمیایی نیمرخ‌های خاک منطقه

شماره پروفیل	افق	عمق	Sp (%)	BD (g/cm^3)	F (%)	OC (%)	CCE (%)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	pH	بافت
	Ap	۲۵-۰	۹/۴۵	۴۸/۱	۹/۴۳	۲۰/۱	۱۹	۸/۱۷	۲/۶۹	۸/۱۲	۷/۷	SiL
۱	Bk۱	۵۰-۲۵	۷/۴۶	۶۲/۱	۲/۳۸	۴۲/۰	۳۶	۷/۲۰	۲/۶۴	۱۵	۹/۷	SiL
	Bk۲	۸۰-۵۰	۶/۴۶	۶۲/۱	۳/۳۸	۲۷/۰	۵/۳۵	۸/۱۷	۴/۶۶	۷/۱۵	۰/۸	SiL
	Btkb	۱۲۰-۸۰	۶/۵۶	۹۱/۱	۷/۲۷	۱۱/۰	۵/۷	۰۴/۵۰	۰۱/۴۷	۹۵/۲	۴/۷	SiC
	Ap	۲۰-۰	۲/۵۸	۴۷/۱	۱/۴۴	۶۳/۱	۹	۲/۲۹	۵/۶۳	۱/۷	۷/۷	SiCL
۲	Bg۱	۴۵-۲۰	۳/۶۵	۷۸/۱	۶/۳۲	۴۸/۱	۱۴	۷/۴۰	۸/۵۷	۴/۱	۷/۷	SiC
	Bg۲	۹۵-۴۵	۸/۶۴	۷۱/۱	۹/۳۴	۵۴/۰	۱۹	۲/۴۹	۵/۴۳	۱/۷	۱/۸	SiC
	Cg	بیشتر از ۹۵	۲/۶۲	-	-	۴۶/۰	۱۰	۹/۳۴	۷/۶۰	۲/۴	۹/۷	SiCL
	Oi	۱-۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	۱۲-۱	۸/۶۱	۵۳/۱	۹/۴۱	۲۹/۴	۵/۱۹	۲/۲۹	۹/۵۴	۷/۱۵	۵/۷	SiCL
۳	Bk	۴۵-۱۲	۷/۶۱	۳۸/۱	۴/۴۷	۵۸/۰	۵/۵۳	۹/۱۴	۸/۶۲	۱/۲۲	۷/۷	SiL
	BCk	۸۰-۴۵	۹/۴۸	۹۰/۱	۸/۲۷	۲۳/۰	۵/۶۰	۱/۱۲	۱/۵۷	۷/۳۰	۹/۷	SiL
	Crk	۱۲۰-۸۰	۷/۴۵	-	-	۰۳/۰	۵۳	۹/۱۴	۷/۶۵	۲/۱۹	-	SiL
	Ap	۲۲-۰	۵/۴۸	۵۲/۱	۳/۴۲	۲۴/۱	۵/۱۶	۴/۲۶	۱/۶۷	۴/۶	۸/۷	SiL
۴	Bk	۶۵-۲۲	۲/۴۹	۵۹/۱	۶/۳۹	۰۷/۰	۳۵	۱/۱۲	۲/۷۴	۵/۱۳	۸/۷	SiL
	Ck	۹۰-۶۵	۰/۵۰	۵۳/۱	۹/۴۱	۲۳/۰	۳۳	۹/۹	۱/۷۷	۸/۱۲	۶/۷	SiL
	۲Btb	بیشتر از ۹۰	۶/۴۶	۶۳/۱	۲/۳۸	۰۳/۰	۵/۲۷	۱/۱۲	۱/۷۲	۷/۱۵	۹/۷	SiL
	Ap	۲۲-۰	۶/۵۹	۶۵/۱	۳/۳۲	۷۱/۱	۳	۷/۴۰	۹/۴۹	۲/۹	۸/۶	SiC
۵	Bt	۶۰-۲۲	۹/۶۲	۸۷/۱	۸/۲۸	۴۶/۰	۵/۳	۵/۵۸	۹/۳۹	۴/۱	۶/۶	C
	ABtb	بیشتر از ۶۰	۰/۵۸	۸۷/۱	۱/۲۹	۵۴/۰	۵/۴	۹/۴۹	۹/۳۹	۰/۱۰	۵/۶	SiC
	A	۲۸-۰	۰/۵۴	۴۸/۱	۶/۴۳	۳۲/۱	۵/۱۰	۴/۲۱	۷/۶۵	۸/۱۲	۷/۷	SiL
۶	ABt	۴۰-۲۸	۳/۵۶	۸۶/۱	۵/۲۹	۴۲/۰	۷	۷/۳۵	۲/۵۴	۰/۱۰	۴/۷	SiCL
	Bt	۷۵-۴۰	۲/۵۷	۷۰/۱	۳/۳۵	۱۱/۰	۲	۷/۴۰	۸/۵۲	۴/۶	۱/۷	SiC
	Bk	۱۱۰-۷۵	۲/۴۸	۷۷/۱	۰/۳۳	۰	۱۷	۱/۱۲	۵/۶۳	۲/۲۴	۸/۷	SiL
	A	۲۰-۰	۴/۵۸	۴۵/۱	۱/۴۵	۵۷/۲	۶	۸/۳۷	۲/۵۴	۸/۷	۰/۷	SiCL
۷	Bt۱	۵۵-۲۰	۵/۵۹	۸۵/۱	۸/۲۹	۶۶/۰	۵/۰	۰۴/۵۸	۷۵/۴۰	۲۱/۱	۵/۵	SiC
	Bt۲	۹۰-۵۵	۶/۶۰	۷۸/۱	۴/۳۲	۲۳/۰	۵/۲	۲۵/۵۴	۵۱/۴۵	۲۴/۰	۸/۵	SiC
	Btk	بیشتر از ۹۰	۵۵	۹۱/۱	۵/۲۷	۲۳/۰	۵/۳۳	۸/۱۷	۸/۶۲	۲/۱۹	۷/۷	SiL

منابع

عجمی، م. و خرمالی، ف. ۱۳۹۱. شواهد پدوژنیک و میکرومورفولوژیک تخریب اراضی جنگل تراشی شده لسی در شرق استان گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال شانزدهم، شماره ۶۱.

عجمی، م.خرمالی، ف. ایوبی، ش. ۱۳۸۷. تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری اراضی در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی لسی در شرق استان گلستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۳۹، شماره ۱.

لیاقت، م. و خرمالی، ف. ۱۳۹۰.میکرومورفولوژی تکامل برخی خاک های لسی غرب استان گلستان در یک توالی اقلیم - توپوگرافی- پوشش گیاهی. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم، شماره ۱.

Armolaitis K., Aleinikoviene J., Baniuniene A., Lubyte J. and Zekaite V. ۲۰۰۷. Carbon sequestration and nitrogen status in arenosols following afforestation or following abandonment of arable land. Baltic Forest. ۱۳ (۲/۲۵):۱۶۹-۱۷۷.

Egli M., Merkli Ch., Sartori G., Mirabella A. and Plotze M. ۲۰۰۸. Weathering, mineralogical evolution and soil organic matter along a Holocene soil toposequence developed on carbonate-rich materials. Geomorphology, ۹۷: ۶۷۵-۶۹۶.

Jacobs P.M. and Masom J.A. ۲۰۰۵. Impact of Holocene dust aggradations on A horizon characteristics and carbon storage in loess-derived Mollisols of the Great Plains, USA. Geoderma. ۱۲۵: ۹۵-۱۰۶.

Jobbagy E.G. and Jackson R.B. ۲۰۰۰. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecological Applications, ۱۰: ۴۲۳-۴۳۶.

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.

Khormali F. and Nabiallahi K. ۲۰۰۹. Degradation of Mollisols as affected by land use change. Journal of Agricultural Science and Technology. ۱۱: ۳۶۳-۳۷۴.

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.

Kiese K., Papen H., Zumbusch E. and Butterbach-Bahl L. ۲۰۰۲. Nitrification activity in tropical rainforest soils of the coastal lowlands and Atherton Tablelands, Queensland, Australia. Journal of Plant Nutrition, ۱۶۵: ۶۸۲-۶۸۵.

Lemenih M., Karltun E. and Olsson M. ۲۰۰۵. Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in smallholders farming system in Ethiopia. Agriculture, Ecosystems & Environment, ۱۰۵: ۳۷۳-۳۸۶.

Lu D., Moran E. and Mausel P. ۲۰۰۲. Linking Amazonian secondary succession forest growth to soil properties. Land Degradation and Development, ۱۳: ۳۳۱-۳۴۳.

Nael M., Khademi H. and Hajabbasi M.A. ۲۰۰۴. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. Applied Soil Ecology, ۲۷: ۲۲۱-۲۳۲.

Rasiah V. and Kay B.D. ۱۹۹۵. Runoff and soil loss as influenced by selected stability parameters and cropping and tillage practices. Geoderma, ۶۸: ۳۲۱-۳۲۹.

Vera M., Sierra M., D ez M., Sierra C., Mart nez A., Mart nez F.J. and Aguilar J. ۲۰۰۷. Deforestation and land use effects on micromorphological and fertility changes in acidic rainforest soils in Venezuelan Andes. Soil Tillage Research, ۹۷: ۱۸۴-۱۹۴.

Abstract

To study the impact of different land uses and topography on soil development, loess hillslope of Toshan region (Golestan) was selected. Seven profiles in different parts of the slope and with different land uses were studied (natural forest, coniferous forest (artificial), pasture, garden and farming). Soil samples were taken from different horizons for physico-chemical analyses. Physical and chemical properties such as bulk density, porosity, organic carbon and calcium carbonate equivalent were measured. The results showed that the land use change from forest to pasture, garden, crops and artificial forest had significant effect on physical and chemical properties. Organic matter in surface horizons of natural forests was higher than other land uses. Soils formed on the summit were more developed than soils formed on the back slope and toe slope. Changes in forest land use have led to degradation of soils.

مطالعه منشاء و توزیع کانی‌های رسی در خاکهای تشکیل شده از مواد مادری مختلف در ناودیس شیخ (شمال شرق بجنورد)

حسین تازیکه [۱]، فرهاد خرمالی [۲]، آرش امینی [۳]، مجتبی بارانی مطلق [۴]
۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳- استادیار گروه علوم زمین دانشگاه گلستان

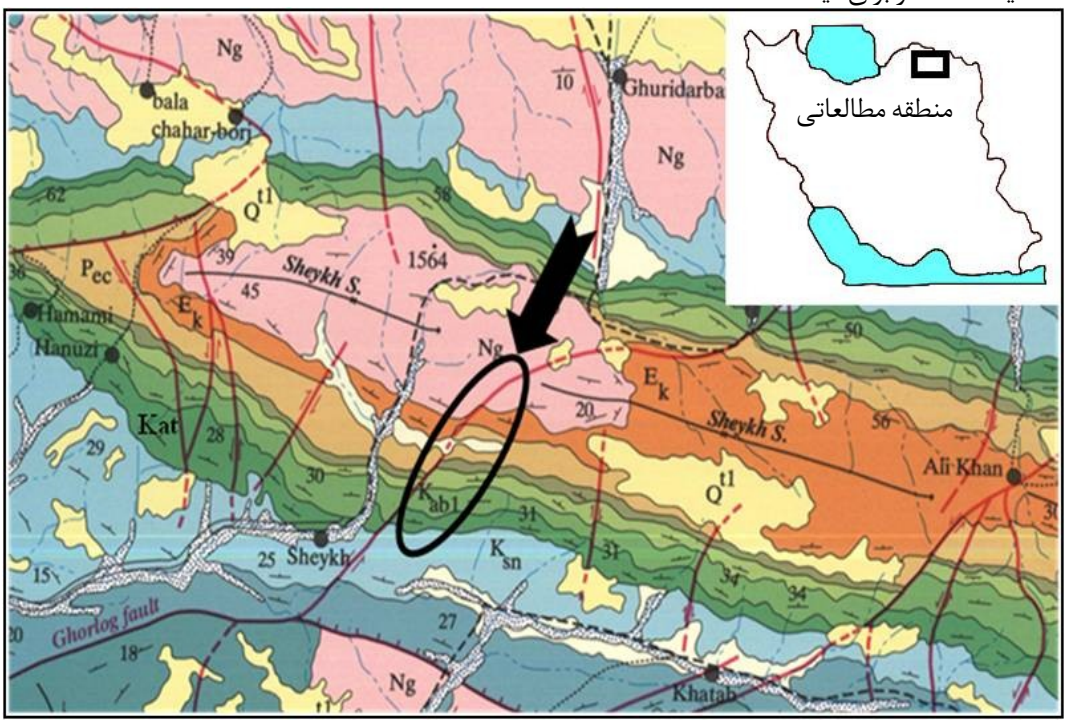
چکیده
به منظور مطالعه منشاء و توزیع کانیهای رسی و تاثیر آن بر ویژگی‌های خاک، شش نوع ماده مادری شامل ماسه سنگ، دو نوع سنگ آهک (کلات و آب دراز)، شیل، سنگ رس و مارن گچ‌دار و خاکهای درجای حاصل از آنها در ناودیس شیخ انتخاب شدند. بررسی ترکیب کانیهای رسی مواد مادری و خاکهای حاصله نشان می‌دهد که به لحاظ نوع و مقدار کانیها تفاوتی بین مواد مادری و خاکهای حاصل از ماسه سنگ و سنگ آهک آب‌دراز وجود ندارد و خصوصیات این خاکها به شدت متاثر از طبیعت ماده مادری خود است در حالی که فراوانی نسبی کانیها در خاکهایی با تحول و هوادیدگی بهتر حاصل از سنگ آهک کلات، شیل، سنگ رس و مارن گچی با یکدیگر متفاوت است به گونه‌ای که مقایسه نسبت کلریت به میکا و فراوانی کانی اسمکتیت در خاک با مواد مادری نشان دهنده هوادیدگی و تبدیل کلریت به اسمکتیت در این خاکها می‌باشد.

واژه هاي كليدي: کانیهای رسی، مواد مادری، تکامل خاک، ناودیس شیخ.

مقدمه
کانیهای رسی از فراوانترین کانیهای موجود در خاک بوده و تاثیر شگرفی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حاصلخیزی خاک دارند، از این نظر شناخت ترکیب کانیهای رسی و مطالعه تغییر و تبدیل آنها به یکدیگر جهت درک بهتر از تشکیل و تکوین خاک امری ضروری است. کانیهای رسی موجود در خاک یا منشاء موروثی دارند و از مواد مادری تشکیل دهنده خاک به ارث می‌رسند و یا اینکه به موجب هوادیدگی از کانیهای دیگر و یا نوتشکیلی در محیط خاک حاصل می‌آیند. در خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک به سبب محدود بودن فرایند هوادیدگی درصد قابل توجهی از کانیهای رسی موجود در خاک منشاء ارثی از مواد مادری دارند بنابراین در این مناطق از میان عوامل پنج‌گانه تشکیل دهنده خاک، ماده مادری جایگاه خاصی داشته و مطالعه ویژگیهای سنگ مادر و ترکیب کانیهای رسی آن به سبب تاثیر ویژه‌ای که بر خصوصیات خاک و نیز ترکیب کانیهای رسی آن دارد، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. با توجه به اینکه سنگهای رسوبی و خاکهای حاصل از آنها بخش قابل توجهی از سازندهای زون‌های زمین‌شناسی ایران را تشکیل می‌دهند، در این مطالعه ویژگی‌های کانی‌شناسی خاك‌هاي توسعه یافته روي مواد مادری متفاوت رسوبی در ناودیس شیخ، واقع در حوضه رسوبی کپه‌داغ (شمال شرق ایران) مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به تنوع قابل توجه ناودیس شیخ از سازندهای تشکیل دهنده حوزه رسوبی کپه‌داغ، مطالعه سازندهای این ناودیس به لحاظ کانی‌شناسی و تشکیل خاک می‌تواند به بسیاری از مناطق حوضه کپه‌داغ تعمیم داده شود و اطلاعات حاصل از این گونه مطالعات پایه‌ای می‌تواند به عنوان مبنایی در جهت تهیه نقشه خاکها قرار گیرد.

مواد و روش‌ها
حوزه رسوبی کپه‌داغ در شمال شرق ایران، به لحاظ مورفولوژی جوان بوده و توپوگرافی رابطه مستقیمی با ساختارهای زمین‌شناسی دارد به گونه‌ای که تاقدیس‌ها، ارتفاعات و ناودیس‌ها دشت‌های میان‌کوهی را می‌سازند. ناودیس شیخ در شمال شرقی بجنورد شامل ردیفی از سازندهای گوناگون متعلق به کرتاسه و ترشیاری می‌باشد که پس از انتخاب لیتولوژی غالب از شش سازند یک نیمرخ خاک بر روی آن تشریح و نمونه‌برداری شد (شکل۱). بر پایه داده‌های اقلیمی رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه مورد مطالعه آریدیک- مزیک می‌باشد. مکان خاکرخ‌ها به گونه‌ای انتخاب گردید که همگی بر روی شیب‌های کناری و به صورت مستقیم و درجا از سنگ مادری زیرین خود به وجود آمده باشند. پس از انجام آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی متداول و طبقه‌بندی خاکها، برای مطالعه کانی‌های رسی، جداسازی ذرات رس به روش کیتریک و هوپ (۱۹۶۴) انجام گرفته و در پنج تیمار شامل اشباع با منیزیم، منیزیم و اتیلن‌گلیکول، اشباع با پتاسیم در دماهای معمولی، ۳۳۰ و ۵۵۰ درجه سانتیگراد آماده شده و سپس با دستگاه پراش پرتو ایکس در زوایای ۲ بین ۲ تا ۳۰ درجه اسکن گردیدند. برای مطالعه نیمه‌کمی کانیها از سطح زیر منحنی آستانه‌های رده اول کانیهای شناسایی شده در تیمار منیزیم و اتیلن‌گلیکول به عنوان شدت آستانه‌ها و معیاری جهت نشان دادن مقدار تقریبی هر نوع رس به کار رفت (جونز و همکاران، ۱۹۵۴). محاسبه شدت آستانه‌ها با استفاده از نرم‌افزار X-Pert Score صورت گرفت و برای محاسبه نسبت کانی

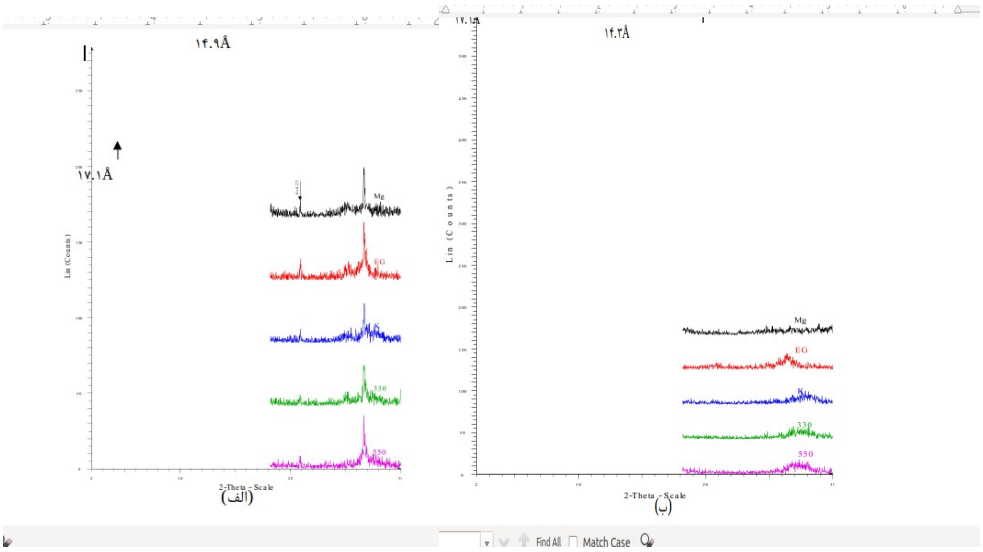
کلریت به اسمکتیت و نیز کلریت به میکا از نسبت شدت آستانه‌های رده اول آنها در تیمار منیزیم و اتیلن‌گلیکول برای کلریت ۵/۱۴ ، برای اسمکتیت ۹/۱۷ و برای میکا ۱۰ استفاده شد.



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه که موقعیت ناودیس شیخ و سازندهای شامل آن را در شمال شرق ایران نشان می‌دهد: Ksn: سازند سنگانه، Kab: سازند آب‌دراز، Kkt: سازند کلات، Pec: سازند پسته‌لیق و Ng: رسوبات نئوژن را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

۱) خاکهای تشکیل شده بر روی ماسه‌سنگ: مطالعه تحول و تکامل خاک بر روی این مواد مادری نشان دهنده تشکیل خاکهای انتی‌سول با تحول اندک می‌باشد. مطالعه کانی‌های بخش رس این خاکها نشان می‌دهد که این ترکیب عمدتا شامل اسمکتیت است به گونه‌ای که بیش از ۹۰ درصد آن را تشکیل می‌دهد (شکل ۱) وجود آستانه قوی ۹/۱۴ در تیمار منیزیم و انتقال آن به ۱/۱۷ در تیمار منیزیم و اتیلن‌گلیکول نشانه وجود اسمکتیت بوده و همچنین عدم مشاهده آستانه مشخصه کانیهای رسی دیگر نشان دهنده چیرگی اسمکتیت در ترکیب کانیهای رسی این خاکها است. همچنین در مقایسه این ترکیب با مواد مادری تغییر خاصی مشاهده نمی‌شود زیرا اولا کانیهای رسی قابل هوادیدگی مانند کلریت و میکا در آن وجود ندارد و ثانیا با توجه به جوان بوده این خاکها و هوادیدگی اندک آنها تشکیل کانیهای رسی از طریق هوادیدگی کانیهای دیگر از اجزای درشت‌تر سیلت و شن صورت تگرفته است بنابراین نتیجه می‌شود که فراوانی کانیهای درشت دانه از جنس کوارتز که شامل حدود ۷۰ درصد کل اندازه ذرات خاک می شود، کنترل کننده خصوصیات آنها بوده و فرایند تحول و تکامل آنها را تحت تاثیر قرار داده است.



شکل ۱: پراش نگار پرتو ایکس بخش رس افق A خاکهای مشتق شده از الف: سنگ رس (سازند پسته‌لیق)

و ب: ماسه‌سنگ (سازند خانگیران).

.جدول ۲: فراوانی نسبی کانیهای رسی در خاک‌های مورد مطالعه با نسبت‌های فراوانی کلریت به میکا و کلریت به اسمکتیت

سازند	افق/کانی	کلریت	کائولینیت	میکا	اسمکتیت	ورمی‌کولیت	میکا/ کلریت	اسمکتیت/ کلریت
خانگیران، ماسه سنگ	Fine loamy, smectitic, calcareous. mesic, Xeric Torriorthents							
	A	—	—	—	+++++++++	—	—	—
	C	—	—	—	+++++++++	—	—	—
کلات، سنگ آهک	Fine loamy, carbonatic, mesic, Typic Haplocambids							
	A	+	+	+++	- ++++	—	۳۶۶/۰	—
	C	++	+	+++	++++	—	۶۲۱/۰	—
اب دراز، سنگ آهک	Loamy- skeletal, carbonatic, mesic, Xeric Torriorthents							
	A	+	+	++	-+++++	—	۶۱۷/۰	—
	C	- +	+	- ++	+++++	—	۶۳۳/۰	—
نئوژن، مارن	Very fine, smectitic, mesic, Typic Haplogypsids							
	A	- +	+	- ++	- +++++	—	۶۳۶/۰	۲۵۹/۰
	By	+	+	+++	- +++++	—	۲۷۴/۰	۱۶۱/۰
	Cssy	- +	+	- ++	+++++	—	۵۰۵/۰	۲۷۸/۰
پسته لیق، سنگ رس	Fine, smectitic, mesic, Chromic Haplotorrerts							
	A	+	-	++	- ++++++	—	۴۵۸/۰	۱۲۹/۰
	Bss	+	-	+	- +++++++	—	۶۶۱/۰	۰۹۶/۰
	Cy	++	-	- +	++++++	—	۲۴/۱	۲۸۱/۰
سنگانه، شیل	Fine, mixed, active, mesic, Typic Haplocalcids							
	A	+	+	++++++	-	+	—	—
	Bk	- +	++	++++	-	- +	—	—
	C	- +	- +	++++	-	- +	—	—

* هر علامت + و - به ترتیب نشان دهنده حدود ۱۰ و ۵ درصد فراوانی نسبی کانی رسی است.

۲) خاکهای تشکیل شده بر روی سنگهای آهکی: بررسی توزیع کانی‌های رسی در مواد مادری حاصل از سنگهای آهکی در دو سازند کلات و آب‌دراز نشان دهنده فراوانی قابل توجه اسمکتیت در آنها بوده و همراه با آن کانیهای میکا، کلریت و کائولینیت نیز وجود دارند (جدول ۱). بنابراین وجود این کانیها در خاکهای حاصل از آنها نیز منشاء موروثی از مواد مادری دارند زیرا ترکیب کانیهای رسی موجود در خاک نیز تا حد زیادی شبیه مواد مادری است (جدول ۱). با توجه به اقلیم منطقه و نبود هوادیدگی پیشرفته در این خاکها این نتیجه قابل انتظار است تنها تغییر قابل توجه تفاوت فراوانی کلریت بین مواد مادری و خاک است که با بررسی نسبت این کانی به کانیهای مقاوم‌تر در برابر هوادیدگی مانند میکا این تفاوت نمایان‌تر می‌شود. میکا و کلریت از متداول‌ترین کانیهای رسی موجود در خاک می‌باشند اما کلریت در مقایسه با میکا نسبت به هوادیدگی بسیار حساس‌تر است (بیسکای و همکاران، ۱۹۶۵). در شرایط خاکهای منطقه مورد مطالعه هیچ یک از این دو کانی به صورت پدوژنیک تشکیل نمی‌شوند بنابراین بررسی و مقایسه نسبت آنها در خاک و ماده مادری می‌تواند به عنوان شاخصی برای هوادیدگی و مطالعه پراکنش کانیها به کار رود. ژائو و همکاران (۲۰۰۵) از نسبت میکا به کلریت به عنوان شاخصی برای ارزیابی شدت هوادیدگی توالی‌های لس و خاکهای قدیمی و پیش‌بینی شرایط اقلیمی گذشته استفاده کردند. بررسی نسبت کلریت به میکا در مواد مادری و مقایسه آنها با خاک در سنگ آهک آب دراز نشان می‌دهد که نسبت کلریت به میکا در مواد مادری در مقایسه با خاک تغییر چندانی ندارد که نشان دهنده نبود هوادیدگی قابل توجه در این خاکها می‌باشد. از طرفی بررسی مشابه برای خاکهای سازند کلات که تحول و تکامل بیشتری را نشان می‌دهند حاکی از آن است که نسبت کلریت به میکا در خاک نسبت به مواد مادری به طور معنی‌داری کاهش یافته که نشان دهنده هوادیدگی کلریت می‌باشد (جدول ۱).

۳) خاکهای تشکیل شده بر روی سنگهای ریز بافت: بررسی تحول و تکامل خاک بر روی مواد مادری رسی در این ناحیه نشان دهنده تشکیل خاکهای ورتی‌سول بر روی سنگ رس، تکامل خاکهای آریدیسول با افق جیپسیک بر روی مارن‌های گچی و خاکهای آریدیسول با افق کلسیک بر روی شیل می‌باشد. بررسی ترکیب کانیهای رسی خاکهای حاصل از مارن و سنگ‌رس و نیز مقایسه آن با مواد مادری نشان می‌دهد که کانی‌های میکا، کلریت کائولینیت به همراه مقدار زیادی اسمکتیت از مواد مادری به خاک ارث می‌رسند (جدول ۱، شکل ۱) همچنین نتایج حاصل از این مقایسه در این دو نوع خاک نشان دهنده کاهش مقدار کلریت در خاک به همراه افزایش نسبی اسمکتیت است. کلریت در مقایسه با میکا، اسمکتیت و کائولینیت از مقاومت کمتری نسبت به هوادیدگی برخوردار بوده و با در نظر گرفتن این موضوع که شدت هوادیدگی حاکم بر خاکهای این منطقه به اندازه‌ای نیست که سایر کانیهای رسی را تحت تاثیر قرار دهد، می‌توان به این نتیجه رسید که کلریت هوادیده شده و به اسمکتیت تبدیل می‌گردد. تبدیل و هوازدگی کلریت به اسمکتیت در شرایط خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک توسط پژوهشگران گزارش شده است (بورنت و همکاران، ۱۹۷۲؛ ابطحی و خرمالی، ۲۰۰۱). در خاکهای مورد مطالعه کاهش نسبت کلریت به میکا و نیز کلریت به اسمکتیت در مواد مادری نسبت به سولوم خاک نیز می‌تواند تاییدی بر وقوع این فرایند باشد (جدول ۱) با در نظر گرفتن این موضوع که اسمکتیت نیز در خاکهای آهکی با pH خنثی تا قلیایی که غلظت بهینه‌ای از کاتیونهای کلسیم و منیزیم فراهم است پایدار بوده و به کانی دیگری تبدیل نمی‌شود، (بورچاردت، ۱۹۸۹) بنابراین با وجود شرایط بهینه برای پایداری اسمکتیت در خاکهای مورد مطالعه، این کانی نیز می‌تواند به عنوان یک کانی پایدار تلقی شده و کاهش نسبت کلریت به آن می‌تواند به عنوان یک شاخصی نشان دهنده هوادیدگی کلریت باشد.

مطالعه ترکیب کانی‌های رسی مواد مادری و خاکهای حاصل از شیل نشان می‌دهد که برخلاف سایر خاکهای منطقه فاقد اسمکتیت بوده بلکه ترکیب کانیهای رسی مواد مادری آن شامل میکا، کائولینیت، کلریت و ورمی‌کولیت بوده و تفاوت چندانی بین ترکیب کانیهای رسی خاک و مواد مادری مشاهده نمی‌شود به جز اینکه مقدار کلریت اندکی در خاک نسبت به مواد مادری کاهش می‌یابد (جدول ۱) اما به هر صورت با توجه به اینکه آستانه ۵/۱۴ در تیمار منیزیم و اتیلن‌گلیکول علاوه بر کلریت متعلق به ورمی‌کولیت نیز می‌باشد بنابراین نمی‌توان از این آستانه برای محاسبه و بررسی نسبت کلریت به میکا استفاده نمود.

مقایسه خاکهای حاصل از مارن گچی با سنگ رس نشان می‌دهد که این خاکها نیز دارای ترکیب کانی رسی با غالبیت اسمکتیت هستند اما فاقد خصوصیات ورتیک می‌باشند دلیل اینکه این خاکهای رسی با وجود داشتن اسمکتیت زیاد فاقد خصوصیات انبساط و انقباض شدید می‌باشند می‌تواند به این دلیل باشد که وجود مقدار فراوان گچ در این خاکها سبب تعدیل پدیده انبساط و انقباض می‌گردد. یافته‌های پژوهشگران نشان می‌دهد که وجود گچ در خاک سبب کاهش قابلیت انبساط و انقباض خاک می‌شود (مرموت و همکاران، ۱۹۹۱). خاکهای تشکیل شده بر روی شیل نیز با داشتن رس فراوان فاقد خصوصیات ورتیک بوده زیرا در ترکیب کانیهای رسی آنها اسمکتیت وجود ندارد. مطالعات نشان می‌دهد که وجود اسمکتیت در خاک برای ایجاد پدیده انبساط و انقباض لازم و ضروری است (شیرسات و همکاران، ۲۰۰۰). اگرچه غیر از اسمکتیت سایر کانیها نیز با تغییر در مقدار رطوبت منبسط و منقبض می‌شوند اما این تغییرات در حضور اسمکتیت بسیار شدیدتر است (بورچاردت، ۱۹۸۹) همچنین باتاچاریا (۱۹۹۷) اظهار می‌دارد که خصوصیات ورتیک یک خاک تابعی از مقدار اسمکتیت آن بوده و بنابراین وجود اسمکتیت برای ظهور این خصوصیت تا اندازه تشکیل خاکهای ورتی‌سول لازم و ضروری می‌باشد.

منابع

Abtahi, A., and F. Khormali. ۲۰۰۱. Genesis and morphological characteristics of Mollisols formed in a catena under water table influence in southern Iran. Commun. Soil Plant Anal. ۳۲: ۱۶۴۳-۱۶۵۸.

Bhattacharyya, T., Pal, D.K., Deshpande, S.B., ۱۹۹۷. On kaolinitic and mixed mineralogy classes of shrink-swell soils. Australian Journal of Soil Research ۳۵, ۱۲۴۵-۱۲۵۲.
Biscaye, P. E. (۱۹۶۵), Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans, Geol. Soc. Am. Bull., ۷۶, ۸۰۳-۸۳۲.
Borchardt, G., ۱۹۸۹. Smectite. Pp ۶۷۵-۷۲۷ In; Minerals in soil Environment (J.B. Dixon & S.B Weed,editors.) Soil scince society of America, Madison, Wisconsin, USA
Burnett, A.D., P.G. Fookes, and R.H.S. Robertson. ۱۹۷۲. An engineering soil at Kermanshah, Zagros Mountains, Iran. Clay Miner. ۹:۳۲۹-۳۴۳.
Johns, W.D., Grim, R.E., and Bradley, W.F. ۱۹۵۴. Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. J. Sediment Petrol. ۲۴: ۲۴۲-۲۵۱.
Mermut, A.R., Acton, D.F. & Tarnocai, C., ۱۹۹۱. A review of recent research on swelling clay soils in Canada. In Kimble, J.M. (ed.), Characterization, Classification and Utilization of Cold Aridisols and Vertisols. USDA Soil Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska, pp. ۱۱۲-۱۲۱.
Shirsath, S.K., Bhattacharyya, T., Pal, D.K., ۲۰۰۰. Minimum threshold value of smectite for vertic properties. Australian Journal of Soil Research ۳۸, ۱۸۹-۲۰۱.
Zhao, L., J. Ji, J. Chen, L. Liu, Y. Chen, and W. Balsam (۲۰۰۵), Variations of illite/chlorite ratio in Chinese loess sections during the last glacial and interglacial cycle : Implications for monsoon reconstruction, Geophys. Res. Lett., ۳۲, L۲۰۷۱۸.

Abstrsct

In order to investigate the origin and distribution of clay minerals in soils developed from different parent rocks, six representative soil profiles formed on dominant lithology of six formation in Sheykh syncline were characterized by physicochemical and clay mineralogical analysis. The studied parent rocks and formations are sandstone (Khangiran), limestones (Kalat and Abderaz), claystone (Pestehligh) and gypsiferous marn (Neogen). Clay mineralogical variation studies show that there is no difference in type of clay minerals between soils and their parent materials but in some profile the relative amount of clay mineral is different due to weathering condition. While there is no considerable changes in amount of clay mineral between parent materials and soils formed on shale and limestone of Abderaz, XRD patterns of more developed soils (including those formed on claystone, marn and limestone of Kalat) reveal a decreasing of chlorite/mica ratio with increasing amount of smectite in soils relative to parent materials indicating chlorite weathering and its transformation to smectite. Finally it can be concluded that in comparison with mica and smectite, chlorite is more weatherable and can transform to smectite even in arid and semiarid conditions and vertic properties is dependent not only to type and clay percent but also to gypsum content of soils.

نام نویسندگان مقالات به ترتیب الفبا

ابراهیم ادهمی..... ۱۶۱, ۱۷۹
احمد جلالیان..... ۳۱۸, ۳۳۹
احمد حیدری..... ۴۶, ۱۸۹, ۲۳۲
احمدرضا پیله ور شهری..... ۳۹۲
وحیدرضا وردی نژاد..... ۲۲۱
اردوان کمالی..... ۱۴۲, ۳۵۸, ۴۶۹
اسماعیل الهیاری..... ۷۵
اسماعیل دردی پور..... ۲۶۷
اسماعیل سهرابی..... ۱۵۱, ۵۱۵
اصغر رحمانی..... ۲۵۳
اعظم جعفری..... ۱۴, ۱۳۷, ۲۹۵, ۳۴۳
اعظم سیاسر جهانتیغ..... ۲۲۶
افشین اشرف‌زاده..... ۱۳۲
اکبر سهرابی..... ۳۹۲
الهام بردبار..... ۲۱۲
الهام شهرآیینی..... ۱۲۰
الهام علیدوست..... ۱۳۲
ام البنین محمد اسماعیل تبار..... ۵۸
امیر مولودی..... ۴۲
امیراحمد دهقانی..... ۲۲۶
امیرمنصور شهسوار..... ۳۶۳
آذر فاریابی..... ۳۲, ۳۲۹
آرزو ذاکرمشفق..... ۳۹۶
آرش امینی..... ۹۹, ۳۸۷, ۴۷۳
آرمان نادری..... ۲۴۱, ۴۳۶
بابك اسدیان..... ۱۲۰
بایرام کمکی..... ۱۶۶
بایرام محد آغشته..... ۲۶۷
بهاره جعفری..... ۴۸۲
بهروز پورمحمدعلی..... ۱۰۵
بهروز عظیم‌زاد..... ۷۵, ۱۰۵
بهروز عظیم‌زاده..... ۷۵, ۱۰۵, ۵۱۰
بهزاد امیری..... ۲۴۱, ۴۳۶
بیژن خلیلی مقدم..... ۲۱۲
پدیده جوادی..... ۴۸۲
پروانه محقق..... ۷۱
پرویز شکاری..... ۲۷۶
پریسا علمداری..... ۹۰, ۲۴۱, ۲۴۵, ۴۳۶, ۴۶۵
پریسا محمدی..... ۱۹۹
جواد سیدمحمدی..... ۳۱۳, ۳۵۲, ۴۸۷
جواد عسگری..... ۵۲۰
جواد قدبیک لو..... ۳۴۸
جواد گیوی..... ۱۷۴
جواد یلوه..... ۲۷۶
جهانگرد محمدی..... ۱۰, ۱۴, ۲۴, ۳۷, ۶۶, ۷۱, ۴۳۲, ۴۷۷
حامد زمانی..... ۴۲۷
حامد نجفی..... ۱۵۶
حامد نجفی کرسامی..... ۴۶۱
حسن آزرم دل..... ۳۲۴

حسن رمضانپور..... ۲۵۸, ۳۱۳, ۳۵۲, ۴۸۷
حسن محمدی..... ۳۰۴
حسین تازیکه..... ۹۹
حسین ترابی گلسفیدی..... ۲۴۹
حسین خادمی..... ۷۵, ۱۰۵, ۲۹۵
حسین شریعتمداری..... ۵۲۰
حسین شکفته..... ۵۰
حسین شیرانی..... ۵۰
حکیمه عباسلو..... ۵۵
حمید رضا متین فر..... ۳۲, ۳۲۹
حمید قیومی محمدی..... ۳۰۰, ۵۰۰
حمیدرضا اولیایی..... ۱۶۱, ۱۷۹, ۴۹۰
حمیدرضا ممتاز..... ۲۲۱, ۲۴۹, ۴۰۲
خالد حاجی‌ملکی..... ۲۶۳
خداداد دهمرده..... ۹۴
دولت خسرویانی..... ۱۷۴
روح الله تقی زاده مهرجردی..... ۱۲۶, ۱۹۹, ۲۰۲, ۲۹۰, ۳۳۴, ۴۰۷, ۴۱۷
راضیه عبدالهی..... ۳۳۴
رخسار اکبری فضلی..... ۴۰۷
رضا پوزشی..... ۲۷۱
رضا قربانی..... ۲۶۷
رضا محسن زاده..... ۴۲۷
رضا مهاجر..... ۲۴
رضوان رضایی‌نژاد..... ۵۱۰
زهرا خدری..... ۵۵, ۱۷۱
زهرا درویش پسند..... ۴۰۷
زهرا رسائی..... ۴۷۷, ۴۹۵
زهرا سواری..... ۱۲۶
زهرا فاریابی..... ۵۰
زهره علیجانی..... ۶۳
زهره مصلح..... ۱۳۷, ۳۴۳
ژاله افرا..... ۲۲۱
سولماز شکوری اصل..... ۱۲۰
سحر اسماعیل نیا..... ۲۵۸
سروش سالک گیلانی..... ۲۸۶
سعید اسدی..... ۲۰۷
سعید حجتی..... ۱۲۶
سعیده بردسیری..... ۱۴۷
سمانه کیوانمهر..... ۳۷۳
سمیرا واحدی..... ۱۵۱, ۵۱۵
سمیه تقی‌پور..... ۶۶
سمیه مهدی نیا..... ۲۵۸
سهیلا سادات هاشمی..... ۵۵, ۱۴۲, ۱۷۱, ۳۵۸, ۴۴۱
سید امین موسوی..... ۱۱۵, ۴۵۶
سید روح اله موسوی..... ۲۵۳
سید علی حسینی..... ۳۸۷, ۴۷۳
سید محمود انجوی نژاد..... ۱۶۱, ۱۷۹
سید مصطفی عمادی..... ۵۸, ۲۸۶, ۳۷۳
سیدعلیرضا سیدجلالی..... ۵۰۵
سیده فاطمه سجادی رزکناری..... ۲۸۶

سیروس جعفری..... ۲۱۲, ۳۹۶
شاهرخ فاتحی..... ۱۴, ۲۷۶
شاهین اوستان..... ۲۴۵
شبنم آزادی پور..... ۳۱۸
شمس الله ایوبی..... ۲۹۵, ۴۶۱, ۵۱۰
شمس اله ایوبی..... ۱۸۹
شهرام یوسفی خانقاه..... ۲۰۲, ۲۹۰, ۴۰۷
شهلا محمودی..... ۴۶, ۱۸۴, ۲۳۲
صاحب خورده بین..... ۲۰۲, ۴۰۷
صاحب خوردهبین..... ۲۹۰
صدیقه ملکی..... ۲۷۱
عاطفه فتاحی..... ۳۰۹
عباس طاعتی..... ۱۱۵, ۲۵۳, ۴۵۶
عبدالرحمان محمدخانی..... ۱۰, ۴۳۲
عبدالرضا قرنجیکی..... ۴۱۲
عبدالمحمد محنت کش..... ۱۳۷, ۳۳۹, ۴۹۵
عزیز مومنی..... ۱۴
علی احمد آبادی..... ۳۰۹
علی اصغر جعفرزاده..... ۲۴۵
علی اصغر ذوالفقاری..... ۳۰۹
علی اکبر اصیلیان..... ۱۲۰, ۴۸۲
علی اکبر اصیلیان مهابادی..... ۱۲۰
علی اکبر زارع..... ۵۲۰
علی باریکلو..... ۴۶۵
علی چابک..... ۳۸۲
علی شهریاری..... ۱۹, ۱۱۰, ۲۲۶, ۳۲۴
علی‌اصغر جعفرزاده..... ۲۸۱
علی‌اصغرجعفرزاده..... ۳۰۴
علیداد کرمی..... ۸۰, ۴۴۵
علی‌رضا واعظی..... ۲۶۳, ۳۶۸
علیرضا اکبری مقدم..... ۹۴
علیرضا امیریان چکان..... ۲۰۲, ۲۹۰, ۴۰۷
علیرضا داودیان دهکردی..... ۱۷۴
علیرضا راهب..... ۴۶, ۲۳۲
علیرضا صیامی..... ۱۸۴
علیرضا کریمی..... ۱۱۰, ۱۵۶, ۲۱۸, ۲۷۱, ۴۶۱
علیرضا مرجوی..... ۳۷۸
عیسی اسفندیارپور بروجنی..... ۳۷, ۵۰, ۱۳۷, ۱۴۷, ۲۱۸, ۴۹۰
غلام‌حسین حق‌نیا..... ۱۵۶, ۲۱۸, ۴۶۱
غلامرضا زارعیان..... ۲۸, ۸۶
غلامعلی کیخا..... ۹۴
فائزه غنی نسب شورکی..... ۴۱۷
فاطمه بابائی..... ۳۶۸
فاطمه بهشتی..... ۱۹
فاطمه سادات موسوی..... ۱۹۴
فروغ کیانی..... ۵۵, ۱۷۱, ۴۴۱
فرشاد کیانی..... ۱۶۶, ۳۸۷, ۴۵۱, ۴۷۳, ۵۲۶
فرشته کریمیان..... ۴۲۲
فرهاد خرمالی..... ۱۹, ۹۹, ۱۱۰, ۱۵۶, ۱۶۶, ۱۸۹, ۲۶۷, ۳۲۴, ۳۸۷, ۴۵۱, ۴۶۱, ۴۷۳, ۵۲۶
فریبا جعفری..... ۵۱۰

فریدا امیریان..... ۲۸۱, ۴۰۲
فریدون سرمدیان..... ۶۳, ۱۱۵, ۲۵۳, ۳۳۴, ۴۵۶, ۵۰۵
فریده السادات ابراهیمی..... ۴۶۹
فریده عباس زاده افشار..... ۲۹۵
فریده کریمی..... ۳۳۹
قربانعلی روشنی..... ۴۱۲
کامران مروج..... ۹۰, ۴۶۵
لیلا اسماعیل نژاد..... ۴۸۷
لیلا اسماعیلنژاد..... ۳۱۳, ۳۵۲
مارتین کهل..... ۱۱۰
مجتبی بارانی مطلق..... ۱۹, ۹۹
مجید باقرنژاد..... ۴۲۲
مجید مرادی..... ۱۱۵
محبوبه آقاجانی..... ۱۳۲
محسن احدنژاد روشتی..... ۳۶۸
محسن باقری بداغ‌آبادی..... ۳۷
محسن شریعتی..... ۲۷۱
محمود رستمی‌نیا..... ۳۸۲
محمودرضا مظاهری..... ۱۹۴
محمد امیر دلاور..... ۲۴۱, ۴۳۶, ۴۹۰
محمد حسن صالحی..... ۲۴
محمد عباسی..... ۱۵۱, ۵۱۵
محمد عجمی..... ۱۸۹, ۴۵۱, ۵۲۶
محمد فیضی..... ۳۷۸
محمدحسن صالحی..... ۱۰, ۱۴, ۳۷, ۱۳۷, ۳۴۳, ۴۳۲, ۴۹۵
محمدرضا پهلوان راد..... ۹۴, ۱۶۶, ۲۲۶
محمدرضا مصدقی..... ۷۵
محمدعلی بهمنیار..... ۵۸, ۲۸۶, ۳۷۳
محمدعلی خودشناس..... ۳۴۸
محمدعلی قربانی..... ۲۸۱
محمدهادی فرپور..... ۲۸
مریم محمدزاده..... ۴۵۱, ۵۲۶
مریم یوسفی‌فرد..... ۵۱۰
مستانه رحیمی‌مشکله..... ۲۰۷
مسعود بازگیر..... ۳۸۲
مسعود حمیدی..... ۳۸۲
مسلم ثروتی..... ۲۴۹, ۲۸۱, ۳۰۴, ۴۰۲
مصطفی دهقان..... ۴۲۲
معصومه ذوقی..... ۳۲۴
منوچهر گرجی..... ۱۸۹
مهدی طاهری..... ۱۵۱, ۳۶۸, ۵۱۵
مهدی قاجار سپانلو..... ۵۸, ۳۷۳
مهدی نادری..... ۶۶, ۷۱
مهدی نوروزی..... ۲۵۸
مهران شیروانی..... ۷۵
مهرداد اسفندیاری..... ۱۹۴
مهرداد رضایی فرد..... ۵۲۰
مهناز اسکندری..... ۴۲۷
میر ناصر نویدی..... ۸۶
مینا علیجانی حوضماهی..... ۳۱۸

مینا کیانی..... ۱۰
نادر قائمیان..... ۲۲۱
نورایر تومانیان..... ۱۴, ۳۷, ۱۶۶, ۲۴۵, ۳۰۰, ۵۲۰
ناصر خسروی..... ۱۴۲, ۳۵۸
ناصر هنرجو..... ۳۱۸, ۳۳۹
ناصرهنرجو..... ۴۱۷
ناهید نوبهار دیلمی..... ۲۰۷
نجمه عسگری هفشجانی..... ۵۱۰
ندا صفاری انارکی..... ۳۶۳
نرگس کیوانی..... ۴۳۲
نفیسه رنگزن..... ۳۹۶
نفیسه یغمائیان مهابادی..... ۴۲, ۲۰۷
نیلوفر تیمورپور..... ۲۴۹, ۳۰۴, ۴۰۲
هادی حدادیان سنو..... ۲۱۸
هوشنگ خسروی..... ۲۳۶
هایده آراء..... ۳۰۹
یاسر صفری..... ۴۹۰