مجله مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد اول، شماره دوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

نقش خصوصیات خاک با مواد مادری متفاوت بر پایداری خاکدانه در حوضه شصت کلاته استان گلستان

سمانه اطمینان[۱]، فرشاد کیانی[۲]، فرهاد خرمالی[۳] و هاشم حبشی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۹

چکیده

حساسیت یک خاک در مقابل تخریب ساختمان، یک معیار ارزیابی برای تعیین استعداد زراعی خاک است. این حساسیت با مفهوم پایداری ساختمان فیزیکی مشخص می‌گردد که به‌رغم تاثیر عوامل تخریب ساختمان، استعداد در پایداری یا دوام اجزای ساختمانی را نشان می‌دهد. هدف از این پژوهش بررسی نقش عوامل کنترل‌کننده پایداری خاکدانه در سطح وسیعی از جنگل شصت کلاته در خاک‌های حاصل از سه سازند زمین‌شناسی متفاوت و میزان پایداری خاک‌های مورد مطالعه برای مطالعات فرسایش خاک است. برای این منظور پس از بررسی نقشه واحدهای زمین‌شناسی و توپوگرافی ۲۰ نقطه به‌صورت مخلوط و به‌طور کاملاً تصادفی از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد. میانگین وزنی قطر خاکدانه به روش غربال در آب به‌عنوان شاخصی جهت نشان‌دادن حساسیت خاک به فرسایش استفاده گردید. خصوصیت فیزیکی، بافت خاک و خصوصیات شیمیایی، درصد موادآلی، آهک و اکسیدهای آهن اندازه‌گیری و جهت آنالیز نتایج از روش رگرسیون خطی و[۱] آزمون گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج نشان داد که سازند ژوراسیک دارای بیشترین پایداری است (MWD=۱/٦٥). میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در سازند آبرفتی ۱.۲ و در سازند لسی ۱/۳۵ میلی‌متر اندازه گیری شد. درصد کربنات کلسیم (R^2=۰/٦٧)، آهن (R^2=۰/۷۸) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

* مسئول مکاتبه: etminan.samane@gmail.com

مهم ترین فاکتورهای موثر در پایداری ساختمان خاک در سازند ژوراسیک است. در سازند لسی درصد کربنات کلسیم (R^2=۰/۷۸) و آهن (R^2=۰/۷۲) و در سازند آبرفتی درصد مواد آلی و آهن خاک (R^2=۰/۵) بیشترین نقش را در پایداری خاک ایفا می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ساختمان خاک، پایداری خاکدانه، مواد مادری، شصت کلاته، گلستان

مقدمه

ساختمان خاک حاصل آرایش ذرات خاک در کنار یکدیگر و اتصال این ذرات به‌وسیله نیروهای چسبنده است. نتیجه واکنش ذرات معدنی و ترکیبات آلی خاک شکل‌گیری خاکدانه‌ها است. خاکدانه‌سازی فرآیندی است که ذرات اولیه خاک (رس، سیلت و شن) در واحدهای ثانویه به وسیله نیروهای درونی و ترشحات ریشه و فعالیت‌های میکروبی پیوند داده‌شده‌اند. پایداری خاکدانه فرآیندی از مقاومت خاک در برابر عوامل تخریب‌کننده از قبیل مرطوب‌شدن، انرژی جنبشی قطرات باران و کشت و کار است. از این‌رو مقدار خاکدانه‌های تخریب شده به استحکام نیروهای چسبنده و نگهدارنده ذرات به یکدیگر و بزرگی نیروهای تخریب کننده بستگی دارد (مباگو و بازوفی، ۱۹۹۸). پایداری خاکدانه مهم‌ترین خصوصیت فیزیکی خاک است که بر حرکت و ذخیره آب، تهویه، فرسایش، فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و رشد محصولات موثر است (آمزکتا و همکاران، ۲۰۰۳). خاکدانه‌های براساس اندازه به ۲ دسته اصلی، خاکدانه‌های درشت با قطر بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرون و خاکدانه‌های ریز با قطر کوچک‌تر از ۲۵۰ میکرون تقسیم‌بندی می‌شوند. این واحدهای ساختاری به وسیله مکانیسم‌های مختلفی تشکیل شده‌اند و رفتار متفاوتی در مقابل استرس‌های خارجی از قبیل باران، باد، آبیاری و دیگر عملیات کشت و کار دارند (آمزکتا و همکاران، ۲۰۰۳). پایداری خاکدانه‌ها، سنجشی از میزان مقاومت ساختمان خاک است.

عوامل موثر بر پایداری خاکدانه در ارزیابی میزان خاک فرسایش یافته، پتانسیل خاک به پوسته‌شدن و سله بستن، قابلیت نفوذپذیری خاک، درصد جوانه‌زنی و پیش بینی ظرفیت خاک در حمایت تولیدات گیاهی مهم است. عوامل موثر در تشکیل خاکدانه‌ها به سه دسته عوامل بیولوژیکی، عوامل فیزیکی و ترکیبات خاک تقسیم می‌گردند (مباگو، ۲۰۰۳).

عوامل بیولوژیکی موثر در تشکیل خاکدانه‌ها شامل ریشه گیاهان، ریسه قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌باشد. سیلک (۲۰۰۵) معتقد است بر اثر کاهش موادآلی، خاکدانه‌ها به آسانی شکسته شده و ذرات ریز خاک طی فرسایش آبی حمل خواهد شد. این پژوهشگر در مطالعه خود بر روی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در منطقه مورد مطالعه گزارش نمود، عملیات زراعی موجب کاهش ٦١ درصدی در میزان قطر متوسط وزنی خاکدانه‌های لایه سطحی و۵۲ درصد در لایه عمقی در مقایسه با کاربرد جنگل شده‌است. همچنین در خاک‌های نیجریه اکسیدهای آهن و آلومینیوم و کربنات کلسیم از مهم‌ترین فاکتورهای تثبیت‌کننده ذرات خاک به شمار می‌آید. در مقابل با کاهش کربن آلی خاک طی گذشت زمان بر پایداری خاکدانه افزوده شده‌است (مباگو، ۲۰۰۳). طی مطالعات الکسی‌وا و همکاران (۲۰۰۹) در خاک‌های حاره‌ای و نیمه حاره‌ای گزارش نمود وجود بافت ریز و رس غالب کائولینیت عامل اصلی خاکدانه‌سازی است و سایر فرآیندهای و عوامل خاکدانه‌سازی را پوشش می‌دهد. از مطالعات ستا و کاراتاناسیس (١٩٩٦) می‌توان دریافت، کربن آلی خاک در پایداری خاکدانه‌های خاک نقش موثری ندارد و تنها کربن آلی خاک مسئول پایداری خاکدانه نیست، بلکه سایر عوامل خاکی نیز موثرند. همچنین نتایج بوجیلا و گالایی (۲۰۰۸) نشان داد که حضور کربنات کلسیم در خاک بر میزان فعالیت موادآلی در جهت تغییرات پایداری خاکدانه موثر است، با افزایش درصد کربنات کلسیم خاک اثر موادآلی در پایداری کم‌رنگ می‌شود.

ماده مادری از مهم‌ترین فاکتورهای خاک‌سازی محسوب می‌گردد. خصوصیات و ترکیبات شیمیایی مواد مادری، نقش مهمی در تعیین مشخصات خاک، به‌خصوص در مراحل اولیه تشکیل خاک ایفا می‌کند (بوول‌یا و همکاران، ۲۰۰۳). خاک‌های تشکیل شده روی سنگ بسترهای متفاوت به دلیل اختلاف کانی‌های موجود در ساختار سنگ‌ها و اختلاف مقاومت آن‌ها دارای مشخصات فیزیکی، شیمیایی، کانی‌شناسی و رده‌بندی متفاوتی هستند (برادی، ۱۹۹۰). اولیایی و همکاران (٢٠٠٦) معتقدند خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌های ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک کاملاً تابع سنگ مادر آهکی آن است که به مرور زمان تحت تاثیر هوادیدگی شیمیایی و فیزیکی قرار گرفته و خاک‌هایی سرشار از آهک را به وجود می‌آورد. نتایج پژوهش‌های لوی (۲۰۰۵) نشان داد که سرعت مرطوب‌شدن خاک و بافت خاک بر روند تغییرات پایداری خاکدانه موثر است. او بیان داشت که سرعت مرطوب‌شدن اثری بر فرونشت خاکدانه‌ها در خاک‌های با ظرفیت رس پایین ندارد. بنابراین افزایش درصد رس، رابطه معنی‌داری با پایداری خاکدانه دارد. طی مطالعاتی بارتزیا (۲۰۰۸) بیان نمود که رابطه نزدیکی بین

پایداری خاکدانه‌های درشت با اکسیدهای آهن و آلومینیوم نسبت به سایر پارامترهای خاک به ویژه کربن آلی خاک وجود دارد که بیانگر این می‌باشد که سزکوئی اکسیدها از فاکتورهای اصلی پایداری خاکدانه‌های درشت خاک است. سیکس (۲۰۰۲) بیان نمود وجود اکسیدهای آهن و آلومینیوم در خاک سبب افزایش جذب سطحی مواد آلی بر روی سطح خاک و یا به‌صورت یک اتصال الکتریکی بین بارهای مثبت اکسیدها و بار منفی مینرالوژی رس و یا با ایجاد یک پوشش از این ترکیبات بر روی سطح کانی‌ها مانند یک پل بین ذرات اولیه و ثانویه خاک قرار می‌گیرد که سبب اتصال ذرات خاک می‌شود. به‌طور کلی حساسیت یک خاک در مقابل روندهای تخریب ساختمان، یک معیار مهم ارزیابی برای تعیین استعداد زراعی خاک است. این حساسیت با مفهوم پایداری ساختمان فیزیکی خاک مشخص می‌گردد که به رغم تاثیر عوامل تخریب ساختمان، استعداد در پایداری یا دوام اجزای ساختمانی را نشان می‌دهد. ارزیابی وضیعت ساختمان خاک اغلب متکی بر سنجش پایداری واحدهای ساختمانی یعنی خاکدانه‌ها است (بای‌بوردی، ۱۹۹۳). تست استاندارد پایداری برای خاکدانه‌های پایداری در آب روش الک کردن که توسط کمپر و کوچ (۱۹٦٦) پیشنهاد شده است و بعد توسط کمپر و روسنا (۱۹۸٦) توسعه داده شد. کمپر و روزناو (۱۹۸٦) استنتاج کردند که نتایج حاصل از الک کردن به خوبی اهمیت پایداری خاکدانه‌ها را با توجه به کاربری خاک بیان می‌کند. هدف از این پژوهش بررسی نقش عوامل کنترل‌کننده پایداری خاکدانه در سطح وسیعی از منطقه جنگلی شصت کلاته در خاک‌های حاصل از سازندهای لسی، آهک‌های ژوراسیک و آبرفتی و تعیین میزان پایداری خاکدانه‌ها در سازندهای زمین‌شناسی و عوامل موثر بر پایداری خاک مورد بحث قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در جنگل شصت‌کلاته در ۵ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان گرگان در محدوده طول جغرافیایی ٥٤ درجه ۲۲ دقیقه – ٥٤ درجه ۲۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه ٤۸ دقیقه– ۳٦ درجه ٤۳ دقیقه صورت گرفته‌است (شکل ۱). جنگل شصت‌کلاته در شیب شمالی سلسله جبال البرز با مساحت بالغ بر ۱۷۱۳/۳ هکتار واقع است. زمین‌شناسی منطقه شصت‌کلاته بر حسب چینه‌شناسی و انواع سنگ‌ها به چهار دوران مختلف زمین‌شناسی تقسیم‌بندی شده است (شکل ۲) که در این مطالعه دو دوران ژوراسیک و رسوبات آبرفتی کواترنر مورد مطالعه قرار گرفت. تشکیلات ژوراسیک متعلق به دوران دوم زمین‌شناسی و شامل آهک لار است. آهک لار از لحاظ لیتولوژی، شامل آهک‌های نازک

لایه میکریتی تا توده‌ای، ولی متراکم با رنگ خاکستری روشن است و حاوی قلوه‌ها و یا لایه‌های چرتی به رنگ سفید تا بنفش کم‌رنگ است. رسوبات آبرفتی طی دوران چهارم زمین‌شناسی بر اثر وزش باد به این منطقه حمل و رسوب‌گذاری گردیده‌است. رسوبات لسی ریز و پودر مانند می‌باشد که تحت تاثیر بارندگی دچار فرسایش کم قرار گرفته و متراکم می‌شوند و سازند آبرفتی نیز از فرسایش و انتقال ذرات خاک از سازند لسی تشکیل شده‌است (شکل ۲). جنگل شصت‌کلاته دارای اقلیم مدیترانه گرم و مرطوب با آب و هوای معتدل است. میزان بارندگی متوسط سالیانه ۵۶۲/۱ میلی‌متر و متوسط دما سالیانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد است. از نظر پوشش گیاهی از نوع پهن‌برگ است. گونه‌های اصلی در ارتفاعات پایین‌تر از ۵۰۰ تا۷۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا گونه‌های ممرز و انجیلی مستقر است و بالاتر از این ارتفاع گونه راش به این مخلوط به‌عنوان گونه اصلی اضافه می‌شود. با توجه به روش طبقه‌بندی خاک[1]، خاک منطقه در دو رده اصلی Inceptisols و Entisols رده‌بندی شده است.

به‌منظور تعیین پایداری خاکدانه و عوامل موثر بر آن ابتدا در بهار ۱۳۸۹ با مطالعه نقشه واحدهای زمین‌شناسی و توپوگرافی، ۳ منطقه که از نظر سازندهای زمین‌شناسی متفاوت و دارای پوشش گیاهی یکسان، انتخاب گردید. سپس از سطح هر منطقه به‌طور کاملاً تصادفی ۲۰ نقطه به صورت مخلوط از قسمت‌های که فاقد سطوح شیب‌دار انتخاب و از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری صورت گرفته است.

پس از نمونه‌برداری، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال و برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آماده‌سازی شدند. برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها از قبیل pH خاک در نسبت ۱:۱ (جاکسون، ۱۹۷۵)، کل نمک حل شده در شرایط عصاره اشباع (بوور و ویلککس، ۱۹٦۵)، کربنات کلسیم معادل به‌روش تیتراسیون، ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از استات آمونیوم یک نرمال، کربن آلی با استفاده از روش اصلاحی والکی بلاک (۱۹٦۵)، اکسید آهن با استفاده از عصاره‌گیری دی‌تیونات سیترات سدیم (پیج و همکاران، ۱۹۸٦) و آنالیز بافت خاک به روش پیپت (گی و بایدر، ۱۹۸٦) اندازه‌گیری و محاسبه گردید.

1. Soil Taxonomy 2006

تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD)[1] **درصد MWD و توزیع اندازه خاکدانه‌ها:** جهت اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD)، از روش کمپر و روزینو (۱۹۸٦) استفاده گردید. در این روش ابتدا ۵۰ گرم از خاکدانه‌های با قطر ۲ تا ٤ میلی‌متری توزین شد. اندازه سری الک‌های مورد استفاده ۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متر بوده و مجموعه الک‌ها در نوسان عمودی ۱/۵ اینچی و با سرعت ۳۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه در آب مقطر حرکت داده‌شد (روش غربال در آب)، سپس مقدار ذرات باقی‌مانده روی هر الک پس از خشک‌کردن در آون (با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، توزین گردید. در مرحله بعد جهت حذف خطای حاصل از اندازه‌گیری شن به جای خاکدانه تصحیح شن به روش کمپر و روزینو (۱۹۸٦) صورت گرفت. میانگین وزنی قطر خاکدانه از معادله (۱) به‌دست آمد.

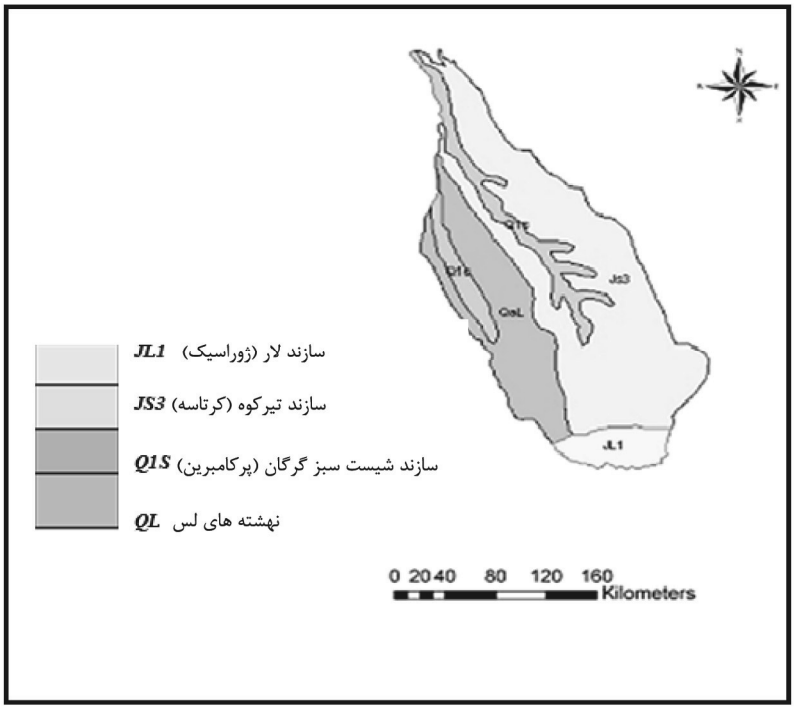
$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \bar{X}\, Wi \qquad (۱)$$

که در این معادله $\bar{X}$، میانگین قطر خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک و Wi نسبت وزن خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه و n تعداد الک‌ها می‌باشد. همچنین MWD و درصد توزیع اندازه خاکدانه‌ها محاسبه گردید.

این مطالعه در قالب طرح کاملا تصادفی با ۲۰ تکرار از سطح هر منطقه انجام شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنوف[2] ارزیابی شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح آماری ۵ درصد به‌وسیله آزمون دانکن انجام پذیرفت. جهت تعیین فاکتورهای اثرگذار بر پایداری خاکدانه از رگرسیون خطی و رگرسیون خطی چند متغیره به روش گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای SAS محاسبه گردید. برای رسم نمودارها و جدول‌ها از نرم‌افزار رایانه‌ای Excel استفاده گردید.

1. Wet Seving
2. Kolmogorov- Smirnov

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و گلستان.



شکل ۲- نقشه واحدهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مربوط به خاک‌ها در سه سازند مورد مطالعه، سازند لسی، ژوراسیک و آبرفتی در جداول ۱، ۲ و۳ ارایه شده‌است. سازند لسی دارای pH ٦/٣٣ و EC ٠/٦١١ دسی زیمنس بر متر و بافت سیلتی کلی لوم است. سازند ژوراسیک با بافت سیلتی کلی دارای pH ٧/٠٤ و EC ٠/٦١١ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد همچنین سازند آبرفتی pH ٧ و EC ١/١ دسی‌زیمنس بر متر و دارای بافت سیاتی کلی لوم است. اگرچه سازند لسی و آبرفتی از نظر بافت در یک گروه قرار دارد ولی سازند لسی دارای بیشترین درصد سیلت و سازند آبرفتی دارای بیشترین درصد شن است. براساس نتایج حاصل سازند ژوراسیک دارای بیشترین درصد موادآلی، سازند لسی دارای بیشترین درصد آهن خاک (آهن دی‌تیونات سیترات سدیم) و سازند آبرفتی دارای بیشترین درصد کربنات کلسیم خاک است. با توجه به نتایج کانی‌شناسی سازندهای مورد مطالعه کانی‌های غالب به ترتیب در سازندهای لسی، ژوراسیک و آبرفتی عبارت از ورمیکولایت و اسمکتیت، ایلیت و کائولینیت، ایلیت و ورمیکولایت است.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای فیزیکی شیمیایی کیفیت خاک لسی عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر.

شاخص‌های آماری	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH -Log(H)	Clay (درصد)	Silt (درصد)	Sand (درصد)	O.M (درصد)	CCE (درصد)	Fe (درصد)	CEC (cmol/kg)	SA (m^2/g)
تعداد نمونه	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٥
حداقل	٠/٣٨	٥/١	٢٠/١	٥١/١	٢/٨	١/٩٢	٢	٠/٤١٣	٣٠/٦٤	١٠٨
حداکثر	٠/٩٨	٧/٥	٤٦/١	٧١/٣	٩/٢	٥/٦٥	٥/٨	٠/٨٢٤	٦٠/٥٧	١٢٢
میانگین	٠/٦١	٧/٣٤	٣٠/٤٢	٦٣/٢٢	٦/٣٦	٣/٤٢	٣/٨٢	٠/٦٢٧	٥٢/٠٠٤	١١٦/٤٦
انحراف‌معیار	٠/١٦	٠/٧٥	٣/٧٨	٦/١٨	١/٨٢٢	٠/٩٨٨	١/٢١	٠/١٤	٧/٢٣	٤/٦٦

EC: عصاره اشباع خاک. pH: عصاره گل اشباع خاک. O.M: موادآلی.CCE: کربنات کلسیم.Fed: آهن قابل عصاره‌گیری با دی‌تیونات سیترات سدیم.CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی.SA : سطح ویژه خاک.

جدول ۲- مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک ژوراسیک عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر.

شاخص‌های آماری	EC (dS/m)	pH -Log(H)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	O.M (%)	CCE (%)	Fed (%)	CEC (cmol/kg)	SA (m^2/g)
تعداد نمونه	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۵
حداقل	۰/٤۳	٦/٤۸	۵۲	۱۱/۲	۸/۷	۲/۹۲	۲/۲۵	۰/٤۱	۳۱/۱۱	۷۲
حداکثر	۰/۸۷	۷/٦	٦۸/۷	۲۷/۳	۲۸	٦/٤	۹/۸	۰/٦٦	٦۱/۸	۱۰٦
میانگین	۰/٦۱	۷/۰٤	٦۱/۰۹	۱۷/۱۵	۲۱/۲۷	٤/۳۳	۵/۸٦	۰/٤۹	٤۳/۰۸	۹۱/۹۲
انحراف‌معیار	۰/۱۲	۰/۳۰۷	٤/۵۵	۳/۹	٤/٦	۱/۰۱	۲/۲٦	۰/۰۸	۸/۲۰۷	۱۰/۷

EC: عصاره اشباع خاک. pH: عصاره گل اشباع خاک. O.M: موادآلی. CCE: کربنات کلسیم. Fed: آهن قابل عصاره‌گیری با دی‌تیونات سیترات سدیم. CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی. SA : سطح ویژه خاک.

مقایسه میانگین شاخص پایداری خاکدانه، موادآلی، کربنات کلسیم و اکسیدآهن با کاربرد آزمون دانکن در سطح ۵ درصد بررسی شده‌است. میانگین وزنی قطر خاکدانه، درصد موادآلی خاک و درصد رس به طور معنی‌دار در سطح ۵ درصد در سازند ژوراسیک، درصد کربنات کلسیم و درصد شن خاک در سطح ۵ درصد در سازند آبرفتی و مقدار آهن و درصد سیلت خاک در سازند لسی به‌صورت معنی‌دار افزایش نشان داده‌است. با توجه به شرایط تشکیل سازند آبرفتی که حاصل فرسایش و رسوب ذرات خاک از دو سازند دیگر (لسی و ژوراسیک) می‌باشد و با در نظر گرفتن خصوصیت ترکیبات کربنات کلسیم که محلول در آب، براحتی از سطح خاک شسته شده و در افق‌های پایین خاک رسوب می‌کند، می‌توان علت بالا بودن درصد کربنات کلسیم در سازند آبرفتی بیان نمود. پایداری بالای خاک در سازند ژوراسیک را می‌توان به حضور درصد بالای آهک و همچنین بافت رسی آن نسبت داد که با مطالعات سردا (۱۹۹٦) در سازندهای زمین‌شناسی مطابقت دارد و با توجه به نتایج لیوی (۲۰۰۵) می‌توان بیان نمود وجود درصد بالای سیلت و شن در خاک از میزان درصد رس خاک در جهت پایداری ساختمان خاک می‌کاهد (جدول ٤).

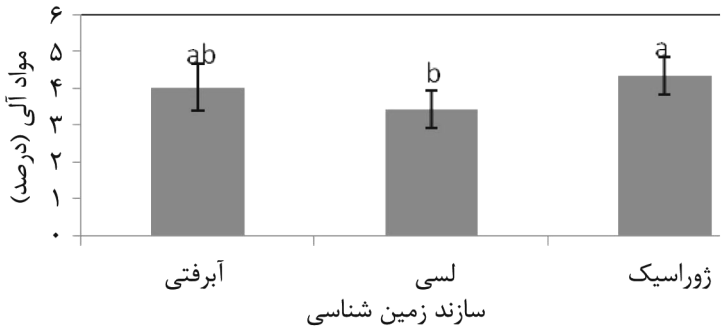
جدول ۳- مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی سازند آبرفتی عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر.

شاخص‌های آماری	EC (dS/m)	pH -Log(H)	Clay (درصد)	Silt (درصد)	Sand (درصد)	O.M (درصد)	CCE (درصد)	Fed (درصد)	CEC (cmol/kg)	SA (m^2/g)
تعداد نمونه	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۵
حداقل	۰/۴۳	٦/۰۵	۳۸	۱٤/۹	۱٤/۷	۲/۳۸	۷/۲	۰/۳۹	۳۱/۱۵	۸٤
حداکثر	۲/٦۱	۷/۷	۵۸	۲۷/۳	٤٦	٦/٦۳	۱۵/٦	۰/۸۱	٦٤/٤۵	۱۲٦
میانگین	۱/۱۰۵	۷/۰۹	٤٦/۲۰	۱۸/۰۳	۳۵/۷٦	٤/۰۱	۱۱/۱۵	۰/۵۸	٤۹/٦۹	۱۰۹/۵
انحراف‌معیار	۰/٦۵	۰/٤۳	٤/٤۹	۲/٦۲	٦/۰۵	۱/۲۹	۲/۵۵	۰/۱۲	۱۱/۷۷	۱٦/۳۳

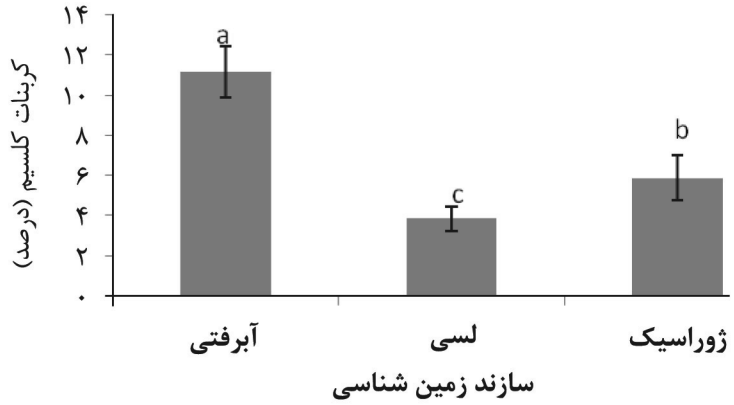
EC: عصاره اشباع خاک. pH: عصاره گل اشباع خاک. O.M: موادآلی.CCE: کربنات کلسیم.Fed: آهن قابل عصاره‌گیری با دی‌تیونات سیترات سدیم.CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی. SA: سطح ویژه خاک.

جدول٤- مقایسه میانگین توزیع ذرات خاک در سازندهای زمین شناسی.

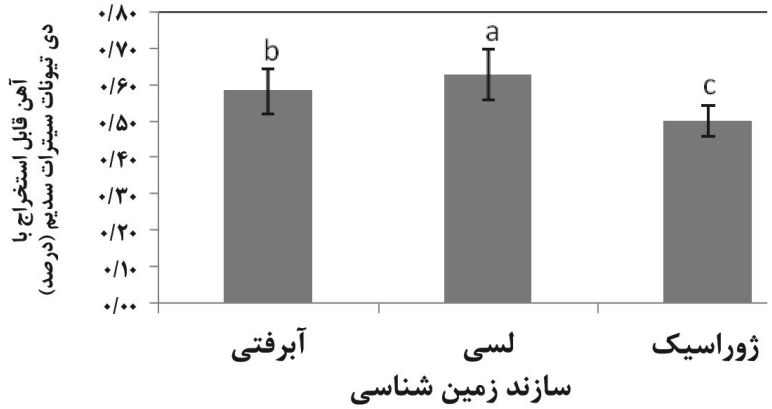
توزیع ذرات خاک	لسی	ژوراسیک	آبرفتی
رس (درصد)	٤۲/۳۰	۲۲/٦۳a	۲۰/٤٦
سیلت (درصد)	۲۲/٦۳a	٤۲/۳۰	۳/۱۸
شن (درصد)	۳٦/٦	۳٦/٦	۷٦/۳۵a



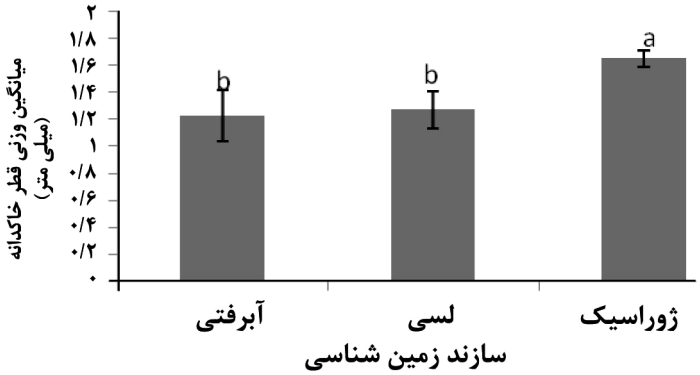
شکل ۳- مقایسه میانگین درصد موادآلی خاک در سطح ۵ درصد.



شکل٤- مقایسه میانگین درصدکربنات کلسیم خاک در سطح ۵ درصد.



شکل۵ - مقایسه میانگین درصد آهن (آهن در تیونات سیترات سدیم) در سطح ۵ درصد.



شکل ٦- مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه در سازندهای زمین‌شناسی.

برای بررسی روند تغییرات میانگین وزنی قطر خاکدانه در هر سه سازند زمین‌شناسی از رگرسیون خطی استفاده گردید. توزیع ذرات خاک در میزان پایداری ساختمان خاک در هر ۲ سازند زمین‌شناسی (لسی و ژوراسیک) نقش موثری دارد. در سازند ژوراسیک و لسی رابطه خطی معنی‌داری (به‌ترتیب (R^2=۰/٤۷) و (R^2=۰/۵۸) بین درصد رس خاک با میانگین وزنی قطر خاکدانه وجود دارد (شکل۵). این ارتباط بیان می‌دارد که درصد رس خاک یکی از عوامل تاثیرگذار در خاکدانه‌سازی و پایداری ساختمان خاک است. زمانی که خاک به آرامی مرطوب می‌شود و فرآیند فرونشت در خاک رخ نمی‌دهد، میانگین وزنی قطر خاکدانه با درصد رس خاک به طور خطی افزایش می‌یابد. علت آن را می‌توان به نقش سیمانی ذرات رس خاک در فرآیند خاکدانه‌سازی دانست که با نتایج بارتز (۲۰۰۸) و لیوی (۲۰۰۵) مطابقت دارد. ولی در سازند آبرفتی رابطه خطی بین درصد رس با میانگین وزنی قطر خاکدانه مشاهده نشد. با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت به دلیل درصد بالای شن خاک که مانعی در جهت فعالیت رس خاک محسوب می‌شود، این امر صورت می‌گیرد.

در هر سه سازند زمین شناسی بین درصد کربنات کلسیم خاک با میانگین وزنی قطر خاکدانه رابطه خطی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (شکل ٦). وجود آهک در منطقه به موادمادری آن برمی‌گردد. سردا(۱۹۹٦) نشان داد میزان پایداری ساختمان خاک در خاک‌های با سازند آهکی از سازندهای مارلی و ماسه سنگی بیشتر است. اولیایی (۲۰۰٦) بیان نمود در خاک‌های ایران که عمدتاً بر روی مواد مادری آهکی تشکیل شده‌اند درصد کربنات کلسیم نقش مثبتی در جهت افزایش پایداری ساختمان خاک بازی می‌کند. افزایش پایداری خاکدانه در خاک‌های آهکی، حاصل تشکیل باندهای قوی کلسیمی بین

ذرات خاک بوده که حضور درصد بالای رس در خاک علاوه بر اینکه بر میزان انبساط‌پذیری خاک موثر است اثر مثبت در ایفاء نقش آهک در پایداری خاکدانه دارد. مطالعات بوجیلا و گالیلی (۲۰۰۸) در اراضی کربنات تونس نشان داد کربنات کلسیم بین ذرات خاک مانند یک ملات عمل می‌کند که باعث افزایش استحکام و مقاومت خاک در برابر عوامل تخریب کننده خاک می‌شود.

میزان آهن قابل استخراج با دی تیونات سیترات سدیم خاک با میانگین وزنی قطر خاکدانه رابطه خطی مثبت و معنی دار دارد (شکل۷). مطالعات ستا و کلراتانیس (۱۹۹٦) نشان داد فرم‌های اکسید آهن با پایداری خاکدانه و میزان رس قابل پراکنش خاک رابطه معنی‌داری دارد. با توجه به مطالعات چاوچن (۲۰۰۸) هیدروکسیدهای آهن و رس‌های کوچک‌تر از ۰/۰۱ میلی‌متر رابطه خطی با میانگین وزنی قطر خاکدانه دارد. وجود این ترکیبات در سطح خاک باعث افزایش جذب ترکیبات آلی در سطح خاک شده که به فرآیند خاکدانه‌سازی در خاک کمک می‌کند. در خاک‌های که درصد رس خاک بالاست و از نظر کانی‌شناسی دارای کانی‌های از نوع کائولینیت و ایلیت می‌باشند به دلیل انبساط‌پذیری پایین این کانی‌ها و همچنین به دلیل تشکیل پیوندهای الکترواستاتیک بین ذرات رس و ترکیبات آهن در این نوع خاک‌ها سبب افزایش پایداری ساختمان خاک می‌گردد (سیکس، ۲۰۰۲).

در هرسه سازند زمین‌شناسی، سطح ویژه خاک همبستگی منفی و معنی‌داری با میانگین وزنی قطر خاکدانه نشان داد (شکل ۸). میزان فعالیت سطح ویژه خاک به نوع کانی خاک مرتبط می‌شود. حضور کائولینیت سبب رابطه ضعیفی بین سطح ویژه با میانگین وزنی قطر خاکدانه می‌شود و از پراکندگی ذرات خاک کاسته می‌شود. بیشترین نسبت پراکندگی ذرات در خاک‌های با رس اسمکتیت (کانی‌های ۲:۱) و کمترین نسبت پراکنش در خاک‌های با رس کائولینیت (کانی‌ها۱:۱) مشاهده شده‌است. نقش کائولینیت در کاهش پراکندگی کلوئیدهای خاک در تغییر خصوصیات بار سطحی خاک است. در خاک‌های با کانی کائولینیت عمدتاً در لبه و سطح ورقه اکتا و تتراهدرال دارای بار مثبت است که سبب پیوند الکترواستاتیک می‌شود. همچنین وجود درصد بالا اکسیدهای آهن و ظرفیت تبادل کاتیونی پایین در خاک موجب کاهش پراکندگی ذرات خاک می‌شود. بارتز (۲۰۰۸)، سیکس (۲۰۰۲) و کاراتاناسیس (۱۹۹٦) بیان نمودند در خاک‌ها با کانی غالب اسمکتیت، به دلیل بار سطحی بالا سبب نیروی دافع در بین ذرات خاک می‌شود که سبب پراکندگی ذرات خاک می‌گردد.

تعیین مهم‌ترین فاکتور اثرگذار بر میزان پایداری خاک از طریق رگرسیون چند متغیره خطی صورت گرفت. با کاربرد آزمون رگرسیون چند متغیره خطی به روش گام به گام، به‌ترتیب در سازند

ژوراسیک درصد کربنات کلسیم، آهن و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و در سازند لسی درصد کربنات کلسیم و آهن و در سازند آبرفتی درصد موادآلی و آهن خاک بیشترین نقش را در پایداری خاک ایفاء می‌کنند.

سازند ژوراسیک:

$$MWD= - 0/032(O.M) + 0/025\ (CCE)+ 0/68(Fe) +0/00438(CEC) +1/48 \qquad R^2 = 0/9^{*} \quad (۲)$$

سازند لسی:

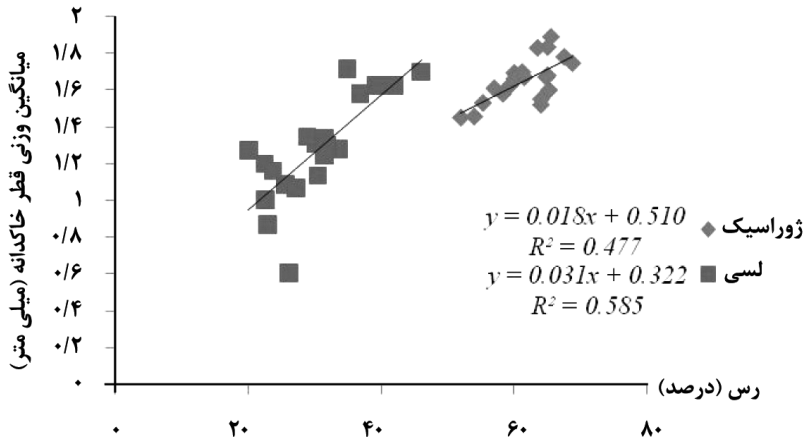
$$MWD= 0/122\ (CCE)+ 0/854(Fe) +0/336 \qquad R^2 = 0/85^{*} \quad (۳)$$

سازند آبرفتی:

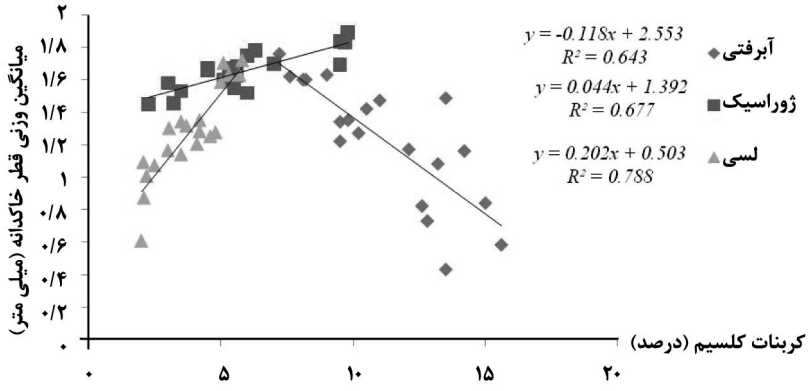
$$MWD= 0/059(O.M) – 0/048\ (CCE)+ 1/1(Fe) – 0/012(CEC) +1/45 \qquad R^2 = 0/87^{*} \quad (٤)$$

معادله ۲ بیانگر آنالیز رگرسیون چند متغیره خطی جهت سازند ژوراسیک است. میانگین وزنی قطر خاکدانه با افزایش درصد موادآلی خاک کاهش می‌یابد. در مقابل با افزایش درصد آهک، آهن و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک افزایش نشان داده است. مباگو (۲۰۰۳) عنوان داشت در خاک‌های نیجریه اکسیدهای آهن و آلومینیوم و کربنات کلسیم نسبت به موادآلی خاک در پایداری ساختمان خاک بیشترین نقش دارد. ستا و کلراتانیس (۱۹۹٦) با کاربرد رگرسیون چند متغیره خطی بین پایداری و خصوصیات خاک مشاهده نمودند که درصد آهن خاک رابطه منفی با پایداری خاکدانه دارد. آنالیز رگرسیون چند متغیره خطی در سازند لسی نشان داد که میانگین وزنی قطر خاکدانه با درصد آهک و آهن خاک رابطه مثبت دارد (معادله ۳). مطالعات چاوچن (۲۰۰۸) در اراضی لسی چین در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری نشان داد با افزایش درصد آهک و آهن خاک بر میزان پایداری ساختمان خاک افزوده می‌شود. مطالعات مباگو (۲۰۰۳) در اراضی لسی چین بیان داشت خصوصیات خاک نسبت به درصد رس و موادآلی خاک در میزان پایداری ساختمان خاک بیشتر تاثیر دارند. با توجه به معادله (٤) در سازند آبرفتی با افزایش درصد موادآلی و آهن خاک میانگین وزنی قطر خاکدانه افزایش می‌یابد. در این سازند درصد موادآلی و آهن خاک نقش مثبت در افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه ایفاء نقش می‌کند و در واقع می‌توان بیان کرد در سازند آبرفتی افزایش درصد آهک خاک با توجه به شرایط رسوب‌گذاری در منطقه و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی با توجه به کانی غالب (ورمیکولایت) با افزایش انبساط‌پذیری خاک از میزان پایداری خاک کاسته می‌شود. در هر سه سازند مورد مطالعه درصد

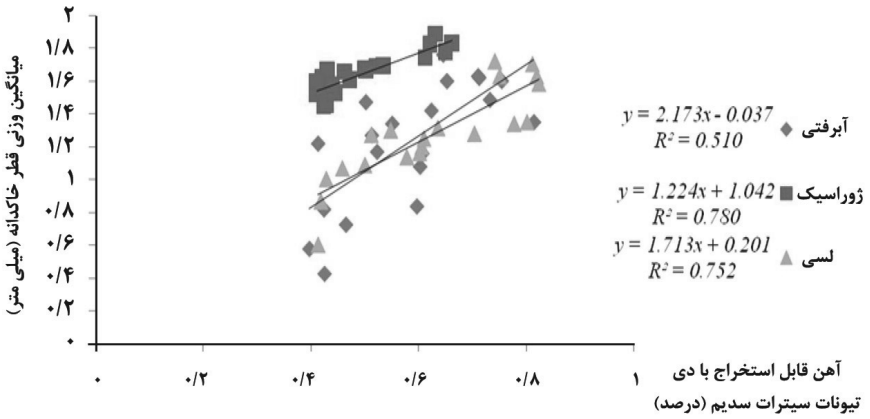
آهن خاک نقش مثبتی در پایداری ساختمان خاک دارد. در حالی‌که درصد کربنات کلسیم خاک فقط در سازندهای لسی و ژوراسیک اثر موثری در پایداری ساختمان خاک ایفاء می‌کند. در مقابل با توجه به شرایط تشکیل سازند آبرفتی درصد بالای کربنات کلسیم نقش مثبتی در پایداری خاک ندارد.



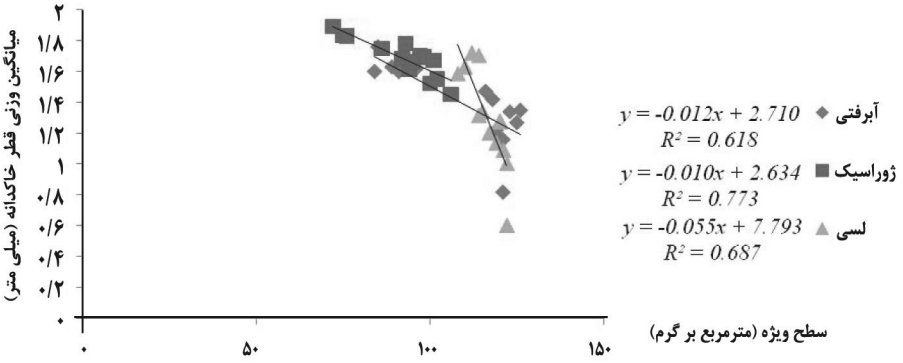
شکل ۷- رابطه خطی درصد رس خاک با میانگین وزنی قطر خاکدانه در سازندهای لسی و ژوراسیک.



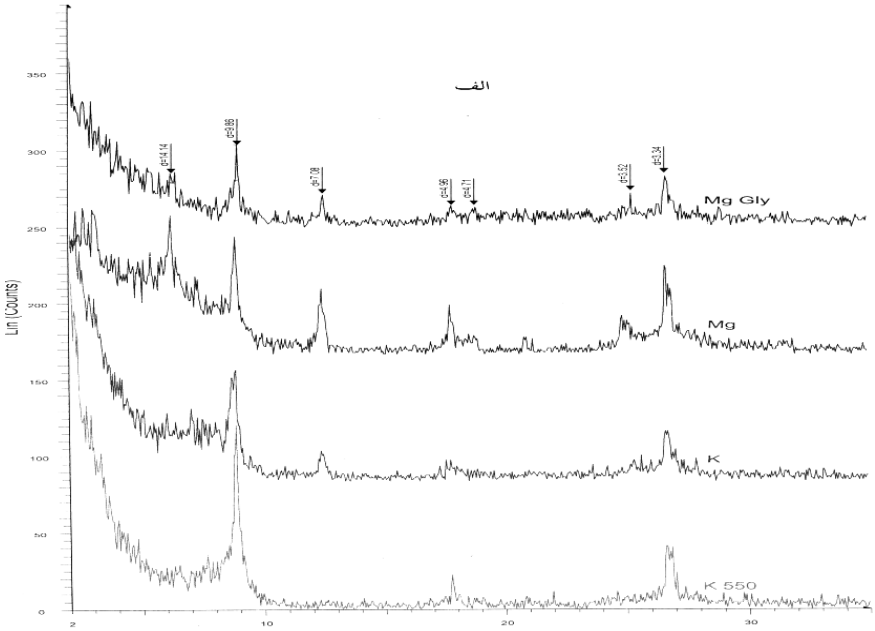
شکل ۸- رابطه خطی درصدکربنات کلسیم خاک با میانگین وزنی قطر خاکدانه در سازندهای زمین شناسی.



شکل ۹- رابطه خطی درصد آهن قابل استخراج با دی تیونات سیترات سدیم با میانگین وزنی قطر خاکدانه در سازندهای زمین‌شناسی.

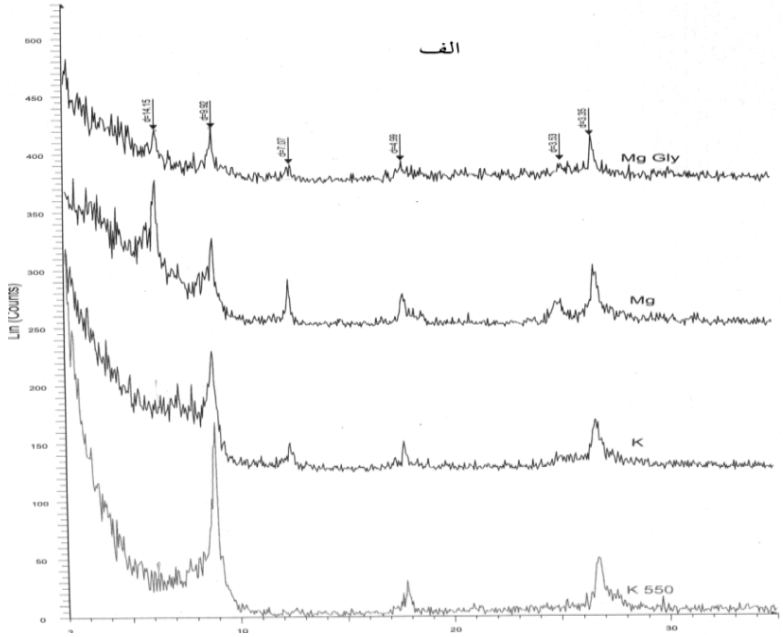


شکل۱۰- رابطه خطی سطح ویژه خاک با میانگین وزنی قطر خاکدانه در سازندهای زمین‌شناسی.



شکل ۱۱- نتایج پرتونگاری خاک‌های سازند ژوراسیک.

شکل ۱۲- نتایج پرتونگاری خاک‌های سازند لسی.



شکل۱۳- نتایج پرتونگاری خاک‌های سازندآبرفتی.

نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق بررسی نقش عوامل کنترل‌کننده پایداری خاکدانه در سطوحی از جنگل شصت کلاته در خاک‌های حاصل از سه سازند زمین شناسی متفاوت و میزان پایداری خاک های مورد مطالعه برای مطالعات فرسایش خاک بود. نتایج این تحقیق نشان داد نوع سازند زمین‌شناسی منطقه در کنار اینکه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اثر گذار است. بر روند تغییرات پایداری خاکدانه و در تعیین نوع فاکتورهای خاکی موثر در فرآیند خاکدانه‌سازی نقش دارد. وجود مواد مادری آهکی و همچنین بافت رسی در سازند ژوراسیک سبب افزایش پایداری ساختمان خاک و در سازند لسی حضور کربنات کلسیم و آهن خاک سبب پایداری ساختمان خاک شده‌است. در سازند آبرفتی کربنات کلسیم نقش منفی و موادآلی و آهن خاک نقش مثبتی در افزایش پایداری ساختمان خاک بازی می‌کند. با توجه به نتایج حاصل بیشترین پایداری ساختمان خاک متعلق به سازند ژوراسیک است و مهمترین فاکتور خاکی موثر در پایداری خاکدانه در دو سازند ژوراسیک و لسی درصد کربنات کلسیم خاک و در سازند آبرفتی درصد آهن خاک است. از نتایج چنین بر می‌آید که پیچیدگی فرایند پایداری در

خاکدانه های خاک در شرایط مختلف مورد مطالعه دشواریهایی را در زمینه مطالعه و کنترل فرسایش از طریق افزایش پایداری در منطقه ایجاد می نماید. به نظر می رسد مطالعات بیشتر در ارتباط با شناخت فرایندهای شیمیایی مرتبط، نقش اجزاء و ترکیبات مواد الی و تعیین سهم پایداری خاکدانه در میزان فرسایش پذیری این خاک ها بتواند در تکمیل نتایج بدست امده در این مطالعه مفید واقع گردد.

منابع

1.Bayborde, M. 1993. Principles of soil physics. Tehran University Press. 130 p. (In persian).

2.Alekseeva, T., Sokolowska, Z., Hajnos, M., Alekseev, A. and Kalinin, P. 2009. Water Stability of Aggregates in Subtropical and Tropical Soils (Georgia and China) and Its Relationships with the Mineralogy and Chemical Properties. Eurasian Soil Science , 42: 415-425.

3.Amezketa, E., Arguos, R., Carranza, R. and Urgel, B. 2003. Macro and micro aggregate stability of soils determined by a combination of wet seving and laser-ray differection. Spanish Journal of Agriculture Research, 4 (1): 83-94.

4.Barthès, B., Kouakoua, E., Larré-Larrouy, M.-C., Razafimbelo, T., de Luca, E. and Azontonde, A. 2008. Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. Geoderma , 143: 14-25.

5.Black, C.A. 1965. Methods of Soil analysis. Part 2. Ame. Socity of Agronomy Inc., Publisher Misson, wilconsin, USA, 9: 1372-1376.

6.Boujila, A. and Gallai, T. 2008. Soil organic carbon fraction and aggregate stability in carbonated and no carbonated soils ib Tunisia. Journal of Agronomy, 7: 127-137.

7.Boul, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C. and McDaniel, P.A. 2003. Soil Genesis and Classification. 5nd ed., Iowa State Press. 360 p.

7.Brady, N.C. 1990. The Nature and Properties of Soils, 10nd ed., McMillan Publishing Company, 621 p.

8.Celik, I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83: 270-277.

9.Cerda, A. 1996. Soil aggregate stability in three Mediterranean environments. Soil Technology, 9: l 33-140.

10.Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size distribution. P. 384-411. In: Klute, A. (ed.), Methods of Soil analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd edition, Agron. Monog. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

11.Jackson, M.L. 1975. Soil Chemical analysis. Advanced Course. University of Wisconsin, College of Agriculture, Dept. of Soils, Madison, Wisconsin, USA.

12.Kemper, W.D. and Koch, E.J., 1966. Aggregate stability of soils from western United States and Canada. Colorado Agriculture. Exp. Stn. Bull. 1355: 1-52.
13.Kemper, W.D. and Rosenau, K. 1986. Size distribution of aggregates. Pp: 425-442. In: Klute, A. (ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1. ASA, Madison, WI.
14.Levy, G.J. Goldstein, G. and Mamedov, A.I. 2005. Saturated Hydraulic Conductivity of Semiarid Soils: Combined Effects of Salinity, Sodicity, and Rate of Wetting. Soil Science Society of America , 69: 653-662.
15.Mbagwu, J. 2003. Aggregate Stability and Soil Degradation in the Tropics. Geoderma, 3-21.
16.Mbagwu, J., and Bazzoffi, P. 1998. Soil characteristics related to resistance of breakdown of dry soil aggregates by water-drops. Soil & Tillage Research, 45: 133–145.
17.Owliaie, H., Abtahi, A. and Heck, R. 2006. Pedogenesis and clay mineralogical investigation of soils formed on gypsiferous and calcareous materials, on a transect, southwestern Iran. Geoderma , 134: 62– 81.
18.Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., Agron. Monog. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
19.Seta, A. and Karathanasis, A. 1996. Water dispersible colloids and factors influencing their dispersibility from soil aggregates. Geoderma , 74: 255-266.
20.Shao-Shan, A., Yi-Mei, H., Fen-Li, Z., and Jian-Guo, Y. 2008. Aggregate Characteristics During Natural Revegetation on the Loess Plateau. Soil Science Society of China, 18(6): 809-816.
21.Six, J., Conant, R., Paul, E., and Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. Plant and Soil , 241, 155-176.

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 1(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Effect of soil properties with different parent materials on aggregate stability: in Shastkola watershed, Golestan province

***S. Etminan[1], F. Kiani[2], F. Khormali[3] and H. Habashi[4]**

[1]Former M.Sc. student, Dept. of Soil Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciecnes and Natural Resources, [2]Assistant Professor, Dept. of Soil Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Professor, Dept. of Soil Sciences, Gorgan Unviversity of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Assistant Professor, Dept. of Forestry and Forest Ecology, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources Gorgan
Received: 2011-4-30; Accepted: 2011-10-31

Abstract

Soil sensitivity to structure destruction trends is an important criterion to determine the agronomic ability of a soil. This sensitivity is characterized by the concept of physical structure stability which in spite of structure destruction factors effect, shows the ability of structural component stability. The objective of this research were to investigate the factors affecting soil aggregate stability in an extensive area of Shastkalateh forest in soils originated from three different geological parent materials and also to determine the aggregate stability in order to study erosion Soil. Using the Geology and Topographic maps therefore 20 points were selected as mixture and completely random design and sampling was carried out from 0-20 cm depth. Mean weight diameter was determined by wet sieving method. Physical properties such as soil texture and chemical properties including organic matter, calcium carbonates and Iron oxides were measured and linear and multiple regressions with stepwise method was performed to analyse the results. The results showed that Zhorasic parent material has the highest aggregate stability. Carbonate calcium Content (R^2=0.67), iron (R^2=0.78) and soil CEC of are the most effective factors on soil structure stability in Zhorasic parent material. Carbonate calcium content (R^2=0.78), iron (R^2=0.72) in Loess structure aggregate and organic matter content and iron (R^2=0.5) in alluvial pareat material play the most important roles in stability.

***Keywords*:** Soil structure; Aggregate stability; Parent material; Shastkalate; Golestan.

* Corresponding Authors; Email: etminan.samane@gmail.com