دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

ارتباط موقعیت شیب و نوع کاربری در شیب تپه‌های دارای فرسایش سیلان گل با ضریب فعالیت خاک و حدود آتربرگ

ریحانه نژاد اسدی[۱]، علی اصغر بسالت‌پور[۲] و حسین شیرانی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان (نویسنده مسوول: r_nejadasadi@yahoo.com)
۲- مؤسسه مدیریت منابع، برلین، آلمان
۳- استاد گروه علوم خاک، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۱۹

چکیده

فرسایش سیلان گل یک معضل فراگیر همراه با پیامدهای ناگوار برای اکوسیستم‌های طبیعی در بیشتر نقاط دنیا محسوب می‌شود که از عوامل اصلی ایجاد آن، وقوع بارش‌های سنگین، ذوب برف و یخ و طغیان آب رودخانه‌ها است. در این پژوهش اهمیت موقعیت شیب و نوع کاربری بر وقوع فرسایش سیلان گل در شیب تپه‌هایی با سه کاربری گوناگون بررسی شد. برای این منظور، سه شیب تپه با شرایط مشابه در کاربری‌ها انتخاب و سه نیمرخ به ترتیب در بالای شیب تپه (بیش‌ترین احتمال وقوع فرسایش سیلان گل)، میانه شیب‌تپه (احتمال وقوع فرسایش سیلان گل متوسط) و انتهای شیب‌تپه (کم‌ترین احتمال وقوع فرسایش سیلان گل) حفر شد. نمونه‌برداری از دو لایه‌ی سطحی و زیر سطحی در هر نیمرخ انجام گردید و برخی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک تعیین شد. نتایج نشان داد که در کاربری جنگل، بیشترین حد روانی در میانه‌ی شیب می‌باشد که در دو لایه مورد مطالعه به ترتیب ۲۸/٦٤ و ۲۵/۹۰ درصد بود ولی در کاربری مرتع، بیشترین میزان این حدود به ترتیب ۳۷/۰۷ و ۳۳/۹٤ درصد و مربوط به بالای شیب بود. نوع کاربری با پارامترهای ماده‌ی آلی، آهک، رس، رطوبت اشباع، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری در سطح ۹۹ درصد و با پارامترهای درصد شن، شاخص فعالیت خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و نسبت مقدار (درصد) ماده آلی به مقدار (درصد) رس در سطح ۹۵ درصد ارتباط معنی‌دار و با پارامترهای سیلت و نسبت مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی به مقدار (درصد) رس فاقد ارتباط معنی‌دار بود. همچنین کاربری مرتع تخریب‌شده با میانگین ۱٦/٦ درصد رس و ٤۷/۳۷ درصد سیلت، بیشترین میزان رس و سیلت و کمترین شاخص فعالیت خاک (۰/۳٦) را دارا بود. نتایج این پژوهش نشان داد که هم اکنون، کاربری‌های تخریب‌شده به دلیل بالا بودن مواد ریزدانه و درصد رطوبت اشباع و همچنین فقیر بودن پوشش سطح خاک، مساعدترین شرایط را برای وقوع فرسایش سیلان گل دارند.

واژه‌های کلیدی: حد روانی، شاخص خمیری، نسبت ظرفیت تبادل کاتیونی به رس، نسبت ماده‌ی آلی به رس

مقدمه

خاک از اجزاء مهم محیط زیست محسوب می‌شود که علاوه بر این‌که محل زیست انسان و جانوران خشکی‌زی می‌باشد، محیط منحصر به فردی برای زندگی موجودات گوناگون دیگر هم‌چون گیاهان به شمار می‌آید (۵). امروزه فرسایش خاک (جداشدن ذرات خاک از بستر نخستین خود و انتقال آن به محل دیگر توسط آب یا باد) به عنوان خطری برای سلامت انسان و سایر موجودات زنده محسوب می‌شود و در مناطقی که کنترل نمی‌شود نه‌تنها سبب وارد شدن خسارت‌های جبران‌ناپذیر به اراضی منابع طبیعی و کشاورزی می‌شود، بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، دریاچه سدها و بنادر سبب کاهش ظرفیت آب‌گیری آن‌ها و بنابراین زیان‌های فراوان می‌شود (۲۴).

فرسایش یکی از عواملی است که نقش بسیار مهمی در ایجاد فقر غذایی و کاهش توان تولیدی خاک دارد. این پدیده امروزه به عنوان عامل اساسی منفی در فرایند تولید کشاورزی محسوب می شود، اگرچه علی‌رغم پیشرفت فناوری، اثرات واقعی فرسایش برای کشاورزان ناملموس است اما به تدریج و طی فرایندی تخریبی، مواد غذایی خاک را کاهش داده و منجر به کاهش تولید محصولات کشاورزی می‌شود (۱۰،۲۴).

میزان فرسایش به فرسایش‌پذیری خاک بستگی دارد. براساس مطالعات انجام‌شده سازندهای مارنی به دلیل داشتن ترکیبات خاص و مقاومت کم در مقابل فرسایش، نسبت به سازندهای دیگر به فرسایش حساس‌ترند به گونه‌ای که بیش‌ترین میزان تولید رسوب حوزه‌های آبخیز را به خود اختصاص می‌دهند (۱۴). همچنین تشکیلات مارنی فاقد پوشش گیاهی‌اند زیرا پوشش گیاهی بر این تشکیلات مستقر نمی شود. برحسب ترکیبات کانی‌شناسی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، شرایط اقلیمی و توپوگرافی اشکال گوناگون فرسایش بر روی مارن‌ها تشکیل می‌شود که از عمده‌ترین اشکال فرسایش این نوع سازندها می‌توان به فرسایش شیاری، خندقی، هزاردره و توده‌ای اشاره کرد (۲).

با وقوع بارندگی، انواع گوناگونی از فرسایش ممکن است رخ دهد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها فرسایش توده‌ای است. فرسایش توده‌ای خود به چهار شکل گوناگون رخ می‌دهد که فرسایش سیلان‌گل یا خمیری‌شکل[1] از مهم‌ترین انواع آن می‌باشد. عوامل اصلی ایجاد سیلان‌گل، وقوع بارش‌های سنگین، ذوب شدید برف و یخ و طغیان آب رودخانه‌ها می‌باشد. عوامل طبیعی موثر بر وقوع سیلان‌گل نیز شامل عوامل آب و هوایی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، خاک و پوشش گیاهی می‌باشند که در ایجاد جریان‌های گل، دوام و شدت بارش نقش اصلی را ایفا می‌کنند. در حقیقت سیلان‌گل در نتیجه روابط متقابل بین آب و ذرات با پیوستگی کم در شیب‌های تند بوجود می آید. در این نوع فرسایش، آب با خاک و مواد درشت‌تر در اثر باران یا ذوب برف ها به صورت گل درآمده و به کندی به طرف پایین شیب حرکت می‌کند و حرکت آن، بیش از آن‌که در اثر لغزش یا ریزش به طرف پایین باشد تحت تأثیر حرکت بین ذرات است. به دیگر سخن،

1- Mudflow Erosion

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

حرکت توده‌ای خاک در اثر جابجایی ذرات شکل می‌گیرد (۱۲).

از خصوصیات مکانیکی خاک که با استحکام و مقاومت خاک در مقابل فرسایش به ویژه فرسایش سیلان گل ارتباط دارد، حدود آتربرگ خاک می‌باشد. این حدود شامل حد روانی[1]، حد پلاستیک[2] و حد انقباض[3] است که پارامترهای مهمی مربوط به ثبات ساختاری خاک هستند و با تأثیر بر پایداری و مقاومت خاکدانه‌ها، مقاومت خاک را به روان‌شدن و جریان‌یافتن نشان می‌دهند (۲۱). میزان رطوبت (برحسب درصد) در نقطه انتقال حالت خاک از جامد به نیمه جامد، حد انقباض، در نقطه انتقال از نیمه جامد به خمیری، حد خمیری و از خمیری به مایع، حد روانی نامیده می شود (۱۹). برای آن‌که خاکی حالت خمیرایی داشته باشد باید برایند نیروهای بین ذرات به اندازه‌ای باشد که ذرات درحالی که به یکدیگر چسبیده‌اند بتوانند برروی هم بلغزند. حدود بالایی و پایینی میزان رطوبت که در آن خاک رفتار خمیری دارد به ترتیب حد روانی و حد خمیری است و تفاضل بین این دو را شاخص خمیرایی می‌نامند (۲۵). حد روانی به میزان و نوع رس خاک نیز بستگی دارد به گونه‌ای که با افزایش درصد رس خاک، حد روانی افزایش قابل توجهی می‌یابد که این در مورد رس‌های بنتونیت و نانو رس دیده شده است (۱۵). ضریب فعالیت یا اکتیویتی خاک (A) نیز نشان‌دهنده‌ی تغییر حجم خاک در اثر تغییر درصد رس است که به نوع رس خاک و نوع کاتیون‌های آن بستگی دارد. درصورتی‌که کاتیون تبادلی خاک سدیم باشد در مقایسه با حالتی که کاتیون تبادلی کلسیم است، ضریب فعالیت بیشتر می‌شود. هرچه ضریب فعالیت خاک بیشتر باشد، تغییر حجم خاک نیز بیشتر خواهد بود (۱۲).

پیش‌بینی زمین لغزش در یک دامنه به منظور تثبیت و کنترل و کاهش خسارات ناشی از آن‌ها نیازمند درک و شناخت صحیح از عوامل موثر و مکانیسم تاثیرگذار در وقوع این پدیده است (۱۸). عوامل متعددی مانند شرایط زمین‌شناسی، شرایط هیدرولوژیکی، وضعیت توپوگرافی، مورفولوژی، آب و هوا و هوازدگی بر پایداری یک دامنه تاثیر گذاشته و می‌توانند باعث ایجاد لغزش شوند (۱۳). توپوگرافی به عنوان یکی از عوامل خاک‌سازی، در قالب جهت و موقعیت شیب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک موثر است. به‌طور کلی جهت شیب از طریق تاثیر برروی رطوبت، دما و فعالیت ریزجانداران خاک، سبب افزایش یا کاهش ماده‌ی آلی خاک در جهت‌های مختلف شیب و باعث ایجاد تفاوت در کیفیت خاک می‌شود. درجات مختلف شیب نیز از طریق انتقال رس‌ها و مواد آلی به قسمت‌های پایین شیب و تغییر در چگالی ظاهری، کیفیت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از جمله خصوصیات دیگری از خاک که در ارتباط با توپوگرافی می‌باشد، عمق نیمرخ خاک، ضخامت و مقدار ماده‌ی آلی افق A، رطوبت نیمرخ خاک و درجه تکامل خاک‌ها می‌باشد (۲۷). در پژوهشی سوادکوهی و حسینی (۲۵) تاثیر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک بر لغزش‌های موجود در جاده‌های جنگلی را بررسی نمودند. نتایج ایشان نشان داد که وقوع فرسایش توده‌ای در اطراف جاده‌های جنگلی ارتباط مستقیمی با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک دارد به طوری که در نواحی با شیب شمالی و با افزایش مواد ریزدانه و رطوبت خاک احتمال وقوع زمین‌لغزش نیز افزایش می‌یابد. آن‌ها بیان کردند که خاک‌های حاوی مواد ریزدانه در نگهداری آب توان بالایی دارند و این امر سبب می‌شود مدت بیشتری در حالت خمیری باقی مانده و به مرور زمان تغییر شکل داده و به حالت روانی تبدیل شوند که این امر سبب تشدید وقوع زمین لغزش می‌شود.

امامی و همکاران (۷) نقش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در وقوع زمین‌لغزش منطقه افسرآباد چهارمحال و بختیاری را بررسی نمودند. آن‌ها به این منظور، شش پروفیل در مرز لغزش و محدوده پایدار (شاهد) روی واریزه‌های دامنه‌های کواترنری حفر کردند و آزمایش های فیزیکی نظیر جرم مخصوص ظاهری و حقیقی، رطوبت اشباع، بافت و آزمایشات شیمیایی شامل مواد آلی، آهک، گچ و کاتیون‌های محلول انجام شد .نتایج آن‌ها نشان داد که کلاس بافت خاک در هر دو تیمار غالباً لومی رسی سیلتی می‌باشد و همچنین تفاوت معنی‌داری بین مقادیر رس، ماده‌ی آلی، سیلت، هدایت الکتریکی و عناصر کلسیم و منیزیم بین نمونه‌های شاهد و لغزش‌یافته وجود دارد.

ملکی و همکاران (۱۶) طی پژوهشی، اثر جهت و موقعیت شیب بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در اراضی لسی شیب‌دار، در منطقه‌ی توشین استان گلستان بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند مقدار رس در موقعیت پنجه‌ی شیب نسبت به سایر موقعیت‌ها مقدار بیشتری دارد که این امر نشان‌دهنده‌ی انتقال انتخابی ذرات ریزتر خاک در اثر فرسایش آبی از منطقه‌ی بالادست و تجمع آن در این ناحیه می‌باشد.

ادهیکاری و همکاران (۱) با بررسی ویژگی‌های توپوگرافی و کربن آلی به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار کربن مربوط به اراضی مسطح و پست می‌باشد و کاربری اراضی نیز یک عامل مهم می‌باشد. ایوبی و همکاران (۴) نیز نشان دادند که بین کاربری‌ها و شیب‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری در میزان ذخیره کل کربن آلی خاک وجود داشته به طوری که بیشترین کربن آلی در موقعیت اراضی پست کاربری جنگل و کمترین مقدار آن مربوط به اراضی کشت دیم با شیب ۳۰-۱۰ درصد است. میرزایی و همکاران (۱۷) نیز در شبیه‌سازی رسوب معلق رودخانه و بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی بر آن در حوزه آبخیز گل گل مشاهده نمودند که تغییر کاربری از جنگل به اراضی دیم تاثیر معنی‌داری بر میزان فرسایش و تولید رسوب خاک داشته و سبب افزایش نرخ رسوب‌زایی شده است که علت آن را می‌توان تخریب جنگل‌ها به منظور کشاورزی دیم دانست، افزایش حساسیت این زمین‌ها در برابر زمین لغزه‌ها را می‌توان خاطر نشان نمود که خود می‌تواند اثرغیر مستقیم تغییر کاربری زمین در میزان تولید رسوب باشد.

اگرچه تا کنون مطالعات گوناگونی در زمینه ارتباط ویژگی‌های خاک با خصوصیات مکانیکی آن انجام شده است، لیکن پژوهش‌های محدودی در ارتباط با تعیین اثرات موقعیت شیب و نوع کاربری زمین بر این ویژگی‌ها به ویژه ضریب

1- Liquid Limit 2- Plastic Limit 3- Shrinkage Limit

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

فعالیت خاک و حدود آتربرگ در اراضی دارای فرسایش خمیری دیده شده است. بنابراین باتوجه به تاثیرپذیری این ویژگی‌ها از شیب و نوع کاربری، این پژوهش با هدف اصلی بررسی اثر موقعیت شیب و نوع کاربری و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاک در شیب تپه‌های دارای کاربری گوناگون و فرسایش سیلان گل انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه، شامل سه شیب‌تپه در سه کاربری جنگل، مرتع و مرتع تخریب‌شده در حوزه‌ی آبخیز شهرستان رابر استان کرمان می‌باشد. این منطقه مستعد وقوع انواع فرسایش، به‌خصوص فرسایش توده‌ای می‌باشد. این حوزه آبخیز دارای مساحتی بالغ بر ۲۵۰ هزار هکتار بوده و در جنوب شرقی کشور واقع شده است. خاک‌های موجود در این منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک و اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد که گروه هیدرولوژیکی غالب آن‌ها C است، اگرچه در برخی مناطق خاک‌های با گروه هیدرولوژیکی AD نیز دیده می‌شود. متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد که در برخی از بخش‌های این منطقه به بیش از ۴۰۰ میلی‌متر نیز می‌رسد.

سازند غالب این منطقه، سازند قرمز بالایی است که ماهیت مارنی دارد. کاربری جنگل دارای ۱۷ درصد پوشش درختی شامل گونه‌ی غالب بادام کوهی[۲]، بنه[۳] و کیکوم[۴] و ۳۷ درصد مرتعی شامل گونه‌های گون[۵] و درمنه[۶] و همچنین ۱۸ درصد سنگریزه سطحی می‌باشد. کاربری مرتع شامل ۸۰ درصد پوشش مرتعی شامل گونه‌های گون، درمنه، پیچک[۷] و کنگر[۸] و همچنین دارای ۱۵ درصد سنگریزه سطحی می‌باشد. کاربری مرتع تخریب‌شده شامل ۱۵ درصد پوشش مرتعی با گونه‌ی غالب درمنه و دارای ۲ درصد سنگریزه‌ی سطحی می‌باشد که شواهدی بسیاری از وقوع فرسایش‌های شیاری و توده‌ای در آن دیده می‌شود. سه منطقه مورد نظر به گونه‌ای انتخاب شدند که از نظر زمین‌شناسی و توپوگرافی مشابه باشند (شکل ۱).

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی

به‌منظور تعیین و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه‌ی مورد مطالعه، نمونه‌برداری خاک با استفاده از حفر خاکرخ انجام شد. برای این منظور سه خاکرخ در شیب‌تپه‌ی دارای فرسایش سیلان گل و پوشش گیاهی خوب جنگلی، سه خاکرخ در شیب‌تپه‌ی دارای فرسایش سیلان گل و پوشش گیاهی مرتع و سه خاکرخ نیز در شیب‌تپه‌ی با فرسایش سیلان گل و پوشش مرتع تخریب‌شده حفر گردید. خاکرخ‌ها در بالای شیب‌تپه[۹] با فرسایش زیاد، وسط شیب‌تپه[۱۰] با فرسایش متوسط و انتهای شیب‌تپه[۱۱] با فرسایش کم (۲۸) حفر گردید (شکل ۳-۱). پس از تعیین افق‌های خاک، نمونه‌برداری از افق اول و دوم هر خاکرخ صورت گرفت. جدول ۱ ضخامت افق‌ها را در هر موقعیت از شیب و در هر کاربری نشان می‌دهد.

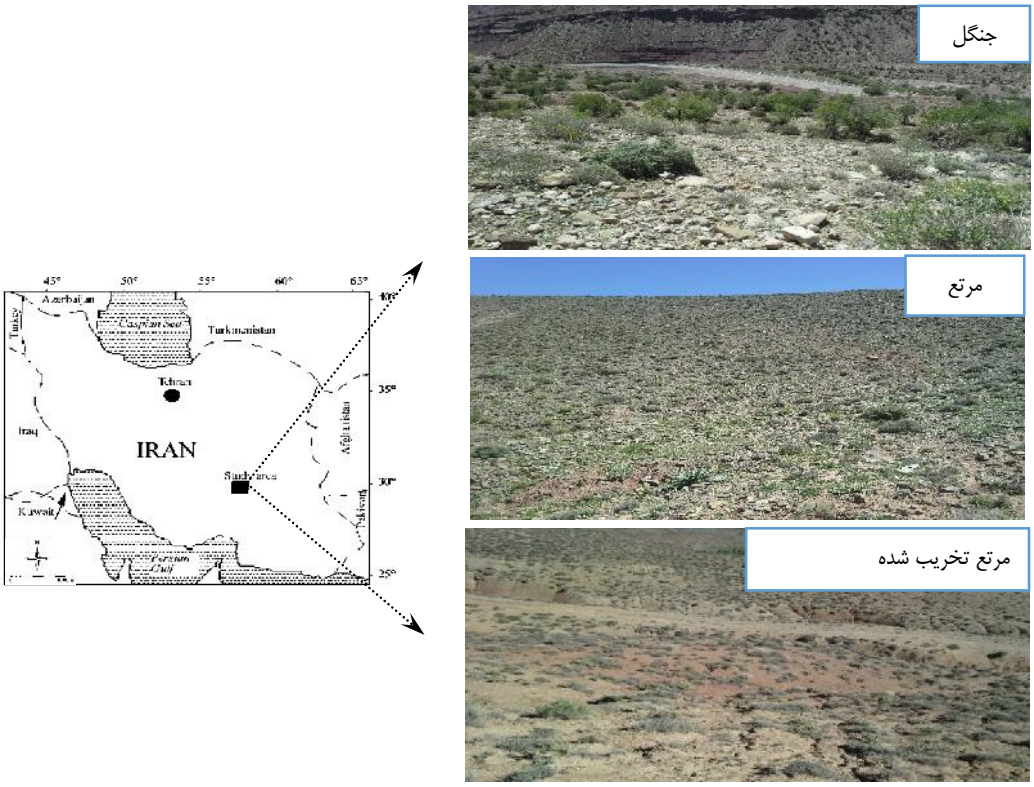
نمونه‌های خاک پس از هوا خشک کردن و عبور آن‌ها از الک ۲ میلی‌متری، به آزمایشگاه منتقل و ویژگی‌هایی هم‌چون دانه‌بندی خاک (رس، سیلت و شن)، ماده‌آلی‌کل، آهک، حدود آتربرگ، رطوبت اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، اندازه گیری و شاخص فعالیت‌خاک، نسبت CEC/Clay و OM/Clay در آن‌ها در سه تکرار محاسبه شد.

اندازه‌گیری ماده‌ی آلی کل خاک به روش و الکلی-بلک[۱۲] (۲۹) و برای تعیین بافت خاک از روش پیپت استفاده شد (۶). میزان آهک خاک نیز با روش تیتراسیون معکوس اندازه‌گیری شد (۲۰). برای اندازه‌گیری CEC خاک نیز ۵ گرم از نمونه خاک توزین و در ۴ مرحله استات سدیم در pH= ۸/۲ به آن اضافه شد و سپس به منظور کاهش EC در چند مرحله با الکل شستشو داده و پس از اضافه نمودن استات آمونیوم با pH= ۷، عصاره‌ها جمع‌آوری و در نهایت غلظت سدیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد (۶). حدروانی توسط دستگاه کاساگراند و حد خمیری نیز به روش فتیله نواری تعیین شد (۲۱).

برای تعیین رطوبت اشباع، ابتدا ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ۵۰ گرم از نمونه خاک اضافه شد و پس از گذشت یک هفته، آب رویی را خارج کرده و مقداری از رسوب اشباع را برداشته و داخل آون گذاشته و رطوبت آن به صورت وزنی محاسبه شد (۲۸). شاخص خمیری از تفاوت حد روانی و حد خمیری حاصل شد. ضریب فعالیت خاک نیز از تقسیم‌کردن شاخص خمیری به درصد رس به‌دست آمد.

1- Adhikari
2- Amygdalus scoparia
3- Pistacia atlantica
4- Acer monspessulanum
5- Astragalus spp
6- Artemisia
7- Convolvulus arvensis
8- Cirsium vulgare
9- Shoulder
10- Backslope
11- Footslope
12- Walkley and Black

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]



شکل ۱- نمایی از شیب‌تپه‌های مورد مطالعه در سه کاربری جنگل (طول جغرافیایی "۶ '۴ °۵۷ و عرض جغرافیایی "۵۰ '۵۵ °۲۹)، مرتع (طول جغرافیایی "۵۸ '۳ °۵۷ و عرض جغرافیایی "۹ '۱۶ °۲۹) و مرتع تخریب‌شده (طول جغرافیایی "۷ '۵۹ °۵۶ و عرض جغرافیایی "۱۳ '۱۵ °۲۹).

Figure 1. A view of the studied hill slopes in three land use, forest (longitude 57° 4' 6" and latitude 29° 55' 50"), pasture (longitude 57° 3' 58" and latitude 29° 16' 9"), and Degraded pasture (longitude 56° 59' 7" and latitude 29° 15' 13").

جدول ۱- مشخصات لایه‌های خاک

Table 1. Specifications of soil layers

موقعیت شیب	عمق (cm)	کاربری
بالای شیب	۰-۱۲	جنگل
	۱۲-۳۰	
میانه‌ی شیب	۰-۱۰	
	۱۰-۴۰	
پایین شیب	۰-۲۰	
	۲۰-۴۵	
بالای شیب	۰-۳۰	مرتع
	۳۰-۶۰	
میانه‌ی شیب	۰-۱۵	
	۱۵-۴۰	
پایین شیب	۰-۱۰	
	۱۰-۳۰	
بالای شیب	۰-۲۰	مرتع تخریب‌شده
	۲۰-۵۰	
میانه‌ی شیب	۰-۱۴	
	۱۴-۳۵	
پایین شیب	۰-۱۰	
	۱۰-۴۰	

تجزیه و تحلیل آماری

پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک، آماده‌سازی داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری در محیط نرم‌افزار SAS انجام گردید و برای تجزیه واریانس‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

نتایج و بحث

توصیف آماری ویژگی‌های خاک

جدول ۲ توصیف آماری ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک شیب‌تپه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه در سه کاربری گوناگون را نشان می‌دهد. بر اساس توزیع اندازه‌ی ذرات خاک، بافت غالب خاک در شیب‌تپه مربوط به کاربری جنگل و مرتع شامل لوم، لوم سیلتی و لوم شنی و در کاربری مرتع تخریب‌شده شامل لوم، لوم سیلتی، لوم شنی و لوم رسی سیلتی بود. در هر سه شیب تپه مورد مطالعه به نظر می‌رسد که به سبب وجود مقدار سیلت زیاد، فرسایش‌پذیری خاک قابل توجه باشد. کاربری جنگل با میانگین۱/۱۴ درصد بالاترین میزان ماده‌ی آلی را داشت اما در دوکاربری دیگر، میزان آن اندک و زیر یک درصد بود. میزان کربنات کلسیم معادل (آهک) در کاربری جنگل بین ۱۶ تا ۲۵ درصد، در کاربری مرتع بین ۲۱ تا ۴۵ درصد و در کاربری مرتع تخریب‌شده بین ۱۴ تا ۳۲ درصد متفاوت بود. همچنین میزان رطوبت اشباع در دو کاربری مرتع و مرتع تخریب‌شده تفاوت چندانی نداشت و در محدوده‌ی ۳۵ تا ۷۰ درصد بود ولی با کاربری جنگل متفاوت بودند. کاربری مرتع تخریب‌شده دارای بالاترین میانگین رطوبت اشباع بود که دلیل آن بالا بودن مقادیر رس نسبت به دو کاربری دیگر است.

کمترین حد خمیری و روانی مربوط به کاربری جنگل است و میزان آن در دو کاربری دیگر بالاتر بوده، که دلیل آن بالاتر بودن درصد رس و آهک در این دو کاربری است. بیشترین شاخص فعالیت خاک مربوط به کاربری مرتع بود چراکه شاخص خمیری در این کاربری نیز نسبت به کاربری‌های دیگر بالاتر بود. بیشترین میزان نسبت ماده‌ی آلی به درصد رس (OM/Clay) در کاربری مرتع مشاهده شد و کمترین میزان آن در کاربری مرتع تخریب‌شده بود که دلیل آن بالا بودن درصد رس در این کاربری نسبت به دو کاربری دیگر است. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) نیز در هر سه کاربری پایین بود که نشان دهنده‌ی پایین بودن میزان رس و همچنین وجود رس‌های با فعالیت پایین در منطقه‌ی مورد مطالعه است به گونه ای که بیشترین میزان آن ۱۸ سانتی مول (+) بر کیلوگرم خاک بوده که در کاربری مرتع تخریب‌شده مشاهده شد که به نظر می‌رسد به دلیل بالاتر بودن مقدار رس در این کاربری و به تبع آن کمترین میزان نسبت ظرفیت تبادل کاتیونی به درصد رس نیز در این کاربری باشد.

جدول ۲- خلاصه‌ی آماری ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک شیب تپه‌های مورد مطالعه در کاربری‌های گوناگون

Table 2. Data of physical, mechanical and chemical soil properties in studied hill slopes in various land use

پارامتر	بیشینه	کمینه	میانگین	چولگی	انحراف معیار	کاربری
ماده‌ی آلی (درصد)	۳/۱۱۰	۰/۰۸۷	۱/۱۴۹	۰/۵۲۴	۰/۹۳۲	
آهک (درصد)	۲۵/۷۵	۱۶/۷۵	۲۲/۵۸۳	-۰/۷۸۳	۳/۰۶	
شن (درصد)	۷۳/۶۰۰	۲۶/۴۰۰	۴۴/۰۰۰	۱/۱۹۸	۱۴/۴۷۸	
رس (درصد)	۱۸/۴۰۰	۸/۸۰۰	۱۲/۲۸۹	۰/۷۷۹	۳/۰۱۸	
سیلت (درصد)	۶۲/۸۰۰	۱۶/۸۰۰	۴۳/۷۱۱	-۰/۸۴۲	۱۳/۹۸۷	
رطوبت اشباع (درصد)	۵۶/۱۰۶	۳۵/۲۲۱	۴۵/۲۰۱	۰/۰۹۷	۵/۹۲۱	جنگل
حد روانی (درصد)	۳۰/۶۳۲	۱۹/۸۱۰	۲۵/۶۹۹	-۰/۴۱۳	۳/۳۰۸	
حد خمیری (درصد)	۲۸/۱۲۱	۱۹/۰۲۳	۲۳/۷۰۳	-۰/۱۵۷	۲/۶۲۳	
شاخص خمیری	۳/۵۷۱	۰/۱۳۷	۱/۹۹۶	-۰/۳۰۸	۰/۹۳۶	
شاخص فعالیت خاک	۰/۳۴۱	۰/۰۱۴	۰/۱۷۱	۰/۳۹۱	۰/۰۹۶	
OM/Clay	۰/۲۳۰	۰/۰۰۵	۰/۰۹۸	۰/۳۶۵	۰/۰۷۷	
CEC(cmol+/kg)	۱۲/۳۵	۵/۳۶۵	۷/۸۶۹	۰/۷۸۱	۲/۰۶۳	
CEC/Clay	۰/۸۴۵	۰/۵۰۷	۰/۶۴۷	۰/۳۶۵	۰/۱۱۶	
ماده‌ی آلی (درصد)	۱/۸۳۱	۰/۱۱۰	۰/۹۶۰	-۰/۳۵۳	۰/۵۹۷	
آهک (درصد)	۴۵/۹۱۷	۲۱/۲۵	۳۰/۹۹۷	۰/۶۲۹	۹/۴۰۴	
شن (درصد)	۶۶/۴۰۰	۱۷/۶۰۰	۴۰/۵۱۱	-۰/۲۲۳	۱۶/۰۷۲	
رس (درصد)	۲۴/۸۰۰	۲/۴۰۰	۱۳/۱۰۴	۰/۴۰۷	۷/۵۵۴	
سیلت (درصد)	۶۴/۸۰۰	۲۶/۴۰۰	۴۶/۳۹۶	-۰/۰۹۴	۱۰/۷۶۷	
رطوبت اشباع (درصد)	۶۵/۳۵۹	۳۴/۷۰۷	۵۰/۷۶۰	-۰/۲۸۸	۹/۶۳۵	مرتع
حد روانی (درصد)	۴۱/۷۵۷	۲۴/۳۱۱	۳۲/۳۶۲	۰/۱۰۱	۵/۰۷۱	
حد خمیری (درصد)	۳۷/۲۹۱	۲۱/۴۶۶	۲۷/۹۸۵	۰/۴۳۱	۵/۳۱۰	
شاخص خمیری	۹/۰۰۶	۰/۵۷۳	۴/۳۷۶	۰/۰۸۶	۲/۱۴۴	
شاخص فعالیت خاک	۲/۲۸۷	۰/۰۴۲	۰/۵۰۳	۲/۴۸۲	۰/۵۴۴	
OM/Clay	۰/۶۲۵	۰/۰۰۹	۰/۱۱۸	۲/۶۹۳	۰/۱۴۶	
CEC (cmol+/kg)	۱۵/۱۴۷	۳/۳۶۵	۷/۹۹۲	۰/۵	۳/۷۵۲	
CEC/Clay	۱/۴۳۷	۰/۵۱۳	۰/۶۶۷	۲/۶۹۳	۰/۲۱۹	
ماده‌ی آلی (درصد)	۱/۲۶۳	۰/۲۳۶	۰/۴۷۶	۲/۱۳۲	۰/۲۵۵	
آهک (درصد)	۳۲/۷۵۰	۱۴	۲۴/۹۷۲	-۰/۱۷۰	۵/۶۷	
شن (درصد)	۷۲/۸۰۰	۷/۲۰۰	۳۵/۹۳۳	۰/۳۰۵	۲۱/۴۰۳	
رس (درصد)	۳۵/۲۰۰	۳/۲۰۰	۱۶/۶۹۳	۰/۵۹۳	۱۱/۵۹۲	
سیلت (درصد)	۶۵/۶۰۰	۲۲/۴۰۰	۴۷/۳۷۳	-۰/۷۸۴	۱۳/۰۱۳	
رطوبت اشباع (درصد)	۷۰/۴۵۷	۴۱/۱۴۳	۵۳/۹۰۵	۰/۴۲۵	۸/۷۲۶	مرتع تخریب‌شده
حد روانی (درصد)	۴۵/۰۰۶	۲۷/۴۷۴	۳۳/۹۹۹	۰/۹۴۹	۵/۶۸۴	
حد خمیری (درصد)	۴۲/۰۸۵	۲۳/۰۴۲	۲۹/۷۰۹	۱/۴۲۳	۵/۶۹۸	
شاخص خمیری	۹/۱۷۰	۱/۱۰۴	۴/۲۹۰	۰/۷۷۳	۱/۸۲۰	
شاخص فعالیت خاک	۱/۰۴۰	۰/۱۰۸	۰/۳۶۳	۱/۶۸۱	۰/۲۴۶	
OM/Clay	۰/۱۷۸	۰/۰۰۸	۰/۰۵۲	۱/۵۶۶	۰/۰۵۴	
CEC (cmol+/kg)	۱۸/۰۲۵	۲/۲۸۵	۹/۰۶۱	۰/۶۱۷	۵/۷۸۹	
CEC/Clay	۰/۷۶۶	۰/۵۱۲	۰/۵۷۸	۱/۵۶۶	۰/۰۸۰	

CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی، OM/CLAY: نسبت درصد ماده‌ی آلی به درصد رس، CEC/CLAY: نسبت ظرفیت تبادل کاتیونی به درصد رس.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

اثر موقعیت شیب و کاربری بر ویژگی‌های خاک

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس اثر موقعیت شیب، کاربری و نیز اثر متقابل این دو فاکتور بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، ارتباط پارامترهایی نظیر ماده‌ی آلی، آهک، شن، رس، سیلت، رطوبت اشباع، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری با موقعیت شیب در سطح احتمال ۹۹ درصد و نسبت OM/Clay در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار شده اما پارامترهای شاخص فعالیت خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و نسبت CEC/Clay روابط معنی‌داری با موقعیت شیب نداشتند. در جدول ۴ نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در سه موقعیت شیب تپه در سه کاربری مورد مطالعه نشان داده شده است. همانطور که مشخص است در کاربری جنگل پارامترهای آهک و رطوبت اشباع، تغییرات معنی‌داری از بالای شیب به سمت پایین شیب نداشتند ولی پارامترهای دیگر با تغییر موقعیت شیب مقدار آن‌ها تغییر یافته است.

در این کاربری، شن از بالای شیب به سمت پایین شیب مقدار آن کاهش یافته و بیشترین مقدار آن در بالای شیب بود. مقادیر آن در میانه شیب و پایین شیب به ترتیب ۳۶/۸ و ۳۵/۴ درصد بوده و تفاوت معنی‌داری نداشت ولی مقدار آن در بالای شیب، ۲۳ درصد بیشتر از دو موقعیت دیگر شیب بود. درصد رس نیز در موقعیت پایین شیب ۴ درصد بیشتر از میانه بوده ولی مقدار آن در بالای شیب با دیگر دو موقعیت دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت. این درحالیست که درصد سیلت در دو موقعیت میانه و پایین شیب به ترتیب ۵۲/۸ و ۵۰/۲ بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار نبود ولی درصد آن در موقعیت بالای شیب ۲۳ درصد کمتر از دو موقعیت دیگر شیب بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار بود. این تغییرات در درصد اجزای خاک، نشان‌دهنده‌ی انتقال انتخابی ذرات ریزتر خاک در اثر فرسایش آبی از بالادست و تجمع آن‌ها در میانه و پایین شیب است. رحیمی و ایوبی (۲۳) نیز در پژوهش خود نتایج مشابه‌ای را گزارش نمودند.

مقادیر حد روانی در هر سه موقعیت از شیب تفاوت معنی‌داری داشت و در میانه موقعیت میانه‌ی شیب ۴/۵ درصد بیشتر از دو موقعیت دیگر بوده و بیشترین حد روانی در این موقعیت مشاهده شد. مقادیر حد خمیری نیز در هر سه موقعیت معنی‌دار بوده و میانه‌ی شیب با میزان ۲۵/۹ درصد بیشترین حد خمیری را دارا بود (شکل ۲). دلیل این امر بالا بودن درصد سیلت و پایین بودن درصد شن در این موقعیت شیب بود (جدول ۴ مشاهده شود). به نظر می‌رسد که در این موقعیت شیب نقش سیلت در افزایش حد روانی و خمیری بیشتر از رس بوده است و بالای شیب به‌دلیل پایین بودن حدود روانی و خمیری و همچنین ناپایداری بیشتر این موقعیت از شیب، بیشترین احتمال وقوع حرکت‌های توده‌ای را دارا باشد.

شاخص خمیری در بالا و میانه‌ی شیب به ترتیب ۱/۴ و ۲/۷ بوده و میزان آن در میانه شیب بیشتر بود ولی در پایین شیب ۱/۸۳ بوده و با دو موقعیت دیگر شیب تفاوت معنی‌داری نداشت. شاخص فعالیت خاک در دو موقعیت بالا و پایین شیب به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۱۳ و در میانه‌ی شیب ۰/۲۷ بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر معنی‌دار و بیشترین مقدار آن نیز در همین موقعیت مشاهده شد. دلیل این یافته‌ها پایین بودن درصد رس در این موقعیت شیب است. با توجه به این‌که بیشترین میزان سیلت، حد روانی، حد خمیری، شاخص فعالیت خاک در موقعیت میانه‌ی شیب مشاهده شد و تفاوت آن‌ها با دو موقعیت دیگر شیب معنی‌دار بود می توان چنین استنباط نمود که ذرات ریز دانه از بالای شیب به سمت پایین شیب حرکت نموده و مقدار آن‌ها در میانه شیب افزایش یافته و بنابراین میزان رطوبت اشباع نیز در این موقعیت نسبتا بالاست که احتمال وقوع فرسایش سیلان گل در این موقعیت شیب را افزایش می‌دهد. که با نتایج سوادکوهی و حسینی (۲۵) مطابقت دارد.

در کاربری مرتع همان طور که مشاهده می‌شود موقعیت شیب بر همه‌ی پارامترها موثر بوده است. آهک خاک از بالای شیب به سمت پایین میزان کاهش یافته به طوری که در بالای شیب مقدار آن ۱۷ درصد بیشتر از میانه‌ی شیب و در میانه‌ی شیب ۴ درصد بیشتر از پایین شیب است که به‌دلیل دریافت بیشتر آب در نواحی پایین‌دست شیب بوده و باعث ستشو و انتقال کربنات کلسیم معادل به عمق‌های پایین‌تر اکرخ می‌شود که با نتایج رحیمی و ایوبی (۲۳) و ازتاس و همکاران (۲۲) مطابقت دارد. دلیل بالابودن آهک در این منطقه مارنی بودن سازند منطقه بوده که سازندی غنی از رس و آهک می‌باشد. درصد شن در بالا و پایین شیب به ترتیب ۵۳/۶ و ۴۶/۹ بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار نیست ولی میزان آن در میانه شیب ۲۱ درصد بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر شیب معنی‌دار و کمترین میزان شن در این موقعیت مشاهده شده است. درصد سیلت در هر سه موقعیت متفاوت بوده و میانه‌ی شیب با ۵۶/۲۶ درصد سیلت بیشترین میزان سیلت را به خود اختصاص داده است. درصد رس در دو موقعیت بالا و پایین شیب به ترتیب ۹/۱۱ و ۷/۴۶ بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار نیست ولی در میانه شیب ۲۲/۷۳ درصد بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر شیب معنی‌دار و بیشترین میزان شیب در این موقعیت مشاهده شد. در این کاربری هم انتقال انتخابی ذرات در اثر فرسایش آبی اتفاق افتاده است به طوری که بیشترین میزان مواد ریزدانه و کمترین میزان شن در موقعیت میانه‌ی شیب مشاهده شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) موقعیت شیب و کاربری و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک

Table 3. Analysis of variance (ANOVA) slope position and land use and their interactions on physical, mechanical and chemical soil properties

منابع تغییر	ماده‌ی آلی	آهک	شن	رس	سیلت	رطوبت اشباع	حد روانی	حد خمیری	شاخص خمیری	شاخص فعالیت خاک	OM/CLAY	CEC	CEC/CLAY
اثر موقعیت شیب													
درجه آزادی	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
میانگین مربعات	۱/۱۹۷۴	۴۵۰/۲۶۸۵	۴۱۸۵/۴۶۰۷	۲۷۹/۱۶۴۲	۲۵۷۱/۰۹۱۴	۱۱۲/۲۵۵۱	۵۹/۷۶۱۷	۱۳۶/۵۸۷۶	۱۸/۱۷۴۲	۰/۰۷۴۳	۰/۰۱۳۸	۴۷/۶۴۰۸	۰/۰۳۰۸۵
F	۲۳/۵۵**	۶۴/۳۴**	۱۶۴/۳۶**	۵۲/۸۳**	۱۰۷/۵۳**	۹/۸۴**	۷۱/۲۱**	۲۵۰/۳۸**	۱۴/۴۵**	۱/۴۴^{ns}	۳/۳۳*	۳۲/۳۱**	۳/۳۰*
اثر کاربری													
درجه آزادی	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
میانگین مربعات	۲/۱۷۱۷	۳۳۶/۶۴۳۸	۲۹۴/۵۹۸۵	۹۸/۸۴۵۲	۶۴/۷۲۹۹	۳۴۹/۷۱۵۵	۳۴۷/۸۹۹۱	۱۷۲/۱۵۲۰	۳۲/۸۰۷۳	۰/۵۰۰۲	۰/۰۲۰۹	۷/۷۳۴۲	۰/۰۴۷۰۷
F	۴۲/۷۱**	۴۸/۱**	۱۱/۵۷**	۱۸/۷۱**	۲/۷۱^{ns}	۳۰/۶۶**	۴۱۴/۵۷**	۳۱۵/۵۸**	۲۶/۰۸**	۹/۶۹**	۵/۰۲*	۵/۲۵*	۵/۰۴*
اثرات متقابل موقعیت شیب و کاربری													
درجه آزادی	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
میانگین مربعات	۰/۲۰۰۵	۲۱۳/۶۷۸۰	۱۰۷۸/۹۲۷۴	۶۰۱/۷۳۵۶	۱۲۶/۰۳۰۴	۲۹۴/۵۲۰۴	۱۱۶/۵۴۰۳	۱۱۲/۰۲۰۰	۳/۶۴۷۵	۰/۴۵۸۹	۰/۰۱۷۷	۱۵۷/۷۵	۰/۰۳۹۷۸۵
F	۳/۹۴**	۳۰/۵۳**	۴۲/۳۷**	۱۱۳/۸۸**	۵/۲۷**	۲۵/۸۲**	۱۳۸/۸۷**	۲۰۵/۳۵**	۲/۹*	۸/۸۹**	۴/۲۶**	۱۰۷**	۴/۲۶**
درجه آزادی خطا	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶
خطا	۰/۰۵۰۹	۶/۹۹۸۵	۲۵/۴۶۴۷	۵/۲۸۳۸	۲۳/۹۱۰۷	۱۱/۴۰۶۶	۰/۸۳۹۲	۰/۵۴۵۵	۱/۲۵۸۱	۰/۰۵۱۶	۰/۰۰۴۲	۱/۴۷۴۲۷	۰/۰۰۹۳۴۴
ضریب تغییرات	۲۲/۰۸	۹/۳۸	۱۲/۵۶	۱۶/۳۸	۱۰/۶۷	۶/۷۶	۲/۹۸	۲/۷۲	۲۸/۰۴	۲۰/۸۳	۲۲/۹۶	۱۴/۶۱	۱۵/۲۴

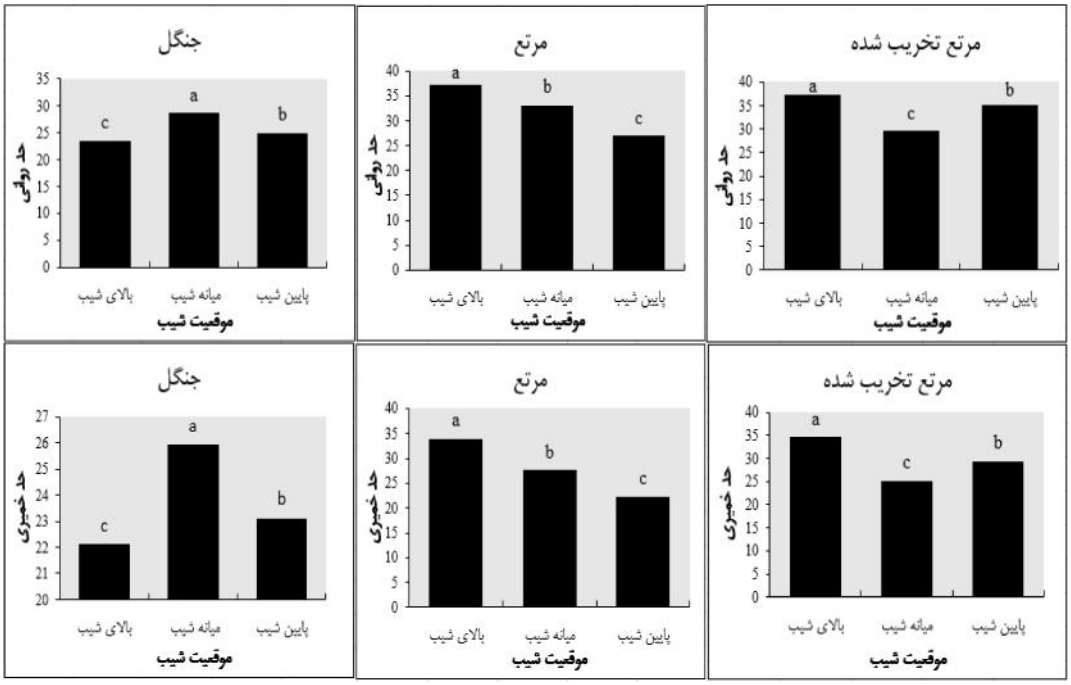
CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی، OM/Clay: نسبت درصد ماده‌ی آلی به درصد رس، CEC/Clay: نسبت ظرفیت تبادل کاتیونی به درصد رس

** و * به ترتیب بیان‌گر تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد می‌باشند.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]

[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]



شکل۲- مقایسه میانگین حد روانی و حد خمیری در کاربری‌های مختلف
حروف مشابه نمایان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد آزمون دانکن می‌باشند.
Figure 2. Compare the average liquid limit and plastic limit in various land use.
Similar letters representing no significant difference in the level of five percent Duncan test.

رطوبت اشباع در بالا و میانه شیب فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بود اما در موقعیت پایین شیب، تفاوت آن با دو موقعیت دیگر شیب معنی‌دار و میزان آن ۱۷ درصد کمتر از آن دو موقعیت است که دلیل آن پایین بودن درصد رس و سیلت در این موقعیت است. تفاوت حد روانی و حد خمیری در هر سه موقعیت شیب معنی‌دار است، به طوری که حد روانی در بالای شیب ۴ درصد بیشتر از میانه شیب و در میانه شیب ۶ درصد بیشتر از پایین شیب بود و حد خمیری نیز در بالای شیب ۷ درصد بیشتر از میانه و در میانه ۵ درصد بیشتر از پایین شیب بود که دلیل آن بالا بودن مقدار آهک در موقعیت بالای شیب است که سبب افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در خاک می‌شود. بیشترین شاخص فعالیت خاک مربوط به موقعیت پایین شیب با میزان ۰/۹ بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر معنی‌دار است که نشان‌دهنده‌ی وجود رس‌های با فعالیت بالاتر و قابلیت آماس بیشتر در این موقعیت از شیب است.

ظرفیت تبادل کاتیونی در بالا و پایین شیب مقادیر آن به ترتیب ۶/۴۷ و ۴/۹۴۹ سانتی مول (+) بر کیلوگرم خاک بوده اما در میانه شیب مقدار آن ۱۲/۵۵ سانتی مول (+) بر کیلوگرم خاک بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر معنی‌دار است که دلیل آن افزایش رس در این ناحیه از شیب بوده است. در این کاربری رطوبت اشباع بدلیل بالاتر بودن درصد رس و سیلت بیشتر بوده و خطر انتقال توده‌ی خاک به سمت پایین شیب بیشتر است.

در کاربری مرتع تخریب‌شده پارامتر ماده‌ی آلی با تغییر موقعیت شیب، تغییرات معنی‌داری نداشت ولی سایر پارامترها با تغییر موقعیت شیب تغییراتشان معنی‌دار است. میزان آهک از بالای شیب به سمت پایین شیب کاهش می‌یابد، میزان آن در دو موقعیت میانه و انتهای شیب به ترتیب ۲۲/۵۴ و ۲۱/۲۵ درصد بوده و تفاوت این دو با بالای شیب با میزان آهک ۱۰ درصد بیشتر از این دو موقعیت شیب معنی‌دار است. درصد شن نیز از بالای شیب به سمت پایین شیب کاهش می‌یابد به طوری که میزان آن در بالای شیب ۲۴ درصد از میانه‌ی شیب و میانه‌ی شیب ۲۳ درصد از پایین شیب بیشتر بوده است. درصد رس از بالای شیب به سمت پایین شیب مقدار آن افزایش می‌یابد، در دو موقعیت بالا و میانه‌ی شیب مقدار آن به ترتیب ۸/۸ و ۹/۳ درصد بوده و اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی مقدار آن در موقعیت پایین شیب ۲۲ درصد بیشتر از دو موقعیت دیگر شیب بود. درصد سیلت نیز از بالای شیب به سمت پایین شیب مقدار آن افزایش و در دو موقعیت میانه و پایین شیب به ترتیب ۵۴/۸ و ۵۶/۳ بوده و تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی تفاوت آن‌ها با بالای شیب با ۲۴ درصد سیلت کمتر نسبت به این دو موقعیت معنی‌دار است. بالاتر بودن میزان سیلت و رس در موقعیت پایین شیب به دلیل دریافت مواد سطحی فرسایش یافته از موقعیت‌های بالاتر شیب می‌باشد و سبب افزایش حساسیت خاک این موقعیت از شیب در برابر فرسایش، به ویژه فرسایش توده‌ای می‌گردد که با نتایج امامی و همکاران (۷) مطابقت دارد.

در این کاربری نیز حد روانی و حد خمیری در هر سه موقعیت شیب، تفاوت آن‌ها معنی‌دار بود و بیشترین میزان آن در بالای شیب مشاهده شد که دلیل آن بالا بودن درصد

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

آهک در این موقعیت است که موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و در نتیجه افزایش رطوبت اشباع گشته است. شاخص خمیری از بالای شیب به سمت پایین مقدار آن زیاد شده و دو موقعیت میانه و پایین شیب مقدار آن به ترتیب ۴/۴۵ و ۵/۷۷ بوده است ولی مقدار آن در بالای شیب ۲/۶ بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر شیب معنی‌دار است. شاخص فعالیت خاک در دو موقعیت میانه و پایین شیب میزان آن به ترتیب ۰/۵۴ و ۰/۱۸ بوده و تفاوت آن‌ها معنی‌دار بود و مقدار آن در میانه‌ی شیب بیشتر است که دلیل آن پایین بودن مقدار رس در این موقعیت بوده ولی میزان آن در بالای شیب ۰/۳۶ بود. در این کاربری به‌دلیل افزایش مواد ریزدانه، به‌خصوص درصد رس خاک در میانه و انتهای شیب، شاخص خمیری و ضریب فعالیت خاک در این موقعیت‌ها نسبت به موقعیت بالای شیب بیشتر بود. هر چند که فعالیت خاک نسبتاً پایین بود که نشان‌دهنده‌ی خاصیت آماس‌پذیری و تورم نسبتاً پایین خاک می‌باشد. عشایری و یثربی (۳) نیز در پژوهشی مبنی بر ارزیابی پتانسیل تورم خاک‌های رسی متراکم نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

نسبت OM/Clay در در بالا و پایین شیب به ترتیب ۰/۰۸۹ و ۰/۰۱۵۵ بود و میزان آن در بالای شیب بیشتر است که دلیل آن پایین بودن مقدار رس در این ناحیه از شیب است، ولی در میانه‌ی شیب ۰/۰۵۱ بوده و با این دو موقعیت تفاوت معنی‌داری ندارد که با نتایج ذوالفقاری و همکاران (۳۰) مطابقت دارد.

ظرفیت تبادل کاتیونی در دو موقعیت بالا و میانه‌ی شیب تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی میزان آن در موقعیت پایین شیب ۱۶/۶۵۹ سانتی مول بار مثبت بر کیلوگرم خاک بوده و تفاوت آن با دو موقعیت دیگر معنی‌دار است و میزان آن به‌طور چشمگیری زیاد شده است که دلیل آن افزایش درصد رس در این موقعیت شیب است. نسبت CEC/Clay نیز در دو موقعیت بالا و پایین شیب به ترتیب ۰/۶۳۳ و ۰/۵۲۳ بوده و تفاوت معنی‌داری داشتند ولی با موقعیت میانه‌ی شیب با میزان ۰/۵۷۷ تفاوت آن‌ها معنی‌دار نبوده است. یکی از دلایل این تغییرات تاثیر زیاد پستی و بلندی بر جابه جایی و انتقال آب در موقعیت‌های مختلف شیب تپه است که به دنبال آن، ویژگی‌های خاک و حساسیت آن به فرسایش در موقعیت‌های مختلف شیب تپه متفاوت می‌شود.

علاوه بر موقعیت شیب، نوع کاربری اراضی نیز بر تغییرات ویژگی‌های خاک موثر بوده و با پارمترهای ماده‌ی آلی، آهک، رس، شن، رطوبت اشباع، حد روانی، حد خمیری و شاخص خمیری و شاخص فعالیت خاک در سطح ۹۹ درصد و با پارامترهای ظرفیت تبادل کاتیونی، نسبت CEC/Clay و نسبت OM/Clay در سطح ۹۵ درصد ارتباط معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان ماده‌ی آلی، و شن در کاربری جنگل، بیشترین میزان آهک، سیلت، شاخص خمیری، شاخص فعالیت خاک، نسبت ماده‌ی آلی به درصد رس و نسبت ظرفیت تبادل کاتیونی به رس در کاربری مرتع و بیشترین میزان رس، رطوبت اشباع، حد روانی، حد خمیری و ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری مرتع تخریب‌شده مشاهده شد. در کاربری جنگل به دلیل تراکم بیشتر پوشش گیاهی و از نوع درختی، میزان ماده‌ی آلی آن نسبت به دو کاربری دیگر بیشتر بود. به نظر می‌رسد که در کاربری جنگل و مرتع به دلیل استقرار پوشش گیاهی بیشتر، اثر فرسایش آبی در انتقال ذرات به پایین شیب کمتر از کاربری مرتع تخریب‌شده باشد به‌طوریکه در این کاربری انتقال ذرات ریز دانه بخصوص رس به پایین شیب به وضوح مشاهده شده و به‌نظر می‌رسد که میانه‌ی شیب در این کاربری ناپایداری بیشتری نسبت به دو کاربری دیگر دارد. با توجه به اینکه کاربری مرتع تخریب‌شده بیشترین مقدار رس، رطوبت اشباع، حد روانی و حد خمیری را دارا می‌باشد و از نظر پوشش گیاهی فقیر است بیشترین احتمال وقوع دوباره فرسایش سیلان گل را دارد و هم اکنون نیز شواهدی از وقوع فرسایش‌های شیاری و توده‌ای در سطح آن دیده می‌شود. بیشترین سهم عامل تغییرات کاربری اراضی در منطقه به طور عمده به علت گسترش فعالیتهای انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در پوشش زمین شدند که با نتایج شنانی و زارعی (۲۶) مطابقت دارد.

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک در موقعیت‌های گوناگون شیب درکاربری‌های مختلف
Table 4. Compare the average of the physical, mechanical and chemical properties of soil in different situations of slope in various land

موقعیت‌شیب	ماده‌ی آلی (درصد)	آهک (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	رطوبت‌اشباع (درصد)	CEC (cmol+/kg)
کاربری جنگل							
بالای شیب	۱/۶۲^{a}	۲۱/۴۱۷^{a}	۵۹/۷۳۳^{a}	۱۲/۱۳۳^{b}	۲۸/۱۳۳^{b}	۴۴/۵۴۳^{a}	۸/۴۹۷^{a}
میانه شیب	۱/۰۲۸۳^{b}	۲۳/۱۸۸^{a}	۳۶/۸۶۷^{b}	۱۰/۳۳۳^{b}	۵۲/۸^{a}	۴۵/۲۵۳^{a}	۶/۷۱۱^{b}
پایین شیب	۰/۸^{b}	۲۳/۱۴۶^{a}	۳۵/۴^{b}	۱۴/۴^{a}	۵۰/۲^{a}	۴۵/۸۰۸^{a}	۸/۳۹۷^{a}
کاربری مرتع							
بالای شیب	۱/۲۷۶۲^{a}	۴۳/۲۶۴^{a}	۵۳/۶^{a}	۹/۱۱۱^{b}	۳۷/۳۲۲^{c}	۵۵/۴۳۴^{a}	۶/۴۷^{b}
میانه شیب	۰/۷۹۴۳^{b}	۲۶/۶۲۵^{b}	۲۱^{b}	۲۲/۷۳۳^{a}	۵۶/۲۶۷^{a}	۵۷/۵۰۵^{a}	۱۲/۵۵۸^{a}
پایین شیب	۰/۸۱۰۳^{b}	۲۳/۰۴۲^{c}	۴۶/۹۳۳^{a}	۷/۴۶۷^{b}	۴۵/۶^{b}	۳۹/۳۴۰^{b}	۴/۹۴۹^{b}
کاربری مرتع تخریب‌شده							
بالای شیب	۰/۵۸۱۳^{a}	۳۱/۱۲۵^{a}	۵۹/۹۳۳^{a}	۸/۸۶۷^{b}	۳۱/۲^{b}	۵۶/۲۱۰^{a}	۵/۳۰۶^{b}
میانه شیب	۰/۳۶۲۸^{a}	۲۲/۵۴۲^{b}	۳۵/۸۶۷^{b}	۹/۳۴۷^{b}	۵۴/۷۸۷^{a}	۴۹/۰۶۳^{b}	۵/۲۱۷^{b}
پایین شیب	۰/۵۸۱۳^{a}	۲۱/۲۵^{b}	۱۲^{c}	۳۱/۸۶۷^{a}	۵۶/۱۳۳^{a}	۵۶/۴۴۴^{a}	۱۶/۶۵۹^{a}

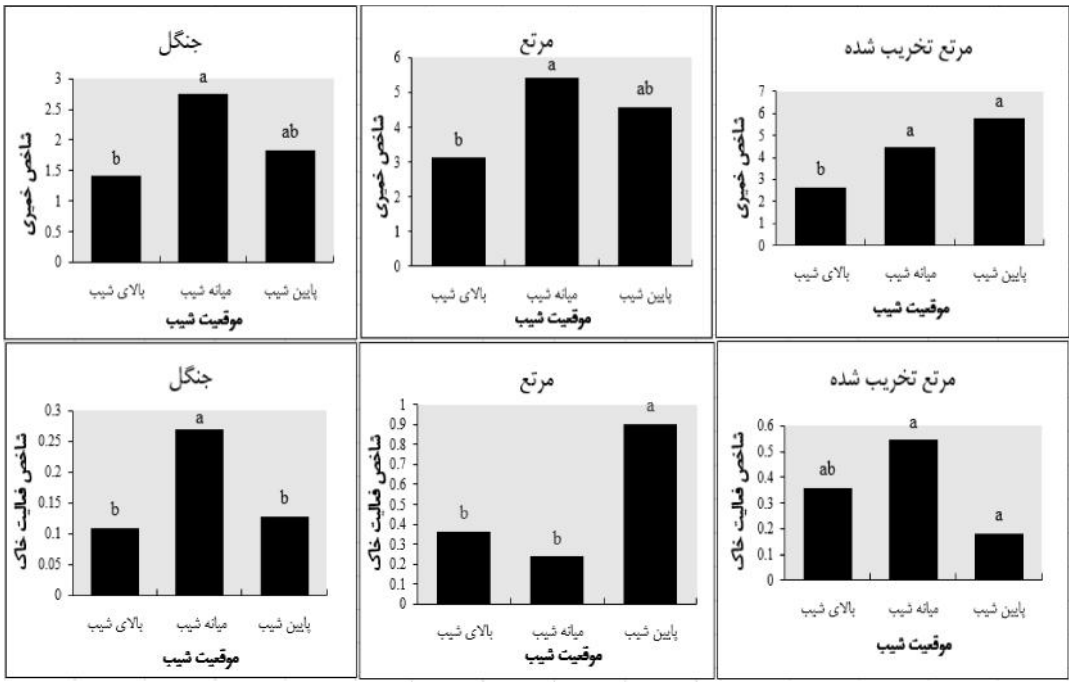
حروف مشابه در هر ستون، نمایان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد با آزمون دانکن می‌باشند.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

اثر متقابل موقعیت شیب و کاربری

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، موقعیت شیب و نوع کاربری بر همه‌ی ویژگی‌های مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری داشتند. میزان آهک در کاربری مرتع ۶ درصد بیشتر از مرتع تخریب‌شده و در مرتع تخریب‌شده ۲ درصد بیشتر از جنگل بوده و بیشترین میزان آهک در موقعیت پایین شیب مشاهده شد اما در کاربری مرتع و مرتع تخریب‌شده بیشترین میزان آهک مربوط به موقعیت بالای شیب بود.

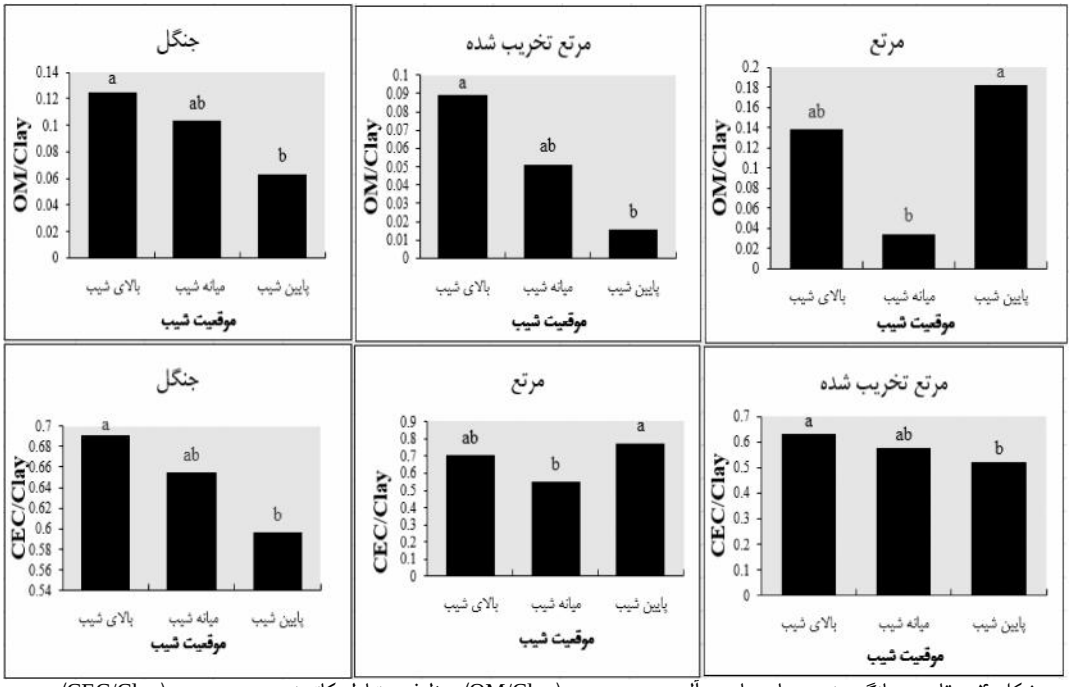
میزان شن در دو کاربری جنگل و مرتع ۵ درصد بیشتر از مرتع تخریب‌شده و در هر دو کاربری از بالای شیب به سمت پایین شیب مقدار آن کاهش یافته است. میزان رس در کاربری مرتع تخریب‌شده ۴ درصد بیشتر از دو کاربری دیگر بوده و بیشترین میزان آن در کاربری جنگل، در بالای شیب، در کاربری مرتع در میانه‌ی شیب و در کاربری مرتع تخریب‌شده در پایین شیب مشاهده شد. میزان سیلت در دو کاربری مرتع و مرتع تخریب‌شده ۴ درصد بیشتر از کاربری جنگل بوده و در هر سه کاربری بیشترین میزان آن در میانه‌ی شیب مشاهده گردید. بیشترین میزان رطوبت اشباع در کاربری مرتع تخریب‌شده و در موقعیت میانه‌ی شیب مشاهده شد که دلیل آن بالا بودن میزان رس و سیلت در این کاربری است و مقدار آن ۳ درصد بیشتر از کاربری مرتع و ۸ درصد بیشتر ازکاربری جنگل بود. بیشترین حد روانی و خمیری در کاربری مرتع و مرتع تخریب‌شده مشاهده شد که مربوط به موقعیت بالای شیب بوده است که دلیل آن بالاتر بودن میزان رس و سیلت در این دو کاربری و همچنین وجود آهک زیاد در این دو موقعیت شیب است. در پژوهشی مشابه، غلامی و همکاران (۹) تاثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را در سه کاربری جنگل، مرتع و اراضی زراعی در شهرستان بانه در غرب کردستان بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییر کاربری اراضی سبب افزایش جرم مخصوص ظاهری، کاهش تخلخل خاک، کاهش هدایت هیدرولیکی خاک، کاهش پایداری خاکدانه‌ها، کاهش مقدار کربن آلی خاک می‌گردد و رخداد چنین تغییراتی سبب تخریب خاک‌ها شده و آن‌ها را مستعد فرسایش می‌سازد. این بدین معنی است که تخریب پوشش گیاهی، با تخریب خاک، افزایش فرسایش‌پذیری و کاهش حاصلخیزی خاک سبب ایجاد خصوصیاتی نامطلوب در خاک می‌شود.



شکل ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های خمیری و فعالیت خاک در کاربری‌های مختلف
حروف مشابه نمایان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد آزمون دانکن می‌باشند

Figure 3. Compare the average plasticity and soil activity indices in various land use.
Similar letters are represent no significant difference by Duncan test at P<0.05.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]



شکل ۴- مقایسه میانگین نسبت‌های ماده‌ی آلی به درصد رس (OM/Clay) و ظرفیت تبادل کاتیونی به درصد رس (CEC/Clay) در کاربری‌های مختلف. حروف مشابه نمایان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد آزمون دانکن می‌باشند.

Figure 4. Compare the OM/Clay and CEC/Clay ratios in various land use.
Similar letters representing no significant difference by Duncan test at P<0.05.

نتایج این پژوهش بیان‌گر تأثیر قابل توجه موقعیت شیب و نوع کاربری بر ویژگی‌های خاک به ویژه ضریب فعالیت و حدود آتربرگ خاک در شیب‌تپه‌های مورد مطالعه با احتمال وقوع فرسایش توده‌ای بود به‌گونه‌ای که روابط معنی‌داری از نظر آماری در مقادیر ویژگی‌های گوناگون خاک با موقعیت‌های شیب و کاربری و اثر متقابل آن‌ها مشاهده شد. در هر سه کاربری خاک‌ها از نظر حد روانی در گروه متوسط (دامنه ۳۵-۱۵ درصد) و از نظر حد خمیری در گروه خمیری (دامنه ۳۵-۱۵ درصد) قرار گرفتند که دلیل آن مارنی بودن سازند منطقه است که غنی از رس و آهک می‌باشد و بالا بودن میزان رس باعث کم شدن ضریب فعالیت در این خاک‌ها شده است که این نشان‌دهنده‌ی بالابودن قابلیت جذب آب در این خاک‌ها بوده و احتمال حرکت‌های توده‌ای را تشدید می‌کند. تفاوت ویژگی‌های خاک به ویژه ماده‌ی آلی خاک در موقعیت‌های مشابه از نظر موقعیت شیب، نشان‌دهنده‌ی تأثیر قابل توجه نوع کاربری اراضی بر این ویژگی‌ها است. تغییرات ویژگی‌های خاک با تغییر در موقعیت شیب و افزایش مواد ریز دانه در میانه و انتهای شیب نیز نشان‌دهنده‌ی حرکت مواد ریز دانه از بالای شیب و تجمع آن‌ها در این دو موقعیت است. از دیگر سوی، وقوع فرسایش سیلان گل در شیب‌تپه‌های مورد مطالعه ارتباط مستقیمی با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک داشت به طوری که در نواحی شیب‌دار با افزایش مواد ریزدانه خاک، احتمال وقوع آن نیز افزایش می‌یابد. بنابراین احتمال وقوع دوباره فرسایش سیلان گل در این منطقه بالا بوده و هم اکنون، در کاربری مرتع تخریب‌شده به دلیل بالا بودن مواد ریزدانه و درصد رطوبت اشباع و همچنین فقیر بودن پوشش گیاهی سطح خاک مناسب‌ترین شرایط را برای وقوع این فرسایش دارد. بنابراین، ضرورت دارد که علاوه بر توجه به بیلان اقتصادی و مطالعات زیست محیطی، مطالعات پایه منظم و دقیقی به‌منظور تعیین مناطق مستعد و پایدار در برابر وقوع زمین‌لغزش انجام گیرد. همچنین، مطالعات خواص فیزیکی و مکانیکی خاک می‌تواند اطلاعات کاربردی مفیدی از جمله مقاومت برشی و پایداری خاک در اختیار متخصصین قرار دهد تا از وقوع فرسایش‌های توده‌ای نظیر فرسایش سیلان گل و پیامدهای آن جلوگیری کرد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

منابع

1. Adhikari, K., G. Toth, A. Guadagnini and A. Mako. 2009. Influence of topography and land use type on the soil organic carbon dynamics in Zala County, Hungary. Geophysical Research Abstracts, 11: 1-2.
2. Ahmadi, A. 2014. Relationship of marl soil characteristics with various forms of erosion in the Talkheh rood watershed. Geography and Environmental Sustainability, 3: 11-23 (In Persian).
3. Ashayeri, A. and S.Sh. Yasrebi. 2006. Evaluation of potential free swelling clay soils compacted. Technical and Engineering Journal of Tarbiat Modares Tehran University, 25: 19-28 (In Persian).
4. Ayoubi, Sh., P. Mokhtari Karchegani, M.R. Mosaddeghi and N. Honarjoo. 2012. Soil aggregation and organic carbon as affected by topography and land use change in western Iran. Soil and Tillage Research, 121: 18-26.
5. Besalatpour, A. 2012. Modeling soil erosion risk in the bazoft watershed using fuzzy logic algorithm, swat model and genetic algorithm-fuzzy clustering. PhD thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology. Isfahan. Iran (In Persian).
6. Bower, C.A., R.F. Reitmeir and M. Fireman. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science Society of American Inc, 73: 251-261.
7. Emami, S.N., A. Jalalian and A. Khosravi. 2016. The role of soil chemical and physical characteristics in landslide occurrence (case study: Afsar Abad area in Chaharmahal and Bakhtiari province). Journal of watershed management research, 7(13): 182-192 (In Persian).
8. Gee, G.W. and D. Bauder. 2002. Particle-size analysis. In: Dane JH and Topp GC (Eds). Methods of soil analysis part four physical methods. Soil Science Society of American Inc, 255-293.
9. Gholami, L., M. Davari, K. Nbyallhy and H. Joneidi Jafari. 2016. Effects of land use change on some physical and chemical properties of soil (Case Study: Bane). Journal of Soil and Water Conservation, 5 (3): 13-27 (In Persian).
10. Ghorbani, M. 2005. Soil nutrient deficiency: The economic attitude of the erosion in Iran. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 1(12): 147-157 (In Persian).
11. Hajabbasi, M.A., A. Besalatpour and A.R. Mellali. 2007. The effect of rangeland conversion to agricultural lands on some physical and chemical characteristics of soils in the south and southwest of Isfahan. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 42(b): 525-535 (In Persian).
12. Hillel, D. and B. Ghahreman. 2011. Environment soil physics. Publications Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad, Iran. 988 (In Persian).
13. Karimi Sangchini, E., M. Ownegh and A. Sadoddin. 2016. Landslide hazard management for two normal and critical scenarios in the Chehel - Chay watershed, Golestan province. Journal of Watershed Management Research, 7(13): 173-181(In Persian).
14. Khajavi, E., M. ArabKhedri, M. H. Mahdian, S. Shadfar.. 2015. Investigation of water erosion and soil loss values with using the measured data from CS-137 method and experimental plots in Iran. Journal of Watershed Management Research, 6(11):137-151(In Persian).
15. Khosravani Moghaddam, A.R. and A. Ghorbany. 2011. The effect of nanoclay on the engineering properties of cohesive soils. The Sixth National Congress of Civil Engineering, Semnan University. Semnan. Iran (In Persian).
16. Maleki, S., F. Khormali, F. Kiai and A.R. Karimi. 2013. Effects of slope direction and position on some physical and chemical characteristics of the soil in the loess sloping lands, Tushan area in golestan province. Journal of Soil and Water Conservation, 20(3): 93-112 (In Persian).
17. Mirzaee, S., H. Zienivand and A. Haghizade. 2016. Simulation of Daily Suspended Sediment and Investigation of the Impact of land Use Change in GolGol Watershed, Ilam. Journal ofWatershed Management Research, 7(14): 48-59 (In Persian).
18. Mosavi, S.M., M. Abedini and F. Madani. 2015. Landslide hazard zonation by using fuzzy MCDM models in the GIS (case study: Izeh Urban watersheds of Khuzestan). Journal of Watershed Management Research, 7(14): 78-87 (In Persian).
19. Mousavi, F. and A. Abdi. 2014. Comparison of Casagrande and cone penetration methods to determine the soil liquid limit. Iranian Journal of Natural Resources, 4(67): 647-655 (In Persian).
20. Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. pp. 181-197. In: Page AL (Ed). Methods of Soil Analysis: Part 2, Agronomy Handbook No 9, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI.
21. Nweke, I.A. 2015. Changes in rheological properties of four contrasting soils as induced by cultivation. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 3(1): 373-378.
22. Oztas, T., A. Koc and B. Comakli. 2003. Change in vegetation and soil properties along a slop on overgrazed and eroded rangelands. Arid Environments, 55: 93-100.
23. Rahimi Ashjordi, M.R. and Sh.A. Ayobi. 2013. Effect of slope position and land use hanges on soil characteristics and magnetic susceptibility in the city Fereidunshahr. Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology), 27(5): 882-895 (In Persian).
24. Refahi, H.GH. 2006. Water erosion and control. Tehran University Publication. Tehran. Iran. pp 671 (In Persian).
25. Savadkuhi, N. and S.A. Hosseini. 2013. The effect of soil physical and mechanical properties on the landslides edge of forest roads (case study: Pahnekola series, Tajan watershed). Journal of Watershed Management, 4 (8): 28-42 (In Persian).
26. Shanani Hoveyzeh, S.M. and H. Zarei. 2016. Investigation of Land Use Changes During the Past Two Last Decades (Case Study: Abolabas Basin). Journal of Watershed Management Research, 7(14): 237-244 (In Persian).
27. Sufi, M.H., H. Emami and A.R. Karimi. 2016. Investigating the effects of slope direction and degree on soil quality in east Mashhad. Journal of Soil and Water Conservation, 22(3): 301-310 (In Persian).
28. Szegi, T. and Z.S. Tombacz. 2006. Quantitative rheological indicators for soil physical degradation. Agrokemia Es Talajtan, 1(55): 69-78.
29. Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the degtjareff method for determining organic carbon in soils, Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Science, 63: 251-263.
30. Zolfaghari, Z., M.R. Mosaddeghi, S.A. Ayoubi and H. Kelishadi. 2015. Soil atterberg limits and consistencey indices as influenced by land use and slope position in western Iran. Journal Mountain Science, 12(6): 1471-1483.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]

Relationship between the Slope Position and Land use in Hill Slopes Whit Mudflow Erosion to Soil Activity Coefficient and Atterberg Limits

Reyhaneh Nejad Asadi[1], Ali Asghar Besalatpour[2] and Hossein Shirani[3]

1- M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
(Corresponding author: r_nejadasadi@yahoo.com)
2- Institute for Resources Management- Berlin- Germany
3- Assistant Professor and Professor, Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
Received: December 29, 2016 Accepted: 11 October 2017

Abstract

Mudflow erosion is a pervasive problem with adverse consequences for natural ecosystems in most parts of the world. The main factors creating Mudflow erosion are heavy rains, snow and ice melts and flooding rivers. In this study, the effects of slope position and land use type on Mudflow erosion at hill slopes with three different land uses were investigated. For this purpose, three hill slopes with the same conditions were selected in the land uses. Thereafter, three profiles were drilled at the shoulder (the highest erosion), backslope (average erosion) and footslope (lowest erosion), respectively. After studying and determining the soil layers in each profile, soil samples were obtained from two layers of surface and subsurface. Some soil physical, mechanical and chemical properties were then determined in each sample with three replicates. The results showed that the greatest LL value in the forest land use was observed in the middle slope which was 28.64 and 25.90 in the two investigated layers, respectively. However, in the pasture, the highest LL values were 37.07 and 33.94, respectively. Furthermore, the land use type had a significant relationship ($P<0.01$) with OM, CCE, clay, SM, LL, PL and PI. The sand, soil activity index, cation exchange capacity (CEC) and the ratio OM/Clay had significant ($P<0.05$) relationships with land use type while the silt and CEC/Clay parameters had no significant relationship. Forest with an average OM of 1.149 percent had the greatest organic matter content and the degraded pasture had the lowest value (0.47 %). Also the degraded pasture with an average clay content of 16.6 % and silt content of 47.37 % had the highest clay and silt values. The soil activity index in this land use type was 0.36. Liquid and plastic limits in the degraded pasture were higher than the pasture, and the pasture was greater than the forest. The results of this study reveal that the degraded land uses have more potential for the occurrence of this type of erosion due to the high fine materials and saturation moisture percent and also poor soil surface cover.

Keywords: Liquid Limit, Plasticity Index, CEC/Clay Ratio, Organic Matter/Clay Ratio

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.20.2]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.155]