Archive of SID

مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹
ص ۴۸۷-۴۷۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۷
تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۶/۱۰

بررسی تأثیرخصوصیات فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها بر میزان و اشکال فرسایش آن‌ها مطالعهٔ موردی: حوضهٔ عون ابن علی (سرخاب تبریز)

❖ **سعید پورحیدری؛** دانشجوی دکتری، گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

❖ **حسن احمدی*؛** استاد گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

❖ **ابوالفضل معینی؛** استادیار گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

❖ **سادات فیض‌نیا؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

❖ **محمد جعفری؛** استاد گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

چکیده

مارن‌ها به‌دلیل ترکیبات فیزیکی و شیمیایی و عدم استقرار پوشش گیاهی در بستر آن‌ها و در نتیجه مواد آلی کم از حساس‌ترین سازندها به فرسایش محسوب می‌شوند، به‌طوری‌که که با جدا شدن ذرات خاک و حمل آن به مناطق پایین دست منجر به ایجاد اشکال مختلف فرسایش می‌گردد. منطقهٔ مورد مطالعه به دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها موجب ایجاد انواع اشکال فرسایشی در حوضه گردیده که به دنبال آن جریانات گل آلود حاصل از فرسایش پذیری و رسوب‌زایی آن‌ها مناطق شهری پایین دست را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق تعداد ۳۵ نمونهٔ خاک از واحدهای کاری جهت مشخص شدن ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین بررسی میزان تلفات خاک با استفاده از دستگاه شبیه ساز باران به همراه ۵ نمونه از واحدهای مارنی شاخص منطقه برای انجام آزمایش‌های کانی‌شناسی تهیه و به آزمایشگاه انتقال داده شد. جهت بررسی فرسایش پذیری مواد منفصل از روش K در معادلهٔ جهانی فرسایش استفاده شد، که طبق این روش بیشترین مقدار k مربوط به اشکال بدلند با ضریب ۷۰ درصد و کمترین آن مربوط به فرسایش سطحی و بارانی با ضریب ۲۵ درصد می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه تعداد ۴ واحد کاری دارای مواد متصل بودند جهت بررسی فرسایش پذیری آن‌ها نیز از روش سلبی استفاده شد، به‌طوری‌که که بر اساس آن متوسط امتیاز واحدهای کاری دارای این نوع مواد برابر ۲۴/ ۲۷ و همگی حساس نسبت به فرسایش می‌باشند و بر اساس نتایج تجزیهٔ آماری SPSS از نظر توزیع فراوانی نوع فرسایش، بیشترین نوع فرسایش مربوط به فرسایش سطحی و بارانی با ۱۷/۶ درصد است، همچنین میزان هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم تبادلی و کلر با فرسایش لغزشی و پتاسیم با فرسایش بدلند رابطهٔ مستقیم دارد و با کربن آلی رابطهٔ معکوس دارد، در واقع کربن آلی نیز با پوشش گیاهی رابطهٔ مستقیمی دارد، به‌طوری‌که مواد آلی باعث افزایش پوشش گیاهی و پوشش گیاهی نیز منجر به آبشویی سدیم و پتاسیم و در نتیجه بر میزان هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم تأثیر مستقیم دارد.

کلید واژگان: اشکال فرسایشی، خصوصیات فیزیکی، خصوصیات شیمیایی، فرسایش، مارن.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۹۱۲۱۰۰۴۶۳۹+
Email: ahmadi@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

مارن‌ها به عنوان بخش عمده‌ای از رسوبات ریزدانه تلقی می شوند که دارای رفتار فر سای شی متفاوتی بر حسب نوع ترکیبات کانی‌شناسی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسته به شرایط اقلیمی و توپوگرافی منطقه می‌باشند که به دنبال آن اشکال مختلف ژئومرفولوژیکی در سطح زمین ظاهر می‌شود. یکی از عوامل تأثیرگذار بر فرسایش‌پذیری حوزه‌های آبخیز نوع سازندهای موجود در حوضه می‌باشد. سازندهای ریزدانه همچون مارن و رس به دلیل ساختار خود تراکم کافی و لازم را جهت مقاومت در مقابل عوامل آب و هوایی را نداشته و در صورتی که سایر شرایط مساعد باشد، تخریب و فرسایش می‌یابند [۱]، لذا مدیریت رسوبات ریزدانه به‌خصوص مارن‌ها که موجب انباشتگی رسوب در مخازن سدها، شبکه‌های آبیاری، گل آلودگی و رسوب‌زایی و منجر به وارد نمودن خسارات جدی به تأسیسات صنعتی، شهری و سکونت گاه‌های انسانی در حوضه‌های شهری می‌گردند، همچنین باعث کاهش عمر مفید سدها، کاهش نفوذپذیری و در نتیجه پایین افتادن سطح سفره‌های آب زیرزمینی، بالابردن هزینه‌های تصفیهٔ آب شرب، ته نشین شدن کلوئیدهای رسی بر سطح خاک و افزایش هزینه‌های پیش پالایی می‌شوند [۲]، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. از آنجایی که خاک بستر کلیهٔ فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی و همچنین سایر پدیده‌های یک سرزمین محسوب می‌شود، لذا با این نگرش منابع خاک دارای اولویت اولی‌تر می‌باشد، زیرا که تأثیر آن بر کیفیت و حتی کمیت منابع آب غیرقابل اغماض می‌باشد.

نتایج و اهداف پروژه‌های منابع آب کشاورزی، معمولاً در چارچوب بخش خاص خود محصور هستند، در حالی‌که نتایج پروژه‌های بررسی رسوبزایی و فرسایش پذیری همزمان نه تنها در بخش های آب، کشاورزی و منابع طبیعی اثرات خود را نشان می‌دهند، بلکه اثرات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن‌ها هم در خود حوزهٔ آبخیز و هم در پایین دست و حوضه‌های اطراف ظاهر می‌گردد، به‌خصوص اگر این مناطق با آبخیزهای شهری هم‌جوار باشند این اثرات جدی‌تر خواهد بود.

از گذشته تاکنون مطالعات زیادی بر روی فرسایش‌پذیری مارن‌ها صورت گرفته است، به‌طوری‌که بر اساس این مطالعات عواملی چون هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم، ارتباط زیادی با اشکال فرسایشی بدلندها دارند [۴]. همچنین درصد سدیم تبادلی و نسبت جذب سدیم شاخص مهمی در شناسایی اشکال فرسایش خندقی می‌باشد [۹]. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کمبود مواد آلی به‌عنوان یکی از عوامل مهم در اشکال فرسایش بدلند محسوب می‌گردد، زیرا این مواد تأثیر زیادی در اصلاح بافت خاک دارد [۷]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر استفاده از نوارهای پوشش گیاهی به ضخامت ۵ و ۱۰ متر بر روی اراضی حساس و آسیب‌پذیر به ترتیب منجر به ۵۸ تا ۷۴ درصد کاهش تولید رسوب در منطقه گردید [۱۲]. پوشش گیاهی به عنوان شاخصی از نرخ فرسایش در نظر گرفته می شود [۵]. یکی از عوامل تأثیر گذار بر میزان مواد آلی پوشش گیاهی می‌باشد، زیرا پوشش گیاهی باعث افزایش کربن آلی و در نتیجه افزایش نفوذ آب و آبشویی سدیم می‌گردد [۳]. البته مواد معدنی مانند میکرو سیلیس ها نیز وجود دارد که می‌تواند بر میزان فرسایش مؤثر باشد و تا حدود زیادی آن را کاهش دهد [۸]. طبق بررسی‌های صورت گرفته از عوامل مؤثر بر اشکال بدلند، خصوصیلت فیزیکی سنگ‌ها می‌تواند به‌عنوان عوامل مؤثر بر آن محسوب گردد، به‌طورکلی لیتولوژی فاکتور مهم در توزیع بدلندها و تنوع مورفولوژیکی آن ها می باشد [۱۱]. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده بر روی اشکال مختلف فرسایشی بدلندها به‌عنوان مهم‌ترین منبع تولید رسوب در حوزه‌ها در هر رویداد شناخته می‌شوند [۶]. همچنین نتایج حاصل از مدل سه بعدی استفاده از لیزر اسکن (TLS) در مقیاس های زمانی مختلف به بررسی الگو های تغییر توپوگرافی در بدلندهای مناطق نیمه مرطوب نتایج بررسی آن‌ها الگوی فرسایشی واضحی را برای بیشتر بدلندها در مقیاس زمانی سالانه (۶ سانتی‌متر در سال) نشان داد.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت، ناهمواری سطح و شیب نیز به عنوان عوامل مؤثر بر تغییرات توپوگرافی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که گرچه تغییرات توپوگرافی می‌تواند تحت تأثیر فرآیندهای انقباض و انبساط هم باشد، اما ناهمواری سطح تأثیر زیادی در کنترل فرایندهای ژئومورفولوژیکی بدلندها دارد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که در بازه‌های زمانی طولانی مدت ممکن است اثر جهت بر تغییر توپوگرافی حذف شود و شیب اهمیت بیشتری پیدا کند [۱۳]. یکی از اشکال مهم دیگر فرسایش پدیدهٔ زمین لغزش می‌باشد که بر اساس بررسی‌های صورت گرفته از عوامل تأثیرگذار بر روی پدیدهٔ لغزش اغلب در تیپ‌های gy1 و gy2 مربوط به نوع رس که شامل: مونت مری لونیت، ایلیت و کلریت و نیز وجود گچ و آهک و نمک است، می‌باشد [۱]. همچنین سه متغیر یون سدیم، نسبت جذب سدیم و درصد رس به‌عنوان عوامل مؤثر در فرسایش و ایجاد اشکال لغزشی می‌توان نام برد [۱۰]. عواملی دیگر نظیر ارتفاع، تراکم شبکهٔ زهکشی، میزان پستی و بلندی و شیب از عوامل مهم در فرسایش محسوب می‌گردد، شناسایی این عوامل می‌تواند برای زمانی‌که امکان اندازه‌گیری مستقیم سرعت فرسایش وجود ندارد، مفید باشد [۱۴].

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، شناسایی انواع تشکیلات زمین شناسی و ترکیبات آن‌ها و دستیابی به راه‌حل‌های اصولی و منطقی جهت کنترل سازندهای حساس به‌خصوص واحدهای مارنی امری ضروری به نظر می‌رسد. در منطقهٔ مورد مطالعه به‌دلیل نوع سازندهای زمین شناسی و درجات مختلف حساسیت‌پذیری آن‌ها به فرسایش و رسوب‌زایی بالای واحدهای مارنی، بسته به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی موجب ایجاد انواع رخساره‌های فرسایشی در حوضه گردیده که به دنبال آن جریانات گل آلود حاصل از فرسایش پذیری و رسوب‌زایی این رخساره‌ها به‌صورت بار معلق و بار بستر، مناطق پایین دست را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لذا بررسی ارتباط بین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی با اشکال فرسایش منجر به شناسایی مناطق حساس با اشکال مشخص و تأثیر هر یک از خصوصیات فوق بر روی این مناطق می‌باشد.

۲. روش شناسی

۱.۲. معرفی حوضهٔ مورد مطالعه

حوضهٔ مورد مطالعه در شمال شرق شهر تبریز و در دامنه‌های رشته کوه عون ابن علی (سرخاب تبریز) و در داخل حوزهٔ آبخیز مذکور و در محدودهٔ جغرافیائی ″۸۸۵ .۲۷ ′۷ °۳۸ شمالی و ″۲۶۷ .۳۸ ′۱ °۳۸ جنوبی و ″۴۸۲ .۵۳ ′۲۷ °۵۲ شرقی و″۰۴۳ .۳۳ ′۱۳ °۵۲ غربی و بر روی بخشی از گسل معروف تبریز قرار گرفته است (شکل ۱). متوسط بارش سالانه حدود ۳۶۵/۴ میلی‌متر و حداکثر آن ۵۵۳/۸ میلی متر و حداقل ۲۲۰/۶ میلی‌متر می‌باشد. متوسط بارش ماهانهٔ ایستگاه معادل ۲۴/۶۳ میلی‌متر بوده که حداکثر آن در ماه‌های فروردین و اردیبهشت با ۶۷/۵ میلی‌متر و حداقل در تیر و مرداد ماه با ۷/۱ میلی‌متر بارش ثبت شده است. مقدار متوسط نم نسبی سالانه ۶۰ درصد و متوسط روزهای یخبندان حوضه ۹۹ روز درسال می‌باشد. مطابق منحنی آمبروترمیک دورهٔ خشک در منطقه از اواسط اردیبهشت (اوایل ماه می) شروع و تا اواخر مهرماه (اواسط ماه اکتبر) ادامه می‌یابد و بقیه ماه‌های سال دورهٔ مرطوب است.

۲.۲. لیتولوژی و ویژگی‌های زمین‌ساختی منطقه

سازندهای حوضهٔ موردنظر در سه مقطع زمانی تشکیل شده است که به ترتیب سنی از قدیم به جدید عبارت است از: (شکل۲)

M_2^{mg}

رسوبات شیلی مارنی به رنگ خاکستری و قرمز یا زرد با میان لایه‌های ماسه سنگی نازک لایه، برروی واحدهای کنگلومرائی و سنگ آهکی جای می‌گیرد.

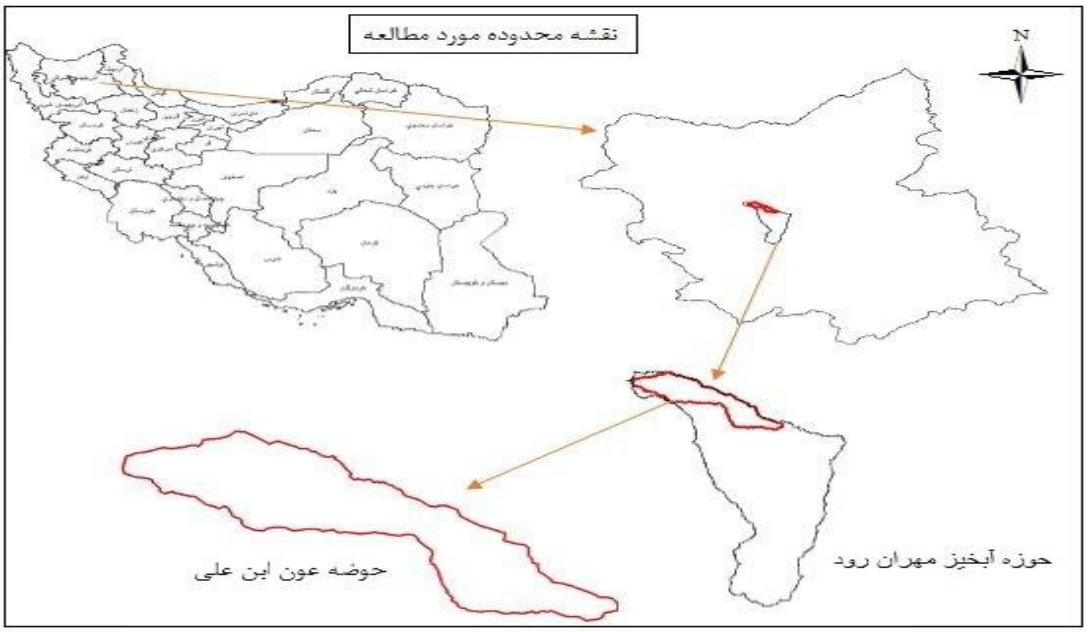
M_4^{sm}

این واحد تناوبی از ماسه سنگ قرمزرنگ، شیل و مارن است و در برخی از موارد لایه‌های میکروکنگلومرائی نیز

www.SID.ir

Archive of SID

در آن دیده می‌شود. آثار جورشدگی دانه‌ها و چینه‌بندی در ابعاد بزرگ در رسوبات ماسه سنگی این واحد به چشم می‌خورد.



شکل۱. نقشهٔ موقعیت جغرافیایی حوضهٔ عون ابن علی (سرخاب تبریز)

M_5

این رسوبات که بخش بالایی میوسن را تشکیل می‌دهند، تناوبی از مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا به رنگ قرمز است. لایه‌های کنگلومرا و ماسه سنگ از متوسط تا ضخیم هستند و در قسمت شمالی حوضهٔ مورد مطالعه مساحت کمی را در بر می‌گیرد.

PIQ^c

یک سری رسوبات سیلابی است، که به‌طور افقی بر روی واحدهای کهن‌تر از خود آرمیده است و شامل تناوبی از کنگلومرا با اجزای آتشفشانی، ماسه، توف و بومیس می‌باشد. این واحد در قسمت جنوب شهر تبریز و در بخش میانی و شمالی منطقهٔ مورد بررسی گسترش دارد. اجزای سازندهٔ کنگلومرا درهم است و با قطر چند سانتیمتر تا ۸۰ سانتیمتر در کنار هم جای گرفته‌اند.

Qt_2

رسوبات آبرفتی جوان که در محل‌های پست‌تری نسبت به رسوبات Qt1 تشکیل شده‌اند، بیشتر رسی است و اجزائی کوچک از سنگ‌های دیگر نیز، در میان این رسوبات به چشم می‌خورد. این رسوبات به دلیل داشتن کیفیت مناسب و موقعیت بهتر، مناطق کشاورزی را تشکیل می‌دهند.

Pl^{dt}

این واحد شامل یک سری رسوبات جوان با تناوبی از فرش‌سنگ، گلسنگ (مادستون)، توف، توف ماسه‌ای و لایه‌های کوارتز دیاتومیت می‌باشد. آثار فسیل‌های ماهی و حشرات و دو کفه‌ای‌ها در میان این رسوبات به فراوانی یافت می‌شود در رسوب‌های این واحد آثار دیاتومیت در قسمت جنوب حوضه جای دارد. این رسوبات بیشتر به عنوان لایه‌های ماهی‌دار (Fish-bed) آواره دارد. در برخی نقاط میان لایه‌های نازک سنگ آهک آب شیرین میان این سری رسوبات یافت می‌شود. رنگ عمومی رسوبات در حالت خشک سفید است ولی در حالت نم‌دار به رنگ سبزخاکستری تبدیل می‌شود (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۷۲).

www.SID.ir

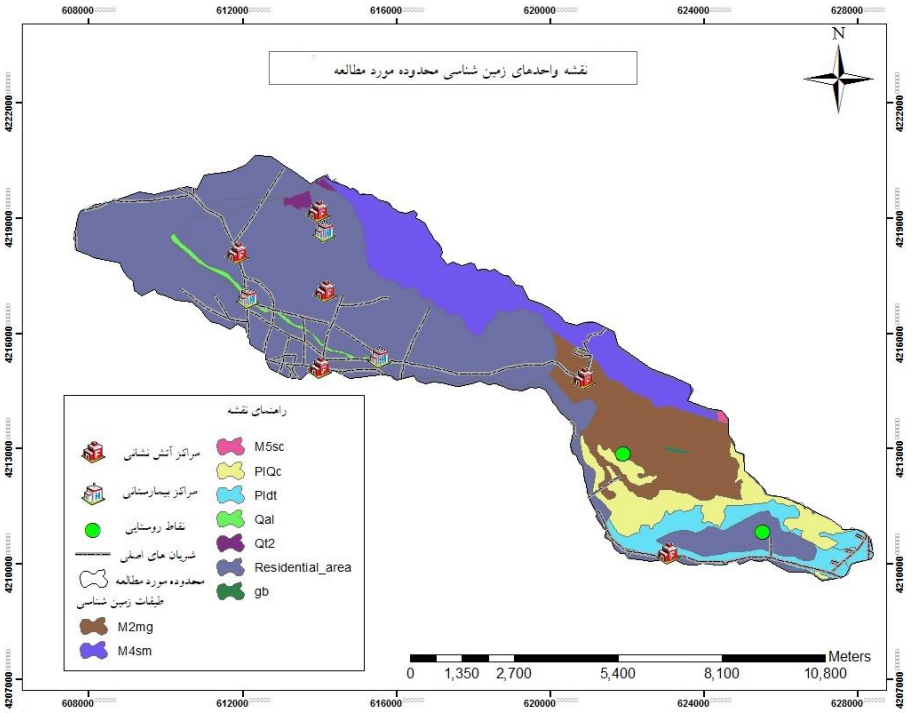
Archive of SID

Q^{al}

رسوبات بستر رودخانه‌های بزرگ جاری در منطقه، بیشتر از رسوبات ماسه‌ای، شنی و قلوه سنگ تشکیل شده‌اند، این گونه رسوبات امروزه نیز در بستر رودخانه‌ها در حال تشکیل است.

G^{d}

گابرو و دارای بافت دانه‌ای است و کانی‌های اصلی آن شامل پلاژیوکلاز و آمفیبول می‌باشد، گابروها به‌صورت گرانیت صورتی رنگ بریده شده‌اند و این گرانیت‌ها به علت تحمل فشارهای شدید تکتونیکی کاملاً خرد شده‌اند. این واحد به‌صورت توده‌های کوچکی در قسمت جنوبی حوضه مشاهده می‌گردد.



شکل۲. نقشهٔ واحدهای زمین‌شناسی حوضهٔ عون ابن علی (سرخاب تبریز)

۳.۲. مراحل اجرای پژوهش

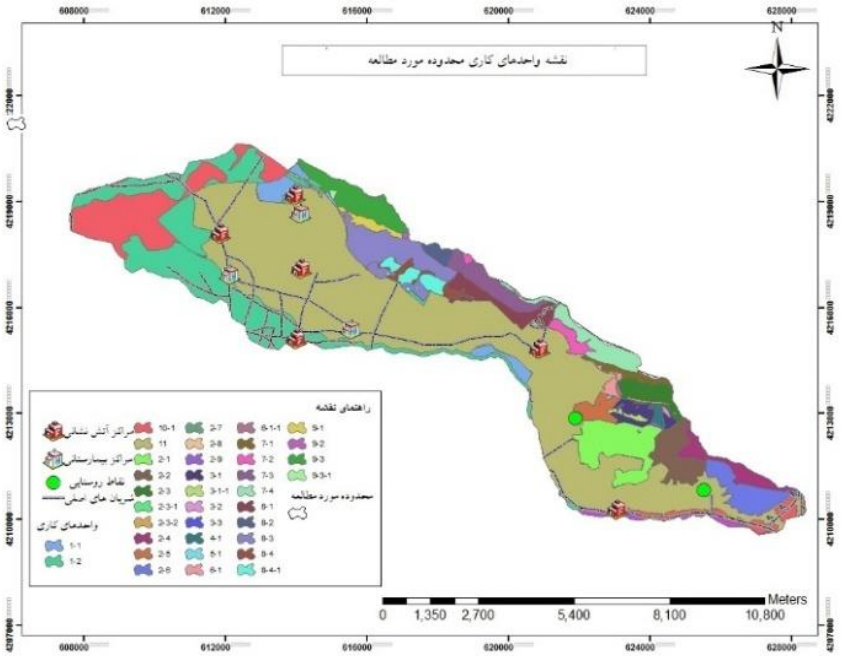
در این تحقیق ابتدا تمامی‌نقشه‌های پایه و سپس نقشهٔ واحدهای کاری را با استفاده از ویژگی‌های شیب، ارتفاع، کاربری، سازندهای زمین شناسی و پوشش گیاهی منطقه توسط نرم‌افزار Arc GIS تهیه گردید (اشکال ۳ و ۴)، در ادامه از مارن‌های مهم و شاخص منطقه در هر واحد کاری به تعداد ۳۵ نمونه در محل انواع فرسایش همراه با ثبت مشخصات مربوط به درصد شیب، جهت شیب، ارتفاع، میزان پوشش گیاهی، و موقعیت جغرافیایی آن‌ها نمونه‌برداری گردید و در هر واحد کاری با استفاده از شبیه ساز باران، رواناب و رسوب جمع‌آوری گردید (شکل۱، جدول۱، تصویر۱)، سپس نمونه ها به آزمایشگاه زمین شناسی انتقال و بر روی آن‌ها آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی و همچنین بر روی تعداد ۵ نمونه از مارن های شاخص منطقه آنالیز XRD صورت می‌گیرد، بدین صورت که نمونه‌ها در محفظه‌ای قرار گرفته است، این محفظه بر روی صفحه دواری در مقابل اشعهٔ x معمولاً ۲۰ تا ۶۰ درجه می‌گردد و اشعهٔ x به آن برخورد نموده و بعضی از آن‌ها منعکس و در دستگاه جمع کنندهٔ اشعه x جمع می‌شود سپس روی استوانه‌ای که کاغذ بر روی آن قرار

www.SID.ir

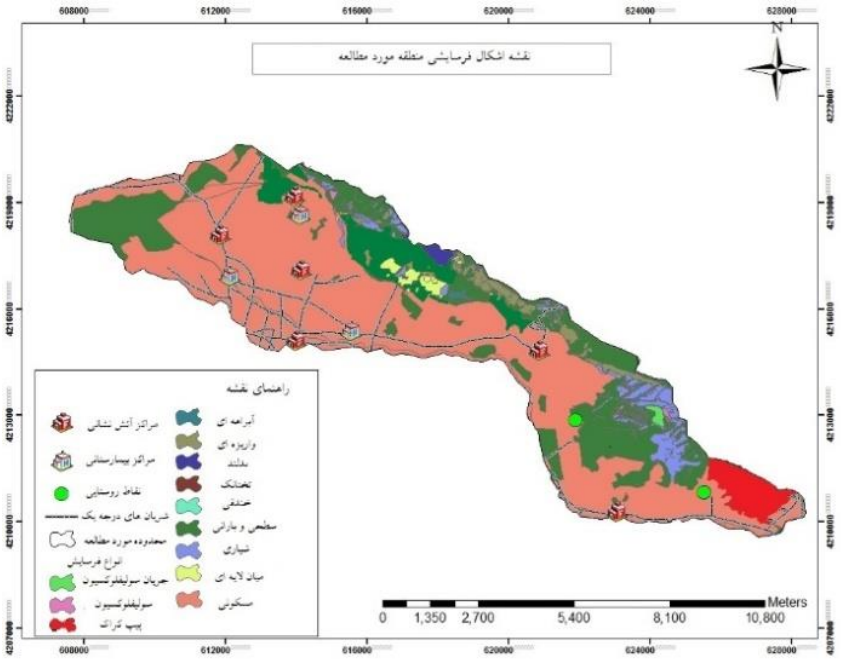
Archive of SID

دارد با همان سرعتی که نمونه‌ها می‌چرخد یکسری دیاگرام ا شعهٔ x ثبت می‌گردد که با ا ستفاده از آن پیک منحنی هر کانی همراه با مساحت زیر هر منحنی مشخص می‌گردد.

همچنین هر یک از پارامترهای روش سلبی در واحدهای کاری دارای مواد متصل سنگی که تعداد آن‌ها به ۴ واحد می‌رسد مورد بررسی قرار گرفت.



شکل۳. نقشهٔ اشکال فرسایش حوضهٔ عون ابن علی (سرخاب تبریز)



شکل۴. نقشهٔ واحدهای کاری حوضهٔ عون ابن علی (سرخاب تبریز)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. مشخصات هریک از واحدهای کاری

کاربری اراضی	رخساره فرسایشی	مشخصات زمین‌شناسی	واحدکاری
پارک	سطحی و بارانی	M4sm	۱-۱
پارک	سطحی و بارانی	Qt2- M4sm	۲-۱
تسطیح	سطحی و بارانی	M2mg	۱-۲
مرتع	سطحی- شیاری- آبراهه‌ای	M2mg	۲-۲
مرتع	شیاری	M2mg-M5sc	۳-۲
مرتع	سولیفولوکسیون	M2mg	۱-۳-۲
مرتع	تختانک	M2mg	۲-۳-۲
مرتع	سطحی و بارانی	M4sm--M5sc-PIQc	۴-۲
تسطیح	سطحی	M2mg	۵-۲
تسطیح	سطحی	M2mg- PIQc-PIdt-gb	۶-۲
مرتع	سولیفولوکسیون	M2mg	۷-۲
مرتع	سولیفولوکسیون	M2mg	۸-۲
مرتع	تختانک- آبراهه‌ای- سولیفولوکسیون	M2mg- M4sm	۱-۳
مرتع	تختانک	M2mg	۱-۱-۳
مرتع	سولیفولوکسیون	M2mg	۲-۳
مرتع	سولیفولوکسیون	M2mg	۳-۳
مرتع	جریان سولیفولوکسیون	M2mg	۱-۴
مرتع	تختانک	M2mg	۱-۵
تسطیح	سطحی و بارانی	M2mg- M4sm	۱-۶
مرتع	تختانک	M2mg	۱-۱-۶
مرتع	واریزه‌ای- سطحی	M4sm	۱-۷
مرتع	واریزه‌ای- سطحی	M4sm	۲-۷
مرتع	واریزه‌ای- سطحی	M4sm	۳-۷
دیم زار	خندقی- سطحی	M4sm	۴-۷
تسطیح- پارک	سطحی و بارانی	M4sm	۱-۸
مرتع	بدلند	M4sm	۲-۸
مرتع- نهال کاری	سطحی- بارانی- شیاری	M4sm	۳-۸
مرتع	بین لایه‌ای	M4sm	۴-۸
مرتع	شیاری	M4sm	۱-۴-۸
مرتع	آبراهه‌ای- شیاری	M4sm	۱-۹
مرتع	بدلند	M4sm	۲-۹
مرتع	سطحی و بارانی- شیاری- آبراهه‌ای	M4sm-Qt2	۳-۹
مرتع	لغزشی	M4sm	۱-۳-۹
پارک- زراعت آبی	بارانی	PIdt	۱-۱۰
مسکونی	-	-	۱۱

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۵. دستگاه شبیه‌ساز باران (*kampHorst*) برای اندازه‌گیری میزان رسوب، رواناب و نفوذ پذیری در هر یک از واحدهای کاری

با توجه به اینکه هدف اصلی در این طرح شناسایی متغیرهایی است که تأثیر مهمی بر نوع فرسایش، مقدار فرسایش و رسوب در مارن‌ها را دارد، لذا دو تیپ اصلی از متغیرها مورد توجه و اندازه‌گیری قرار گرفتند، یکی متغیرهایی که خود شاخصی از شدت و میزان فرسایش هستند که در تجزیه و تحلیل عمدتًا به‌عنوان متغیرهای وابسته درنظر گرفته می‌شوند و در این طرح ۳ مورد از آن‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، که شامل میزان تلفات خاک بر اساس دستگاه شبیه ساز باران و ضریب فرسایش پذیری k و فرسایش پذیری مواد سنگی با استفاده از روش سلبی برای هریک از واحدهای کاری می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش دستگاه شبیه ساز باران میزان تلفات خاک برای هر واحد کاری و همچنین در سطح یک هکتار از هر واحد بر اساس (شکل۶ و ۷) محاسبه گردید. جهت بررسی حساسیت‌پذیری به فرسایش k در معادلهٔ جهانی فرسایش برای تیپ‌های مشخص خاک منطقه پس از مشخص شدن پارامترهای آن بر اساس نموگراف k ضریب فرسایش‌پذیری در هریک از واحدهای کاری مشخص گردید (شکل ۸) و جهت بررسی فرسایش‌پذیری مواد سنگی هر یک از پارامترهای روش سلبی بررسی گردید (جدول۲ و ۳).

دسته یا تیپ دوم از متغیرها که اندازه‌گیری گردید آن‌هایی هستند که در نوع و شدت فرسایش مارن‌ها مؤثر می‌باشند و این متغیرها خود به سه دسته به شرح ذیل تقسیم می‌شوند:

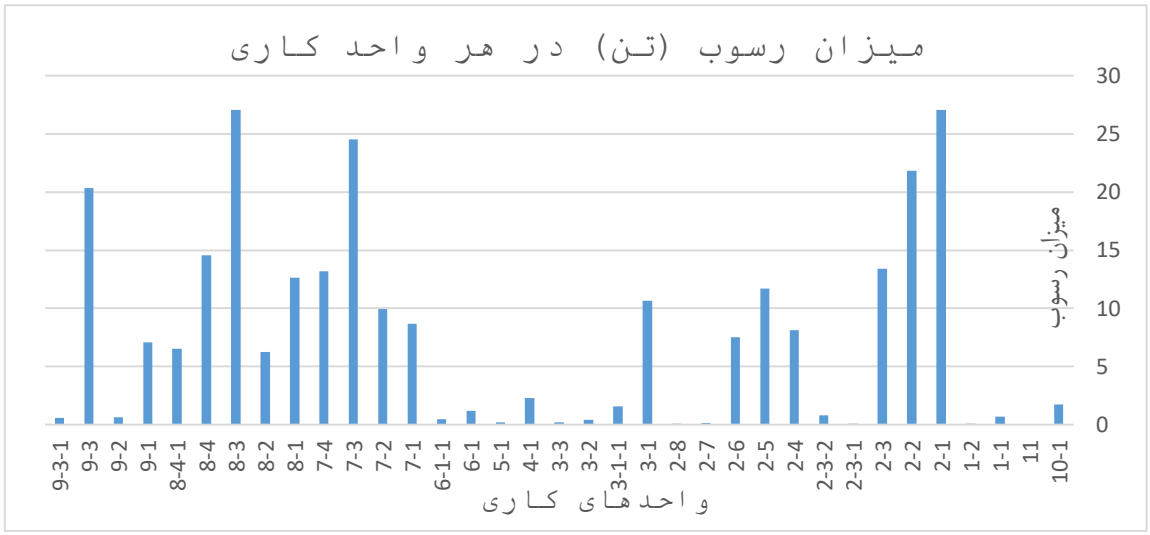
۱- متغیرهای شیمیایی: که شامل PH، هدایت الکتریکی، آهک، کربن آلی، یون سدیم، یون منیزیم، یون کلسیم، مجموع کاتیون‌ها، یون بی کربنات، یون کلرید، مجموع آنیون‌ها، نسبت جذب سدیم، ظرفیت تبادل کاتیونی و مقدار گچ می‌شود و در این طرح همه این متغیرها اندازه‌گیری گردید.

۲- متغیرهای فیزیکی و مکانیکی: اندازه‌گیری این نوع متغیرها در منطقهٔ مورد مطالعه هم بر روی بخش سست خاکی و مواد منفصل و هم برروی بخش سنگی و مواد متصل مورد توجه قرار گرفت، بر روی بخش سست خاکی متغیرهای در صد رس، در صد لای، در صد ما سه، در صد ماسه خیلی ریز، وزن مخصوص حقیقی، حد روانی، حد خمیری و بافت اندازه‌گیری گردید.

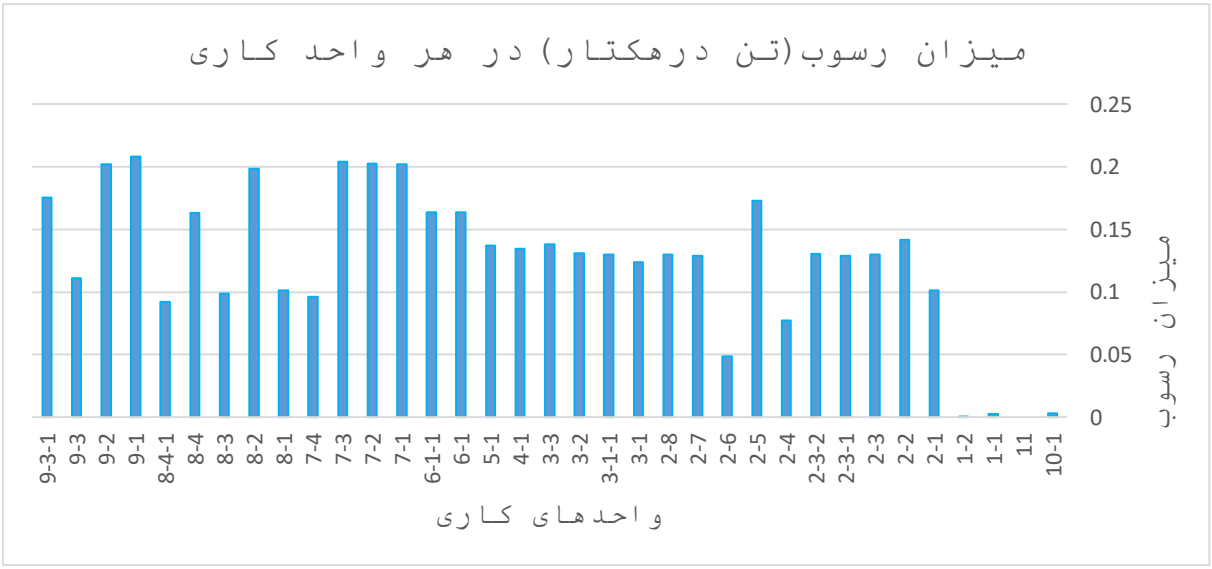
۳- متغیرهای کانی شناسی شامل تشخیص کانی‌های رسی و ورقه‌ای، کانی کربناتی، کانی سیلیس و فلدسپات با استفاده آزمایش XRD می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۶. میزان رسوب تولید شده در هر واحدکاری بر اساس نتایج شبیه‌سازی باران



شکل۷. میزان رسوب تولید شده در سطح یک هکتار از هر واحدکاری بر اساس نتایج شبیه‌سازی باران

جدول۲. امتیازات هر یک از پارامترهای روش سلبی

پارامتر / واحد کاری	چکش اشمیت	هوازدگی	فاصله بین درزه‌ها	جهت یافتگی	فاصله بین درزه‌ها	ممتد یا پر و خالی بودن درزه‌ها	جریان آب از دامنه
۸-۴-۱	۶/۶۸	۵	۴	۸	۳	۲	-
۸-۴	۶/۲۹	۵	۳	۷	۴	۲	-
۸-۳	۶/۰۵	۴	۴	۷	۳	۱	-
۷-۳	۵/۹۶	۵	۴	۸	۳	۲	-

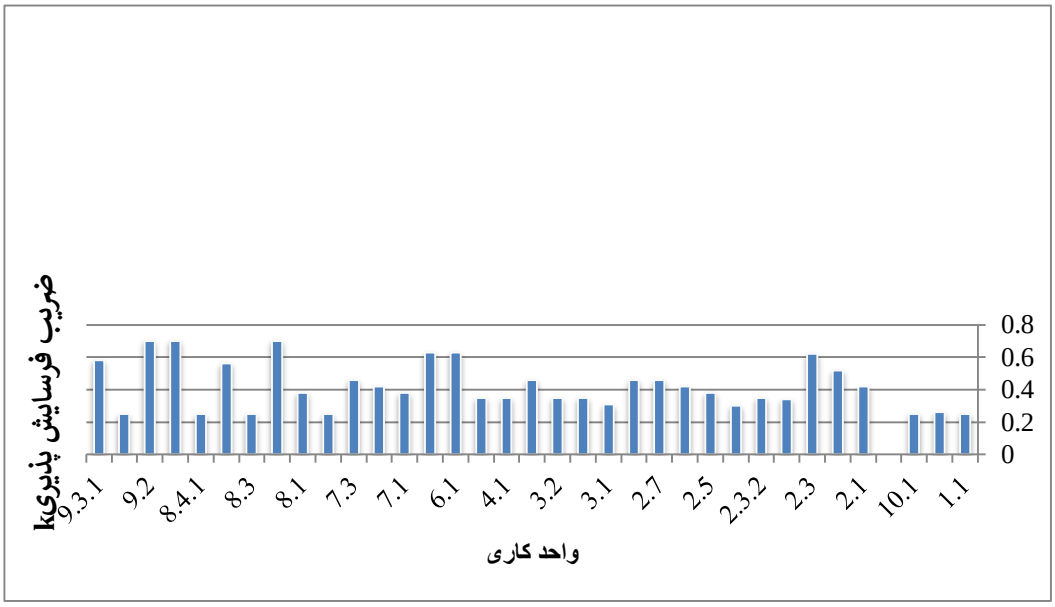
* با توجه به اینکه در پارامتر ۷ (جریان آب از دامنه) متناسب با شرایط منطقه نمی‌باشد لذا این پارامتر حذف گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج حاصل از روش سلبی به شرح جدول زیر برای هریک از واحدهای کاری

شماره واحد کاری	امتیاز روش سلبی	وضعیت مقاومت سنگ
۱-۴-۸	۲۸/۶۸	حساس نسبت به فرسایش
۴-۸	۲۷/۲۹	حساس نسبت به فرسایش
۳-۸	۲۵/۰۵	حساس نسبت به فرسایش
۳-۷	۲۷/۹۶	حساس نسبت به فرسایش



شکل۸. نتایج حساسیت پذیری به فرسایش هر یک از واحدهای کاری

۳. نتایج

برای آزمون فرضیهٔ مقایسهٔ خصوصیات شیمیایی بر اساس نوع فرسایش از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شده است، نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه حاکی است که میزان یون کلسیم، هدایت الکتریکی، ظرفیت تبادل یونی، نسبت جذب سدیم، پتاسیم، کلر و درصد سدیم تبادلی بر اساس نوع فرسایش تفاوت معنی‌داری دارند ($p<۰/۰۵$). ولی سایر خصوصیات شیمیایی بر اساس نوع فرسایش تفاوت معنی‌داری ندارند ($p>۰/۰۵$). برای آزمون فرضیهٔ مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی بر اساس نوع فرسایش نیز از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شده است، نتایج آنالیز واریانس یک طرفه حاکی است که میزان ماسه، سیلت، رس، وزن مخصوص ظاهری و حد خمیری بر اساس نوع فرسایش تفاوت معنی‌داری دارند ($p<۰/۰۵$)، ولی سایر خصوصیات فیزیکی بر اساس نوع فرسایش تفاوت معنی‌داری ندارند ($p>۰/۰۵$) (جدول۴-۷۰). همچنین بر اساس مقایسهٔ نتایج حاصل از آزمایش شبیه ساز باران با بررسی فرسایش‌پذیری با استفاده از روش k واحدهای کاری شمارهٔ ۲-۸ و۲-۹ با اشکال فرسایشی بدلند و واحد کاری ۱-۹ با فرسایش آبراهه‌ای با پوشش ضعیف و با سازند M4sm دارای بیشترین مقدار رسوب‌دهی و واحدهای کاری شماره ۱-۱، ۲-۱ با سازند Qt2 و واحدکاری ۱-۱۰ با سازند pldt با بیشترین درصد پوشش گیاهی و با فرسایش سطحی دارای کمترین میزان رسوب

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. جهت بررسی فرسایش‌پذیری مواد متصل سنگی از روش سلبی استفاده شد که بر اساس این روش امتیاز عوامل شش گانه با حذف پارامتر شیش از بین واحدهای کاری ۱-۴-۸، ۴-۸، ۳-۸ و ۳-۷ که دارای مواد متصل سنگی می باشند واحد ۱-۴-۸ و واحد ۳-۷ دارای بیشترین امتیاز فرسایش و بر این اساس کلیهٔ واحدهای مذکور دارای سنگ‌های حساس به فرسایش می‌باشد که این نوع سنگ‌ها بر اساس درز و شکاف‌های موجود و هوازدگی و شرایط اقلیمی و قرار گرفتن برروی لایه‌های مارنی و همچنین در اثر شکستگی‌های ایجاد شده ناشی از گسل اصلی تبریز، در نهایت موجب سست شدن ماسه سنگ‌های قرمزرنگ و هوازده و حساس نسبت به فرسایش و ایجاد اشکال فرسایشی از نوع واریزه‌ای و به دنبال آن تهدید مناطق مسکونی می‌گردد، به‌طوری‌که در شهرک باغمیشه این واریزه‌ها به‌صورت هم‌جوار تا دیواره‌های مناطق مسکونی جریان یافته است.

بر اساس آنالیز واریانس و با مقایسهٔ خصوصیات شیمیایی و فیزیکی با میزان فرسایش نتایج به شرح زیر به‌دست آمد:

۱.۳. بررسی تأثیر خصوصیات شیمیایی بر میزان فرسایش

از رگرسیون چندگانه هم‌زمان استفاده شده است. نتایج تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین برابر ۰/۸۶ است، یعنی ۸۶ درصد از تغییرات میزان فرسایش توسط خصوصیات شیمیایی تبیین می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴. جدول همبستگی و آزمون معنی‌داری رابطهٔ خطی برای تأثیر خصوصیات شیمیایی بر میزان فرسایش

ضریب همبستگی چندگانه	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای معیار برآورد	دوربین-واتسن	مقدار F	سطح معنی‌داری
۰/۹۷۶[a]	۰/۹۵۴	۰/۸۶۱	۰/۰۲۲۰۳	۲/۲۶۴	۱۰/۲۶۵	۰/۰۰۰[a]

سطح معنی‌داری آزمون برابر ۰/۰۰۱ است. با توجه به اینکه سطح معنی‌داری آزمون F کمتر از ۰/۰۵ است نشان می‌دهد که بین متغیر ملاک و متغیرهای پیش‌بین رابطهٔ خطی معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵).

۲.۳. بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی بر میزان فرسایش

از رگرسیون چندگانه هم‌زمان استفاده شده است. نتایج تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که ضریب تعیین برابر ۰/۷۸۶ است، یعنی ۷۹ درصد از تغییرات میزان فرسایش توسط خصوصیات فیزیکی تبیین می‌شود (جدول ۶).

سطح معنی‌داری آزمون F برابر ۰/۰۰۲ است. با توجه به اینکه سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ است نشان می‌دهد که بین متغیر ملاک و متغیرهای پیش‌بین رابطهٔ خطی معنی‌داری وجود دارد (جدول ۷).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج روش فرسایش پذیری k، واحدهای کاری با فرسایش بدلند و تقریباً بدون پوشش گیاهی ضریب فرسایش پذیری (k) ۷۰ درصد و واحدهای با فرسایش سطحی و بارانی و با پوشش مناسب‌تر با ضریب فرسایش پذیری (k) ۲۵ درصد تعلق گرفت، از بین متغیرهای k، در صد کربن آلی بیشترین تأثیر را بر میزان فرسایش دارد، به‌طوری‌که واحدهای با درصد پوشش گیاهی بیشتر کربن آلی بیشتری را داشته و فرسایش هم به همان میزان کاهش می‌یابد. همچنین بر اساس نتایج تجزیهٔ آماری SPSS از نظر توزیع فراوانی نوع فرسایش،

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین اشکال فرسایشی مربوط به فرسایش سطحی و بارانی با ۱۷/۵ درصد می‌باشد. طبق نتایج بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بر میزان فرسایش با استفاده از رگرسیون چندگانه همزمان، نشان می‌دهد که خصوصیات شیمیایی با ضریب تعیین برابر ۰/۸۶ بیشترین تأثیر را بر میزان فرسایش دارد. جهت بررسی فرسایش پذیری مواد متصل سنگی با استفاده از روش سلبی، متوسط امتیاز روش مذکور برای واحدهای دارای مواد سنگی ۲۷/۲۴ که همگی حساس نسبت به فرسایش می‌باشند که این امر منجر به ایجاد درز و شکاف‌های زیادی در این نوع سنگ‌ها گردیده که به دنبال آن به دلیل شرایط اقلیمی و ایجاد هوازدگی و همچنین قرار گرفتن برروی لایه‌های مارنی و از طرفی نیز در اثر شکستگی‌های ایجاد شده ناشی از گسل اصلی تبریز، در نهایت موجب سست شدن ماسه سنگ‌های قرمزرنگ و هوازده و حساس نسبت به فرسایش و ایجاد اشکال فرسایش واریزه‌ای و تهدید مناطق مسکونی می‌گردد، به‌طوری‌که در شهرک باغمیشه این واریزه‌ها به‌صورت همجوار تا دیواره‌های مناطق مسکونی جریان یافته است.

جدول ۵. جدول ضرایب رگرسیون برای تأثیر خصوصیات شیمیایی بر میزان فرسایش

	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	مقدار t	سطح معنی‌داری
	B	خطای معیار	Beta (بتا)		
مقدار ثابت	-۰/۱۱۳	۰/۳۴۹		-۰/۳۲۳	۰/۷۵۳
سدیم قابل تبادل	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲	۰/۲۵	۰/۹۸۱
یون سدیم	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۱۴۵	-۰/۵۶۷	۰/۵۸۳
منیزیم	-۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	-۰/۱۳۷	-۰/۵۸۹	۰/۵۶۹
یون کلسیم	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۶۴۴	۱/۵۹۳	۰/۱۴۲
کربن آلی	-۰/۰۹۳	۰/۱۳۵	-۰/۴۱۱	-۰/۶۹۲	۰/۵۰۵
آهک	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	-۰/۱۷۰	-۰/۷۲۶	۰/۴۸۴
اسیدیته	۰/۰۳۲	۰/۰۳۵	۰/۲۱۴	۰/۹۲۸	۰/۳۷۵
مس	۰/۰۳۷	۰/۰۴۵	۰/۲۷۱	۰/۸۱۱	۰/۴۳۶
هدایت الکتریکی یا EC	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۱۳۱	۰/۱۵۵	۰/۸۸۰
ظرفیت تبادل یونی	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	-۱/۰۳۱	-۱/۴۳۵	۰/۱۸۲
یون سولفات	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	-۰/۲۱۰	-۰/۵۶۵	۰/۵۸۵
آلومینیم	۰/۰۴۶	۰/۰۳۳	۰/۳۹۷	-۱/۳۷۹	۰/۱۹۸
گچ	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۶۱	۰/۱۵۵	۰/۸۸۰
نسبت جذب سدیم	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۹۳۵	۱/۱۲۱	۰/۲۸۸
آهن	-۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	-۰/۰۸۰	-۰/۲۳۴	۰/۸۲۰
پتاسیم	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۱	۰/۹۹۹
سدیم	۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	۰/۲۲۸	۰/۴۰۱	۰/۶۹۷
سیلیسیم	-۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	-۰/۳۵۹	-۰/۶۶۶	۰/۵۲۱
کلر	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	-۰/۵۰۸	-۰/۷۴۷	۰/۴۷۲
درصد سدیم تبادلی	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۶۴۴	۱/۰۳۱	۰/۳۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. جدول همبستگی و آزمون معنی‌داری رابطهٔ خطی برای تأثیر خصوصیات فیزیکی بر میزان فرسایش

ضریب همبستگی چندگانه	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای معیار برآورد	دوربین-واتسن	مقدار F	سطح معنی‌داری
۰/۹۴۲[a]	۰/۸۸۶	۰/۷۸۶	۰/۰۲۷۷۲	۲/۴۶۸	۸/۷۸۶	۰/۰۰۲[a]

جدول ۷. جدول ضرایب رگرسیون برای تأثیر خصوصیات فیزیکی بر میزان فرسایش

	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	مقدار t	سطح معنی‌داری
	B	خطای معیار	Beta (بتا)		
مقدار ثابت	۵/۰۴۰	۳/۳۹۴		۱/۴۸۵	۰/۱۷۲
ماسه خیلی ریز	-۰/۰۲۸	۰/۰۳۴	-۱/۵۲۵	-۰/۸۴۰	۰/۴۲۳
ماسه	-۰/۰۴۱	۰/۰۳۴	-۷/۰۶۹	-۱/۲۰۴	۰/۲۵۹
سیلت	-۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	-۴/۳۴۶	-۱/۰۰۶	۰/۳۴۱
رس	-۰/۰۳۹	۰/۰۳۴	-۵/۸۶۶	-۱/۱۳۲	۰/۲۸۷
وزن مخصوص ظاهری	-۰/۴۱۵	۰/۳۴۷	-۰/۲۶۳	-۱/۱۹۴	۰/۲۶۳
شاخص خمیری	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۱۰۰	۰/۲۳۷	۰/۸۱۸
حد خمیری	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	-۰/۵۵۵	-۱/۴۱۲	۰/۱۹۲
حد روانی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۵۱	۰/۰۹۵	۰/۹۲۶

واحدهای مارنی M4sm با توجه خصوصیات توپوگرافی آن‌ها با شیب‌های تند، قرار گرفتن برروی گسل تبریز و ارتعاشات ناشی آن و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن، یکی از حساس‌ترین واحدها به فرسایش آبی می‌باشد و اشکال فرسایشی آن بیشتر به‌صورت سطحی، شیاری، بدلند، لغزشی و واریزه‌ای می‌باشد و واحدهای Pldt با توجه به توپوگرافی ملایم‌تر و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مقاومت بیشتری نسبت به فرسایش دارند و اشکال فرسایش بر روی آن بیشتر به‌صورت سطحی و بارانی می‌باشد.

بر اساس نتایج شبیه ساز باران واحدهای با اشکال فرسایشی سطحی و بارانی و با سازند M4sm با توجه به وسعت واحد مذکور و با کاربری مرتع با پوشش ضعیف دارای بیشترین میزان رسوب (۰۸۵/ ۲۷ تن) و واحدهای کاری با سازند Qt2 با کاربری پارک و فضای سبز که به‌دلیل پوشیده بودن سطح خاک و همچنین شیب کمتر و وسعت کم این منطقه دارای کمترین میزان رسوب (۰/۰۱۷۴ تن) در واحدهای کاری مذکور می باشد. همچنین طبق نتایج آزمایش شبیه ساز باران نیز از نظر واحد سطح (هکتار)، اشکال فرسایشی بدلند با میزان رسوب ۰/۲۰۰۹ تن در هکتار و اشکال فرسایش سطحی با میزان رسوب ۰/۰۰۰۰۱۹ تن در هکتار و با اشکال فرسایش سطحی و بارانی دارای کمترین میزان رسوب می‌باشد.

بررسی‌های متغیرهای فیزیکی توسط آنالیز واریانس و آنالیز تفکیکی مشخص می‌نماید از بین متغیرهای فیزیکی میزان ماسه با فرسایش واریزه‌ای و میزان سیلت با فرسایش بدلند و فرسایش لغزشی رابطهٔ مستقیم دارد. با توجه به اینکه فرسایش واریزه‌ای اکثراً در مناطقی که به دلیل وجود درز و شکاف‌های زیاد و هوازدگی منجر به خرد شدن ماسه سنگ‌های حساس گردیده که بر اساس روش سلبی سنگ‌های حساس به فرسایش می‌باشند، رخ

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهند. سیلت نیز به دلیل عدم خا صیت چ سبندگی و کمبود مواد آلی نسبت به فرسایش بسیار حساس می‌باشد به‌طوری که اغلب منجر به اشکال فرسایش بدلند و لغزشی می‌گردد، همچنین میزان وزن مخصوص ظاهری با فرسایش لغزشی و حد خمیری که منجر به حرکت و جدایی طبقات رس می‌گردد، با فر سایش سولیفلوکسیون و جریان سولیفولوکسیون رابطهٔ مستقیم دارد.

متغیرهای نوع کانی نشان می‌دهد خاک‌هایی که دارای رس‌هایی مانند مونتموریونیت می‌با شند با مقدار زیاد Na، ESP، k وCl خاک دانه‌ها ناپایدار که در برابر فرسایش بسیار حساس می‌گردد در این نوع خاک‌ها فرسایش از نوع بدلند و شیاری رخ می‌دهد در این نوع خاک‌ها میزان روا ناب و رسوب افزایش و میزان نفوذ پذیری کاهش می‌یابد.

بر رسی‌های متغیرهای شیمیایی تو سط آنالیز واریانس و آنالیز تفکیکی مشخص می‌نماید که متغیرهای شیمیایی شامل EC، SAR ESP و CL با فرسایش لغزشی و پتاسیم با فرسایش بدلند رابطهٔ مستقیم دارد و با کربن آلی رابطهٔ معکو سی دارد در واقع کربن آلی نیز با پو شش گیاهی رابطه مستقیمی دارد، به‌طوری‌که مواد آلی باعث افزایش پوشش گیاهی و پوشش گیاهی نیز منجر به آبشویی سدیم و پتاسیم و در نتیجه بر میزان EC، SAR تأثیر مستقیم دارد که این امر با نظریهٔ سایر محققین مطابقت دارد، به‌طوری‌که بر اساس این مطالعات کمبود مواد آلی به‌عنوان یکی از عوامل مهم در اشکال فرسایش بدلند در نظر گرفته می‌شود [۳]. از عوامل تأثیر گذار بر میزان مواد آلی پوشش گیاهی می‌باشد زیرا پوشش گیاهی با عث افزایش کربن آلی و در نتی‌جه افزایش نفوذ آب و آبشویی سدیم می‌گردد [۳]. نتایج به‌دست آمده در حوضهٔ مورد مطالعه تا حدود زیادی شبیه نتایج مطالعات صورت گرفته در گذ شته ا ست به طوری‌که همگی تأکید دا شتند که کمبود کربن آلی و پوشش گیاهی از عوامل مهم تأثیر گذار بر فرسایش بدلند می‌باشد.

با توجه به حساسیت منطقه و ارتباط تنگاتنگ با حوضهٔ شهری پیشنهاد می‌گردد راهکارهایی جهت کنترل سیل، رسوب و اشکال مختلف فرسایش به‌صورت بیولوژیکی با کشت گونه‌های متناسب با شرایط منطقه، مکانیکی با ایجاد کانال‌های روباز و زهکشی جریانات سطحی، مدیریتی با قرق دام و جلوگیری از تغییر کاربری و شیمیایی به‌صورت تزریق و محلول پاشی با ترکیبات شیمیایی مناسب جهت بهبود ساختمان خاک صورت گیرد.

References

[1] Ahmadi, H. (2008). *Applied Geomorphology*, Volume 1, Water erosion, Tehran University Publications.

[2] Amiri, M., Nazri, Pouya, H. and Peyrovan, H. R. (2009). Factors affecting the erodibility of Marls in Hamadan province using rainfall stimulator device, *Journal of Watershed Engineering and Management*. 1(3), 25-44.

[3] Bierbas, P., Wündsch, M. and Michalzik, B. (2014). The impact of vegetation on the stability of dispersive material forming biancane badlands in Val d'Orcia, Tuscany, Central Italy. Catena, 113, 6-26.

[4] Bouma, N. A. and lmeson, A. C. (2000). lnvestigation of Relationships between Measured Field Indicators and Erosion Processes on Badland Surfaces at Petrer, Spain, *catena*, (40),147-171.

[5] Castaldi, F., and Chiocchini, U. (2012). Effects of land use changes on badland erosion in clayey drainage basins, Radicofani, Central Italy. *Geomorphology*, (169-170), 98-108.

www.SID.ir

Archive of SID

[6] Gallart, F., Pérez Gallego, N., Latron, J., Catari, G., Martmez Carreras, N., and Nord, G. (2013). Short and long-term studies of sediment dynamics in a small humid mountain Mediterranean basin with badlands. *Geomorphology*, (۱۹۶), ۲۴۲-۵۱.

[7] Katharina, J. A. (2008). Badlands in marl lithologies: A field guide to soil dispersion, subsurface erosion and piping-origin gullies. *catena*, no. 04-005.

[8] Moradi, Gh., Alizadeh, M., and Pashayan, M. (2012). Effect of Micro-Silica on the resistance and swelling of Marlian soil stabilized by lime. *9th International Congress on Civil Engineering*.

[9] Moreno, M. (2016). *Lithology controls the regional distribution and morphological diversity of montane Mediterranean badlands in the upper Llobregat basin (eastern Pyrenees)*, 273, 107-115.

[10] Rezaei, K. H. (2016). Effect of physical and chemical properties of marls on their erodibility using a rain simulator device in Nobaran region, Saveh, *Quantitative Geomorphology Research*, 5(3).

[11] Rienks, S. M., Botha, G. A., and hughes, J. C. (2000). 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*, 39, ll-31.

[12] Tenaw asres, M. and Awulachew, S. (2010). SWAT based runoff and sediment yield modelling: a case study of the Gumera watershed in the Blue Nile basin, *Ecohydrology*, 10 (2–4), 191-199.

[13] Vercat, D., Smith. M. W., and Brasington, J. (2014). Patterns of topographic change in sub – humid badlands determined by high resolution multi-temporal topographic surveys, *Catena*, 120, 164-176.

[14] Vergari, F. (2015). *Assessing soil erosion hazard in a key badland area of Central Italy*. Nat. Hazard, 79, 71-95.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir