بررسی ارتباط بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن حساس به فرسایش (M_2^{mg}) حوزه آبخیز تلخه‌رود با اشکال مختلف فرسایش

رامین سلماسی[1]، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
حمیدرضا پیروان، استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

دریافت مقاله: ۹۰/۰۹/۲۲ پذیرش مقاله: ۹۱/۰۳/۱۸

چکیده

بیشترین میزان فرسایش و تولید رسوب حوزه آبخیز تلخه‌رود مربوط به سازندهای مارنی می‌باشد. در پژوهش حاضر تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مارن در پیدایش فرسایش شیاری، خندقی، توده‌ای و هزاردره‌ای مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، در واحدهای یکسان مارنی از مارن‌های با اشکال مختلف فرسایش نمونه‌گیری شد و ویژگی‌های اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، سدیم، پتاسیم، کلر، کلسیم و منیزیم، ظرفیت تبادل کاتیونی، گچ، آهک، درصد ماسه، سیلت و رس، نفوذپذیری و پایداری خاک‌دانه‌ها اندازه‌گیری شد. سدیم قابل جذب این نمونه‌ها نیز محاسبه شد. داده‌ها مورد تجزیه آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد از بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده، در اسیدیته، گچ و درصد ماسه نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در بین فرسایش‌های توده‌ای و هزاردره‌ای، اسیدیته، تفاوت معنی‌دار دارد. درصد ماسه در بین اشکال مختلف فرسایش خندقی و هزاردره‌ای و مقدار گچ در بین اشکال مختلف فرسایش شیاری، خندقی و هزاردره‌ای تفاوت معنی‌دار نشان داد.

واژه‌های کلیدی: رسوب، فرسایش شیاری، خندقی، توده‌ای و هزاردره‌ای

مقدمه

سازندهای مارنی به‌علت داشتن ترکیبات خاص، نسبت به فرسایش حساس هستند، به‌طوری که بیشترین میزان فرسایش و تولید رسوب حوزهای آبخیز را تولید می‌نمایند (عباسی،۱۳۸۴). در حوزه آبخیز تلخه‌رود میانگین رسوب تولیدی برابر ۹۴۶۲۰۴۷ مترمکعب در سال برآورد شده است که معادل ۸۱۲ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال می‌باشد. ملاحظه این ارقام نشان‌دهنده فرسایش بالای این حوضه می‌باشد. علت اصلی بالا بودن رسوب در این حوضه مربوط به تشکیلات مارنی است، زیرا مقاومت آن‌ها در برابر فرسایش کم بوده و فاقد پوشش گیاهی هستند، چرا که پوشش گیاهی بر روی این تشکیلات استقرار نمی‌یابد (مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۷۳). برحسب ترکیبات کانی‌شناسی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، شرایط اقلیمی و توپوگرافی اشکال گوناگون فرسایش بر روی مارن‌ها تشکیل می‌شود. از عمده‌ترین اشکال فرسایش این سازندها می‌توان به فرسایش‌های شیاری، خندقی، هزاردره‌ای، آبراهه‌ای و توده‌ای اشاره نمود.

فرسایش شیاری، فرسایشی است که طی آن، آبراهه‌های کوچک به‌وسیله آب در نزدیکی دامنه‌های کم شیب کنار جاده‌ها و کنار مزارع شخم خورده به وجود می‌آید. این شکل فرسایش به‌صورت خطوط موازی کم عمق ظاهر و سپس عمیق می‌شود. هنگامی که آبراهه‌های فرسایش یافته در سطح زمین، به اندازه‌ای بزرگ شوند که امکان عبور و مرور

[1] نویسنده مسئول: raminsalmassi@yahoo.com

وسایل کشت و زرع ممکن نباشد، آن را فرسایش خندقی گویند. این نوع فرسایش در خاک‌های ضخیم و با بافت سست به وجود می‌آید. می‌توان مطرح نمود فرسایش خندقی همان فرسایش شیاری است که ابعاد آن بزرگ‌تر شده است. اگر فرسایش خندقی گسترش یابد، تبدیل به فرسایش بدلند یا هزاردره‌ای می‌شود. این نوع فرسایش در زمین‌هایی اتفاق می‌افتد که حساسیت آن‌ها به فرسایش زیاد بوده و به راحتی شکسته و با آب حمل خواهند شد. در این نوع فرسایش حجم زیادی از خاک همانند توده بزرگ به حرکت در آمده و در پای دامنه شیب‌دار کوه و تپه یا درون آبراهه‌ها جمع می‌شود. در فرسایش توده‌ای، حجم زیادی از خاک همانند توده بزرگ به حرکت در آمده و در پای دامنه شیب‌دار کوه و تپه یا درون آبراهه‌ها جمع می‌شود.

قدیمی عروس محله و همکاران (۱۳۷۸ الف، ب و ج) نشان دادند در فرسایش‌های ورقه‌ای، شیاری و هزاردره‌ای مارن‌های منطقه تفرش بین مقادیر سدیم، منیزیم، pH، SAR و کربن آلی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، از بین تمامی متغیرهای فیزیکی و شیمیایی، پارامترهای یاد شده در بالا هستند که بر رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آن‌ها شامل پخشیدگی یا پراکندگی ذرات (Dispersion)، پایداری خاک‌دانه‌ها، جریان رواناب در سطح و غیره و در نتیجه فرسایش‌پذیری و تولید رسوب در مارن‌ها موثر می‌باشند. در نتیجه، اقدامات اصلاحی به‌منظور کاهش رسوب، می‌تواند با تغییر ویژگی‌های شیمیایی یاد شده در مارن‌ها انجام گیرد.

به‌منظور اندازه‌گیری عوامل موثر بر گسترش فرسایش در اراضی مارنی، Ghossian و همکاران (۱۹۷۸) آزمایش‌های توزیع اندازه ذرات، مواد آلی، کربنات کلسیم، اسیدیته، پایداری ساختمان خاک، نفوذپذیری و رطوبت معادل را بر روی خاک‌های مارنی اراضی مستعد فرسایش انجام دادند و با استفاده از آزمون‌های آماری، نتیجه گرفتند که از بین ویژگی‌های یاد شده، توزیع ذرات با اندازه مختلف به‌ویژه ذرات ماسه، بیشترین عامل گسترش فرسایش بوده است. نتایج پژوهش Suzanne (۱۹۹۷) نشان داد بیشتر فرسایش خندقی در رسوباتی مشاهده شده که درصد سدیم محلول ESP[1] و نسبت جذب سدیم (SAR) بالایی دارند. در خندق‌ها، این دو پارامتر می‌تواند یک شاخص مهم در میزان پخشیدگی خاک باشد. Bouma (۱۹۹۸) پارامترهایی نظیر هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، درصد کربنات کلسیم و نوع کانی رسی در نمونه‌های مارن سفید، قهوه‌ای و خاکستری بدلندهای Peterz سراسر کشور را بررسی کرد و نتیجه گرفت که پارامترهایی نظیر هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم ارتباط زیادی با فرسایش‌پذیری بدلندها دارند و کربنات کلسیم در مارن‌های سفید سبب پایدار شدن این نوع مارن‌ها در برابر شستشوی سطحی و پخشیدگی نسبت به انواع خاکستری و قهوه‌ای شده است. امامی و قضاوی (۱۳۷۹) طی پژوهش‌هایی که انجام دادند، وجود میان لایه‌های مارنی حاوی کانی‌های رسی از جمله ایلیت و مونتموریونیت را عامل ذاتی و اساسی آماس‌پذیری و تضعیف خواص مکانیکی خاک‌های نرم استان چهار محال و بختیاری دانستند.

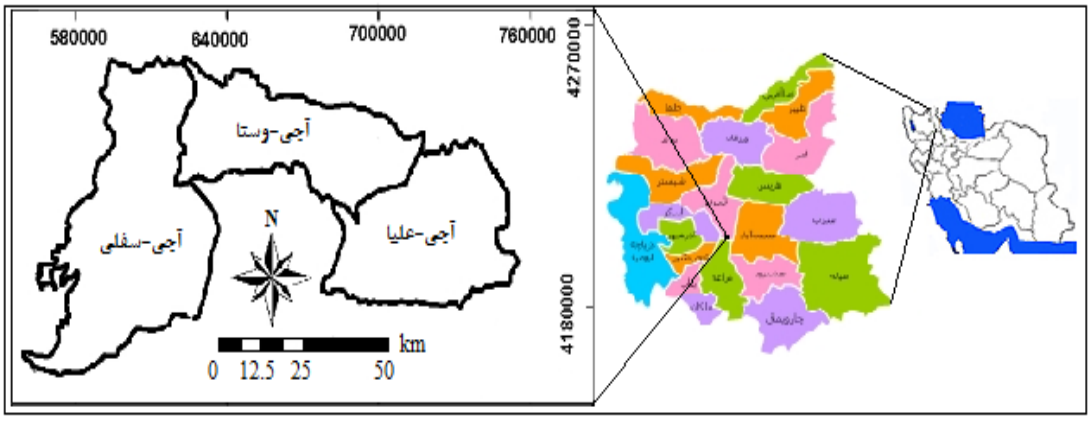
نهشته‌های مارنی نسبت به فرسایش حساسیت زیادی دارند و در اکثرحوضه‌های منتهی به سد، سهم رسوب‌دهی بالایی را در حوضه نشان می‌دهند. فرسایش‌پذیری این واحدهای زمین‌شناسی به خصوصیات ذاتی آن‌ها از جمله ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و فاکتورهای مهندسی مانند حدود آتربرگ بستگی دارد و لذا جهت دسته‌بندی طبقات مارنی و تعیین درجه حساسیت آن‌ها به فرسایش ضروری است که ارتباط بین پارامترهای ذاتی این واحدهای زمین‌شناسی با شکل فرسایش در طبیعت شناسایی شود. شکل فرساش به‌نوعی شدت فرسایش‌پذیری این واحدها را نشان می‌دهد و تشخیص آن در صحرا به‌راحتی امکان‌پذیر است. در این پژوهش سعی شده است که ارتباط بین شکل فرسایش و خصوصیات ذاتی مارن‌های حوزه آبخیز تلخه‌رود مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: حوزه آبخیز تلخه‌رود از جمله بزرگ‌ترین حوزه‌های آبخیز کشور است که در استان آذربایجان شرقی واقع شده است. در شکل ۱ محدوده این حوضه نشان داده شده است. وسعت بالای سازندهای مارنی در حوزه

[1] Exchangeable Sodium Percentage

آبخیز تلخه‌رود و فرسایش‌پذیری زیاد این سازندها باعث شده است که بر روی آن‌ها اشکال مختلف فرسایش مانند هزاردره‌ای، آبراهه‌ای، خندقی و توده‌ای تشکیل شده و باعث بروز مشکلات زیادی از جمله انباشتگی رسوب در سدهای مخزنی، پر شدن کانال‌های آب‌رسانی و بستر سیلابی رودخانه‌ها را شود. به‌این‌منظور این پژوهش پایه‌ریزی شد تا با یافتن رابطه بین ویژگی‌های مارن‌ها و نوع فرسایش ایجاد شده در حوضه مورد نظر بتوان راه‌های کاربردی مرتبط با ویژگی‌های خاک را برای مهار رسوبات تولیدی مشخص نمود و باعث کاهش خسارات اقتصادی درکشور شد.



شکل ۱- محدوده حوزه آبخیز تلخه‌رود (موقعیت در نقشه ایران)

ویژگی‌های کلی حوزه آبخیز تلخه‌رود: حوزه آبخیز تلخه‌رود (آجی‌چای) با مساحتی برابر ۷۶۷۵۰۰ هکتار در مختصات جغرافیایی به‌طول ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و به‌عرض ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی قرار دارد. این حوضه از شمال و شرق به حوزه آبخیز دره رودچای، از جنوب به حوزه آبخیز سفیدرود و از غرب به حوضه آجی‌چای سفلی محدود می‌شود. رودخانه اصلی حوضه، تلخه‌رود به‌طول ۲۲۶ کیلومتر از ارتفاعات شمال‌شرقی حوضه منشا گرفته و در خط القعر رودخانه به‌سمت غرب طی مسیر می‌کند. سازندهای حاوی مارن در قسمت‌های مختلف ایران از جمله منطقه مورد مطالعه این پژوهش گسترش زیادی دارند. قسمت عمده مارن‌های این منطقه در اطراف شهرستان خواجه (قسمت‌های مرکزی حوضه) و اسپیران (قسمت‌های غرب حوضه) پراکنش دارند. با توجه به این‌که منطقه مطالعاتی در محاصره کوه‌های سهند، سبلان و رشته‌کوه بزقوش و در مسیر حرکت ابرهای باران‌زا قرار گرفته، بارش‌های نوع اروگرافیک (کوهستانی) در منطقه اهمیت خاصی دارند. بخش عمده بارش‌های منطقه را بارش‌های کوهستانی تشکیل می‌دهند. متوسط بارندگی ماهانه در ارتفاعات مختلف در دوره پایه مشترک (۲۴ساله) از ۲۵۵/۴ تا ۹۲۷/۵ میلی‌متر در سال در تغییر است. براساس روش دومارتن گسترش یافته، اقلیم منطقه، نیمه خشک سرد تا نیمه‌خشک فراسرد می‌باشد، لذا با توجه به وضعیت آب و هوایی حوضه، فصل تابستان به‌عنوان بهترین فصل جهت نمونه برداری‌های خاک پیشنهاد می‌شود.

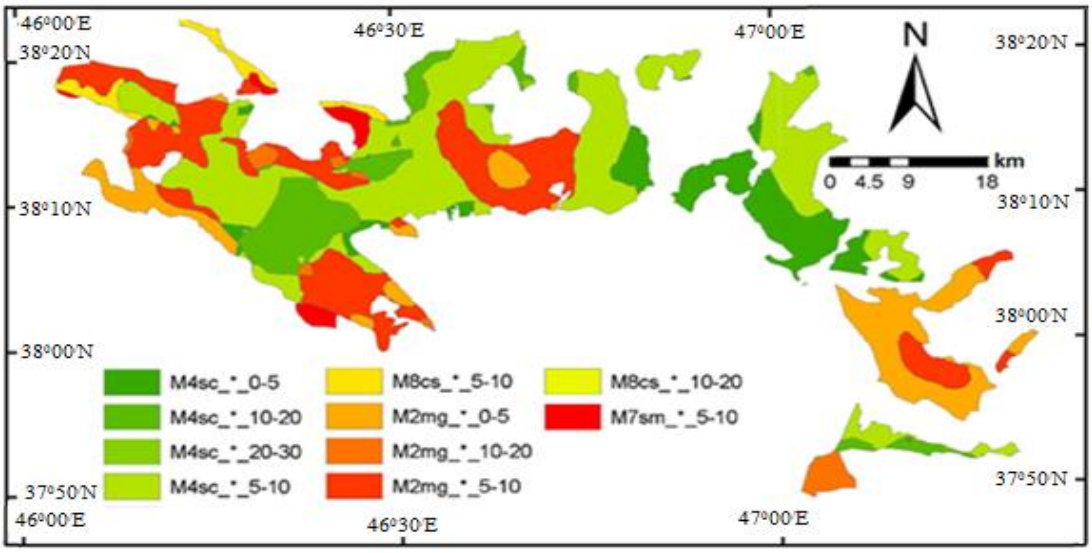
در این پژوهش، تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها بر روی اشکال مختلف فرسایش تعیین شد. به‌منظور حذف تاثیر سایر خصوصیات، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی در سازندهای مارنی یکسان که بر روی واحدهای همگن قرار داشتند، انجام گرفت. ابتدا با روی‌هم گذاشتن نقشه‌های درصد شیب، جهت شیب و ارتفاع، نقشه واحدهای کاری همگن به‌دست آمد. سپس از اشکال مختلف فرسایش واحد مارنی انتخاب شده، نمونه‌برداری انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی (درصد ذرات ماسه، سیلت و رس و نفوذپذیری) و شیمیایی (ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد جذب سدیم، هدایت الکتریکی، مقادیر یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیوم و کلر، آهک، گچ و کربن آلی) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) در قالب طرح کاملا تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، انجام گرفت. برای این کار از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

بررسی لیتولوژی واحدهای مارنی منطقه و انتخاب واحد حساس به فرسایش: چون در این پژوهش، هدف، تعیین رابطه بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و نوع فرسایش در سازندهای مارنی حوزه آبخیز تلخه‌رود بود، در نتیجه لازم بود سایر پارامترها یکسان در نظر گرفته شوند تا بدین‌وسیله تاثیر آن‌ها حذف شود. بررسی‌های صحرایی نشان داد که جهت شیب، ارتفاع و میزان پوشش گیاهی در واحدهای مارنی از یکنواختی زیادی برخوردار هستند. با استناد به نقشه‌های زمین‌شناسی موجود و بررسی‌های میدانی، چهار واحد مارنی دوره میوسن مربوط به سازند قرمز بالایی (M_2^l، M_4^{SC}، M_2^{mg} و M_7^{sm}) تشخیص داده شدند که ویژگی‌های سنگ‌شناسی و اشکال مختلف فرسایش آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به تنوع لیتولوژیکی (مارن‌های M_2^{mg} ، M_4^{sc}، M_2^l و M_7^{sm}) واحدهای مارنی و تلفیق آن با طبقات درصد شیب (رده‌های ۵-۰، ۱۰-۵ ، ۲۰-۱۰،۳۰-۲۰ و بیشتر از ۳۰ درصد)، نقشه واحدهای کاری (شکل ۲) تهیه شد.

جدول ۱- ویژگی‌های سنگ‌شناسی و اشکال مختلف فرسایش در واحدهای مارنی منطقه

نام واحد زمین‌شناسی	ویژگی‌های سنگ‌شناسی	اشکال مختلف فرسایش
M_4^{SC}	تناوبی از ماسه‌سنگ، کنگلومرا، توف و مارن با میان لایه‌های سنگ آهک	بر روی این واحد اشکال فرسایشی مشاهده نمی‌شود و تنها شیارهای کم عمق آن هم به‌صورت محدود در بعضی قسمت‌ها وجود دارد.
M_2^{mg}	تناوبی از مارن‌های ژیپس‌دار، آهک مارنی و ژیپس	به‌دلیل خلوص بیشتر مارن‌ها در این واحد، حساسیت آن‌ها به فرسایش بالاست و در نتیجه اشکال مختلف فرسایش ازجمله فرسایش شیاری، خندقی، توده‌ای و هزاردره‌ای در آن‌ها دیده می‌شود. همچنین، این سازند حوضه گسترش وسیعی دارد.
M_7^{sm}	شامل تناوبی از ماسه‌سنگ، شیل و مارن است و در برخی موارد لایه‌های میکروکنگلومرایی	فرسایش شیاری بر روی این سازندها به مقدار زیادی به چشم می‌خورد.
M_2^l	تناوبی از مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا به رنگ قرمز است که لایه‌های کنگلومرا و ماسه‌سنگ متوسط تا ضخیم لایه هستند در خاور و جنوب سراب، واحد مذکور کاملا کنگلومرایی است.	چون این واحد بیشتر از قطعات سخت سنگی تشکیل شده است هیچ‌کدام از فرسایش‌های مورد نظر این طرح در آن به چشم نمی‌خورد.

نام واحدها براساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی می‌باشد.



شکل ۲- نقشه پراکندگی واحدهای مارنی و طبقه‌بندی واحدها براساس درصد شیب در حوزه آبخیز تلخه‌رود

بازدیدهای تکمیلی از منطقه نشان داد از میان واحدهای مختلف مارنی، واحد M_2^{mg} به‌طور غالب واجد طبقات سست ریزدانه و حساس به فرسایش می‌باشد. در سایر واحدهای مارنی، بخش‌های ریز دانه، تحت حمایت برون‌زدهای سنگی از نوع ماسه‌سنگ و کنگلومرا، از فرسایش مصون مانده‌اند و حتی در برخی از واحدها تماما سنگی هستند. با توجه به موارد ذکر شده از یک‌سو و گسترش زیاد واحد M_2^{mg} از سوی دیگر، این واحد برای نمونه برداری انتخاب شد، لذا در شیب غالب و در اشکال مختلف فرسایش از واحد مارنی M_2^{mg} نمونه‌برداری شد. این سازند به‌صورت مارن‌های گچی-نمکی الوان در صحرا مشاهده می‌شود. بخش‌های قرمز رنگ آن، شامل مارن و ماسه سنگ‌های ظریف لایه به مقدار کم بوده درحالی‌که بخش سبز رنگ آن گچ‌دار است. نمای یکی از واحدهای مارنی مقاوم به فرسایش در منطقه (واحد M_4^{SC}) در شکل ۳ سمت چپ نشان داده شده است. این واحد شامل تناوب مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا است که بخش‌های مارنی تحت حمایت لایه‌های سخت واقع شده است.

شکل ۳- نمایی از واحد M_2^{mg} شامل مارن‌های گچی–نمکی به‌عنوان حساس‌ترین واحد مارنی منطقه (سمت راست) و نمایی از واحد مارنی مقاوم به فرسایش M_4^{SC} شامل تناوب مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا (سمت چپ)

نمونه‌برداری و انجام آزمایش از مارن‌های حساس به فرسایش منطقه: بعد از تهیه نقشه مورد نظر، از اشکال مختلف فرسایش شامل شیاری، خندقی، هزاردره‌ای و توده‌ای سازند مارنی انتخاب شده (M_2^{mg}) نمونه گرفته شد. از فرسایش‌های مختلف شیاری، خندقی، توده‌ای و هزاردره‌ای به‌ترتیب، ۱۰، شش، پنج و سه نمونه برداشت شد. تعداد نمونه‌ها براساس درصد فراوانی وقوع شکل فرسایش و در دسترس بودن آن اشکال در صحرا می‌باشد. نمونه‌ها پس از این‌که در هوا خشک شدند، کوبیده شده و از غربال دو میلی‌متر گذارنده و در ظروف پلاستیکی برای انجام آزمایش‌ها نگهداری شدند. در آزمایشگاه از نمونه‌ها، گل اشباع تهیه شد و اسیدیته آن‌ها به‌وسیله دستگاه pHمتر اندازه‌گیری شد. سپس، از نمونه‌های گل اشباع، عصاره تهیه شد و هدایت الکتریکی آن‌ها به‌وسیله دستگاه ECسنج، تعیین شد.

میزان کربنات کلسیم نمونه‌ها به‌روش خنثی کردن با اسید، گچ به‌روش استون، کربن آلی طبق روش وایکلی و بلک و ظرفیت تبادل کاتیونی با روش باور (Page و همکاران، ۱۹۶۳) اندازه‌گیری شدند. برای سنجش میزان پتاسیم قابل جذب ابتدا از نمونه‌ها با استات آمونیوم عصاره‌گیری به‌عمل آمد و سپس میزان پتاسیم در نمونه‌های عصاره‌گیری شده به‌وسیله دستگاه طیف‌سنج نوری قرائت شد. برای اندازه‌گیری میزان سدیم، ابتدا عصاره‌های گرفته شده رقیق شدند، سپس، میزان سدیم آن‌ها به‌وسیله دستگاه طیف‌سنج نوری اندازه‌گیری شد. بافت نمونه‌ها به‌روش هیدرومتر، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نفوذپذیری نمونه‌ها، از روش ایجاد بار ثابت استفاده شد. بدین منظور یک ستون ۵۰ سانتی‌متری از هر یک از نمونه‌ها گرفته و میزان نفوذ در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری و در نهایت یک عدد به‌عنوان متوسط نفوذپذیری برای هر نمونه ارائه شد.

نتایج و بحث

میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مارن در اشکال مختلف فرسایشی منطقه، در جدول ۲ ارائه شده است. از بین داده‌های به‌دست‌آمده، چهار داده به‌دلیل داشتن اختلاف زیاد و پرت بودن (به‌روش مشاهداتی و مقایسه با سایر داده‌ها)، از جدول داده‌ها حذف شد. لازم به توضیح است که ملاک انتخاب داده‌های پرت، نظر کارشناسی بوده است. به این صورت که برخی از داده‌ها به‌صورت ماهیتی و یا از نظر آزمایشگاهی نمی‌توانند عدد به‌دست آمده باشند. مثلا در صورتی که اسیدیته نمونه‌ای برابر دو یا ۱۳ به‌دست آمده باشد، این داده ها به عنوان داده پرت تلقی شده و از جدول داده‌ها حذف شد. در ضمن نمونه‌های مارن با اشکال فرسایش توده‌ای به‌دلیل دارا بودن رس‌های با چسبندگی زیاد در آزمایشگاه، پراکنش لازم برای اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی را نیافتند و لذا اندازه‌گیری این پارامتر مقدور نشد. لازم به توضیح است در این پژوهش اثر متقابل عوامل مختلف مد نظر نبوده و هر عامل به‌طور مستقل ارزیابی شده است، در نتیجه لزومی به یکنواختی حجم داده‌ها برای هر عامل نمی‌باشد. همانگونه که مشخص است، محدوده اندازه دانه‌ها در نمونه‌ها بین رس تا ماسه می‌باشد، به‌طوری‌که میزان میانگین رس در نمونه‌ها بین ۳۱ تا ۳۸/۶۷ درصد و میزان سیلت آن‌ها بین ۳۴/۵ تا ۵۰/۳۳ درصد (براساس اندازه‌گیری با روش هیدرومتر) می‌باشد. درصد ماسه نیز بین ۱۱ تا ۳۲/۶ درصد متغیر است.

جدول ۲- میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها در اشکال مختلف فرسایش

پارامتر	شکل فرسایش			
	هزار دره‌ای	توده‌ای	خندقی	شیاری
ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم)	N.D.	۱۴/۴	۱۲/۶۱	۱۷/۴۳
کربن آلی (درصد)	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۲۵	۰/۲۷
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۳/۹۴	۱۰/۰۱	۱۲/۲۴	۸/۵۵
اسیدیته	۷/۶	۸/۲۴	۸/۰۵	۷/۹۶
کلسیم + منیزیم (میلی اکی والان در لیتر)	۳۸	۳۴/۵	۵۵/۱۶	۲۵/۵
کلر (میلی اکی والان در لیتر)	۱۱	۶۱/۳۸	۷۱/۷۰	۳۶/۱۸
پتاسیم (میلی اکی والان در لیتر)	۱/۰۳۳	۲/۲۵	۱/۹	۰/۸
سدیم (میلی اکی والان در لیتر)	۹/۷۷	۷۲/۷۹	۷۷/۱۸	۶۸/۴۶
پایداری خاک‌دانه‌ها (درصد)	۶۲/۱۷	۶۰/۲۵	۶۰/۶۷	۶۰/۰۷
نفوذپذیری (سانتی‌متر بر ساعت)	۰/۱۳	۰/۴۲۵	۰/۷۲	۰/۲۵
شن (درصد)	۱۱	۱۸/۵	۳۲/۶	۱۴/۴۳
سیلت (درصد)	۵۰/۳۳	۳۴/۵	۳۶/۶	۴۸/۴۳
رس (درصد)	۳۸/۶۷	۳۹/۵	۳۱	۳۴/۵۷
نسبت جذب سدیم	۲/۰۶۷	۱۶/۲۲	۳۸/۶	۱۵/۰۲۸
کربنات کلسیم (درصد)	۲۳	۲۷/۲۵	۱۸/۵۵	۲۳/۲۱
سولفات کلسیم (درصد)	۶/۳۳	۴۶/۵	۱۰۶/۳۸	۲۲

غالب ذرات تشکیل دهنده رسوبات مورد مطالعه، اندازه‌هایی در حد سیلت را دارا می‌باشند. با توجه به اندازه دانه‌ها در نمونه‌ها، رسوبات مورد مطالعه در واحدهای مارنی در گروه ریزدانه عمدتا سیلتی قرار می‌گیرند. درصد مواد آهکی رسوبات برداشت شده بین ۱۸/۵۵ تا ۲۷/۲۵ درصد و میزان گچ نیز بین ۶/۳۳ تا ۱۰۶/۳۸ درصد در نمونه‌ها می‌باشد. در این صورت رسوبات مارنی منطقه طرح در حد سیلت تا سیلت رسی ماسه‌ای با میزان آهک کم ولی املاح گچی و نمکی فراوان است. نتایج آمار توصیفی داده‌های طرح در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طورکه ملاحظه می‌شود، دامنه اندازه‌گیری‌ها تنوع زیادی از خود نشان می‌دهند. نتیجه تجزیه واریانس صفات متفاوت در قالب طرح کاملا تصادفی برای چهار شکل فرسایشی در جدول ۴ ارائه شده است. در جدول ۵ مقایسه میانگین صفات معنی‌دار این پژوهش (تیمارهای اسیدیته، گچ و ماسه) به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن ارائه شده است.

مهم‌ترین پارامتر یک جامعه آماری، میانگین جامعه است. در واقع میانگین مرکز ثقل یک توزیع می‌باشد. مقدار میانگین به‌شدت متأثر از شکل تابع توزیع است، به‌خصوص مقادیر حدی (بالا و پایین) تابع روی آن اثر می‌گذارند. همانگونه که در جدول ۳ مشخص است، پراکندگی داده‌ها زیاد است، به‌ویژه در مورد میزان سدیم اشکال فرسایشی شیاری، خندقی و توده‌ای این پراکندگی (انحراف معیار) بسیار است. بنابراین، داخل تیمارهای یاد شده (شیاری، خندقی و توده‌ای) انحراف معیار بیشتر خواهد بود. برای تصمیم‌گیری در این مورد که تفاوت مشاهده شده بین میانگین‌های هر گروه حاصل شانس و خطای نمونه‌گیری است یا حاصل یک تفاوت منظم، از آنالیز تحلیل واریانس یک متغیری (ANOVA) استفاده شد. منظور از یک متغیری این است که با توجه به یک متغیر مستقل، آزمودنی‌ها فقط به یک طریق در گروه‌ها قرار می‌گیرند. با استفاده از این روش می‌توان فرضیه‌های مربوط به وجود تفاوت بین میانگین‌های دو یا بیش از دو جامعه را مورد آزمایش قرار داد.

جدول ۳- نتایج آمار توصیفی داده‌های طرح

عامل	تعداد	دامنه	حداقل	حداکثر	مجموع	متوسط		انحراف استاندارد	واریانس	کشیدگی		چولگی	
	آماری	خطای استاندارد	آماری	آماری	آماری	آماری	خطای استاندارد	آماری	آماری	آماری	خطای استاندارد	آماری	آماری
سدیم	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۶۴	۷۶۰/۰۰	۲۰۳۳/۶۸	۸۴/۷۳۶۷	۳۴/۴۰۵۸	۱۶۸/۵۵۳۱	۲۸۴۱۰/۱۴۸	۱۱/۳۵۰	۰/۴۷۲	۷۵۹/۳۶	۳/۱۲۰
پتاسیم	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۲۵	۱۶۲/۰۰	۳۳۹/۷۱	۱۴/۱۵۴۶	۸/۴۴۴۴	۴۱/۳۶۸۸	۱۷۱۱/۳۷۸	۹/۶۳۳	۰/۴۷۲	۱۶۱/۷۵	۳/۲۶۰
کلر	۲۴	۰/۹۱۸	۱/۰۰	۴۳۰/۰۰	۱۶۸۵/۵۹	۷۰/۲۳۲۹	۲۲/۵۷۴۹	۱۱۰/۵۹۳۹	۱۲۲۳۱/۰۱۲	۳/۶۲۶	۰/۴۷۲	۴۲۹/۰۰	۱/۸۸۷
کلسیم + منیزیم	۲۴	۰/۹۱۸	۳/۵۰	۲۴۴/۰۰	۱۱۳۸/۵۰	۴۷/۴۳۷۵	۱۰/۲۹۹۶	۵۰/۴۵۷۵	۲۵۴۵/۹۶۳	۱۰/۲۶۹	۰/۴۷۲	۲۴۰/۵۰	۲/۹۳۰
اسیدیته	۲۴	۰/۹۱۸	۷/۴۰	۸/۸۰	۱۹۲/۹۳	۸/۰۳۸۸	۷/۷۰۴۰	۰/۳۷۷۴	۰/۱۴۲	-/۴۳۲	۰/۴۷۲	۱/۴۰	۰/۵۴۹
هدایت الکتریکی	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۵۳	۷۳/۷۰	۳۰۰/۵۳	۱۲/۵۲۲۱	۳/۴۴۰۱	۱۶/۸۵۲۸	۲۸۴/۰۱۸	۶/۷۹۰	۰/۴۷۲	۷۳/۱۷	۲/۳۴۹
کربن آلی	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۱۰	۰/۸۷	۷/۴۷	۰/۳۱۱۳	۴/۰۶۱۰۲	۰/۱۹۹۰	۳/۹۵۹	۱/۷۵۲	۰/۴۷۲	۰/۷۷	۱/۴۷۱
ظرفیت تبادل کاتیونی	۱۸	۱/۰۳۸	۱۰/۶۰	۲۶/۰۰	۲۸۰/۲۷	۱۵/۵۷۰۶	۱/۱۴۲۳	۴/۸۴۶۳	۲۳/۴۸۶	۰/۸۲۱	۰/۵۳۶	۱۵/۴۰	۱/۴۱۸
سولفات کلسیم	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۰۰	۱۷۷/۳۰	۱۲۰۲/۳۰	۵۰/۰۹۵۸	۱۲/۲۹۶۰	۶۰/۲۳۸۰	۳۶۲۸/۶۱۲	-۰/۳۳۸	۰/۴۷۲	۱۷۷/۳۰	۱/۰۲۰
کربنات کلسیم	۲۴	۰/۹۱۸	۷/۰۰	۴۸/۰۰	۴۹۷/۸۳	۲۰/۷۴۲۹	۱/۷۹۲۶	۸/۷۸۱۹	۷۷/۱۲۱	۴/۲۵۹	۰/۴۷۲	۴۱/۰۰	۱/۸۲۰
نسبت جذب سدیم	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۴۰	۱۸۶/۰۰	۵۹۸/۵۳	۲۴/۹۳۸۸	۹/۱۱۷۵	۴۴/۶۶۶۵	۱۹۹۵/۰۹۷	۷/۷۹۱	۰/۴۷۲	۱۸۵/۶۰	۲/۷۳۳
رس	۲۳	۰/۹۳۵	۱۸/۰۰	۵۳/۰۰	۸۱۷/۰۰	۳۵/۵۲۱۷	۱/۸۵۷۴	۸/۹۰۸۰	۷۹/۳۵۲	-۰/۶۱۶	۰/۴۸۱	۳۵/۰۰	۰/۱۲۶
سیلت	۲۳	۰/۹۳۵	۲۱/۰۰	۶۰/۰۰	۹۷۷/۰۰	۴۲/۴۷۸۳	۲/۰۷۰۸	۹/۹۳۱۰	۹۸/۶۲۵	-۰/۷۵۹	۰/۴۸۱	۳۹/۰۰	-۰/۰۶۴
شن	۲۳	۰/۹۳۵	۲/۰۰	۳۸/۰۰	۴۷۹/۰۰	۲۰/۸۲۶۱	۲/۴۵۰۰	۱۱/۷۴۹۹	۱۳۸/۰۵۹	-۱/۱۷۱	۰/۴۸۱	۳۶/۰۰	۰/۰۶۳
نفوذپذیری	۲۴	۰/۹۱۸	۰/۰۶	۱/۳۲	۱۰/۶۹	۰/۴۴۵۴	۰/۱۰۸۴	۰/۵۳۰۹	۰/۲۸۲	-۰/۷۷۹	۰/۴۷۲	۱/۲۶	۱/۰۷۵
پایداری خاک‌دانه‌ها	۲۴	۰/۹۱۸	۵۷/۰۰	۶۳/۵۰	۱۴۵۳/۰۰	۶۰/۵۴۱۷	۰/۴۰۲۶	۱/۹۷۲۲	۳/۸۸۹	-۱/۰۱۸	۰/۴۷۲	۶/۵۰	-۰/۲۷۶

به‌طوری‌که در جدول ۳ مشخص است، تنوع زیاد دامنه اندازه‌گیری‌ها به‌ویژه در مورد میزان سدیم در اشکال فرسایشی شیاری، خندقی و توده‌ای این پراکندگی (انحراف معیار) دیده می‌شود. بنابراین داخل تیمارهای یاد شده (شیاری، خندقی و توده‌ای) انحراف معیار و در نتیجه واریانس اشتباه بیشتر است. همانگونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، از بین صفات اندازه‌گیری شده در بین اشکال فرسایشی واکنش خاک، درصد ماسه و مقدار گچ اختلاف معنی‌داری دارند و سایر صفات اختلاف معنی‌داری در بین اشکال فرسایشی ندارند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده طرح

تیمار	سدیم			پتاسیم			کلر		
	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل
مجموع مربعات	۱۱۶۴۹۴/۵	۵۰۳۷۷۵/۰	۶۲۰۲۶۹/۵۳	۴۶۶۴/۵۳	۳۴۶۹۷/۱۷	۳۹۳۶۱/۷۰	۳۳۹۹۳/۷۰	۲۴۷۳۱۹//۵۷	۲۸۱۳۱۳/۲۷
درجه آزادی	۳*	۱۷	۲۰	۳*	۲۰	۲۳	۳*	۲۰	۲۳
متوسط مربعات	۳۸۸۳۱/۵۰	۲۹۶۳۳/۸۲		۱۵۵۴/۸۴	۱۷۳۴/۸۵		۱۱۳۳۱/۲۳	۱۲۳۶۵/۹۸	
مقدار آماره F	۱/۳۱۰			۰/۹۰			۰/۹۱		
سطح معنی‌داری F	۰/۳۰۴			۰/۴۶			۰/۴۵		

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده طرح

تیمار	کلسیم+ منیزیم			اسیدیته			هدایت الکتریکی		
	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل
مجموع مربعات	۱۰۴۳/۹۳	۴۹۳۲۸/۹۰	۵۰۳۷۲/۸۲	۱/۰۷	۱/۵۸۴	۴/۰۵۲	۸۰۰/۲۰	۵۷۳۲/۲۱	۶۵۳۲/۴۰
درجه آزادی	۳*	۱۹	۲۲	۳*	۱۸	۲۱	۳*	۲۰	۲۳
متوسط مربعات	۳۴۷/۹۷	۲۵۹۶/۲۶		۰/۳۶	۰/۰۸۸		۲۶۶/۷۳	۲۸۶/۶۱	
مقدار آماره F	۰/۱۳۴			۴/۰۵			۰/۹۳		
سطح معنی‌داری F	۰/۹۳۹			۰/۰۲			۰/۴۴		

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده طرح

تیمار	کربن آلی			ظرفیت تبادل کاتیونی		سولفات کلسیم			پایداری خاک‌دانه‌ها	
	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها
مجموع مربعات	۰/۰۹	۰/۸۲	۰/۹۱	۱۲۰/۹۳	۲۷۸/۳۴	۲۸۱۳۳	۵۵۳۲۴	۸۳۴۵۸	۱۰/۵۳	۷۸/۹۲
درجه آزادی	۳*	۲۰	۲۳	۳*	۱۵	۳*	۲۰	۲۳	۳*	۲۰
متوسط مربعات	۰/۰۳	۰/۰۴		۳/۲۶		۹۳۷۷/۹۶	۲۷۶۶/۲۱		۳/۵۱	۳/۹۵
مقدار آماره F	۰/۷۳			۰/۰۷		۳/۳۹			۰/۸۹	
سطح معنی‌داریF	۰/۵۵					۰/۰۴			۰/۴۶	

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده طرح

تیمار	کربنات کلسیم			نسبت جذب سدیم			رس		
	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل
مجموع مربعات	۱۲۵/۱۱	۱۶۴۸/۶۹	۱۷۷۳/۷۹	۷۰۳/۲۱	۵۴۵۰/۷۳	۶۱۵۳/۹۵	۲۰۲/۲۷	۱۵۴۳/۴۷	۱۷۴۵/۷۴
درجه آزادی	۳*	۲۰	۲۳	۳*	۱۸	۲۱	۳*	۱۹	۲۲
متوسط مربعات	۴۱/۷۰	۸۲/۴۴		۲۳۴/۴۰	۳۰۲/۸۲		۶۷/۴۲	۸۱/۲۳	
مقدار آماره F	۰/۵۱			۰/۷۷			۰/۸۳		
سطح معنی‌داریF	۰/۶۸			۰/۵۲			۰/۴۹		

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده طرح

تیمار	سیلت			ماسه			نفوذ پذیری		
	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها	کل
مجموع مربعات	۴۸۴/۱۷	۱۶۸۵/۵۷	۲۱۶۹/۷۴	۱۰۵۰/۰۰	۱۹۸۷/۳۰	۳۰۳۷/۳۰	۰/۸۰	۵/۶۹	۶/۴۸
درجه آزادی	۳*	۱۹	۲۲	۳*	۱۹	۲۲	۳*	۲۰	۲۳
متوسط مربعات	۱۶۱/۳۹	۸۸/۷۱		۳۵۰/۰۰	۱۰۴/۵۹		۰/۲۶	۰/۲۸	
مقدار آماره F	۱/۸۲			۳/۳۵			۰/۹۳		
سطح معنی‌داری F	۰/۱۸			۰/۰۴			۰/۴۴		

مقایسه میانگین صفات معنی‌دار این پژوهش به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن (جدول ۵) نشان داد که تفاوت معنی‌دار pH در بین فرسایش هزاردره‌ای با اشکال فرسایشی توده‌ای و خندقی و شیاری، درصد ماسه در بین فرسایش‌های توده‌ای و هزاردره‌ای و مقدار گچ در بین فرسایش توده ای با اشکال فرسایشی هزار دره‌ای و خندقی و شیاری وجود دارد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات معنی‌دار (تیمارهای اسیدیته، گچ و ماسه) برای چهار شکل فرسایشی به‌روش دانکن

اشکال فرسایش	تعداد نمونه‌ها	میانگین اسیدیته (گروه‌بندی)	میانگین گچ (گروه‌بندی)	میانگین ماسه (گروه‌بندی)
هزاردره‌ای	۳	۷/۶۰۰ (a)	۶/۳۳۳ (a)	۱۱/۰۰۰ (a)
خندقی	۶	۸/۰۰۵ (b)	۳۲/۱۰۰ (a)	۱۸/۳۰۰ (ab)
شیاری	۸	۸/۰۵۶ (b)	۴۴/ ۸۰۰(a)	۲۰/۰۰۰ (ab)
توده‌ای	۵	۸/۳۵۰ (b)	۱۰۶/۳۸۳ (b)	۳۲/ ۶۰۰ (b)

a و b و ab : گروه‌بندی داده‌ها، آلفا = ۰/۰۵(درجه خطا)

تاثیر pH در پیدایش اشکال مختلف فرسایش در این طرح، با نتایج کار قدیمی و همکاران (۱۳۷۹) مطابقت دارد. در این پژوهش نشان داده شده است که pH یکی از پارامترهایی است که تفاوت معنی‌داری در سه نوع فرسایش ورقه‌ای، شیاری و هزاردره‌ای مارن‌های مورد پژوهش وجود داشته است. در رابطه با نقش ذرات ماسه به‌دست‌آمده در این طرح، پژوهش Ghossain و همکاران (۱۹۷۸) نیز این نقش را در اراضی مارنی خود به عنوان بیشترین عامل گسترش فرسایش نشان داده‌اند. نعمتی (۱۳۷۲) در بررسی فرسایش‌های خندقی در حوزه آبخیز گپ، نتیجه‌گیری کرد که با افزایش درصد گچ نمونه‌ها، میزان گسترش فرسایش خندقی مورد بررسی وی افزایش یافته است که در واقع تائیدی بر یافته‌های این پژوهش می‌باشد. این‌که در پاره‌ای پژوهش‌ها، میزان یا نسبت جذب سدیم، به‌عنوان یکی از پارامترهای اصلی در شکل و گسترش فرسایش بوده است، ولی این عامل اختلاف معنی‌دار در بین اشکال مختلف فرسایش نداشته است، می‌تواند به‌دلیل پراکندگی زیاد داده‌های میزان سدیم باشد که باعث می‌شود انحراف معیار و در نتیجه واریانس اشتباه داخل اشکال مختلف فرسایش بالا باشد و اختلاف معنی‌داری بین این اشکال وجود نداشته باشد.

در اراضی مارنی حوضه مورد بررسی این پژوهش، می‌توان با لحاظ کلیه شرایط لازم طبیعی و مسائل اقتصادی مرتبط، با تغییر و اصلاح پارامترهای اسیدیته، میزان گچ و ماسه، از میزان و شدت فرسایش کاست. برای pH، می‌توان با افزودن گوگرد به این نمونه‌ها، شرایط را برای کاهش پخشیدگی ذرات خاک فراهم نمود. افزودن گچ به‌ویژه به‌صورت مخلوط با سطح خاک، نیز از روش‌هایی است که می‌توان میزان خاک‌دانه‌ای شدن خاک را بالا برد و از فرسایش بیشتر منطقه جلوگیری نمود. همچنین، در این پژوهش درصد ماسه یکی از عواملی شناخته شد که در بین اشکال مختلف فرسایش، اختلاف معنی‌داری داشته است. در نتیجه اضافه کردن ماسه به سطح اراضی راهکار سوم تلقی می‌شود.

می‌توان در پژوهش‌های بعدی اثر هر یک از سه پارامتر به‌دست ارائه شده را بررسی کرد و تاثیردار بودن یا نبودن هر یک از این سه عامل را در کاهش فرسایش پژوهش نمود.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ب. و ی. قضاوی. ۱۳۷۹. بررسی لغزش‌ها و گسیختگی‌های دامنه‌ای در خاک‌های نرم اشباع. دانشگاه تهران. کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ۱۲۷-۱۲۳.

۲. عباسی، ن. ۱۳۸۴. طبقه‌بندی زمین‌شناسی-فرسایشی مارن‌های حوضه قزل اوزن سفلی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۱۲ صفحه.

۳. قدیمی عروس محله، ف.، ع. پورمتین و ج. قدوسی. ۱۳۷۸ الف. تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مارن‌ها در ایجاد اشکال فرسایش. اولین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ۹۲۹-۹۱۹.

۴. قدیمی عروس محله، ف.، ع. پورمتین، ج. قدوسی. ۱۳۷۸ ب. بررسی امکان طبقه‌بندی مارن‌ها براساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در منطقه تفرش. مجله پژوهش و سازندگی، ۳۴:۴۰-۳۰.

۵. قدیمی عروس محله، ف.، ع. پورمتین و ج. قدوسی. ۱۳۷۸ ج. بررسی منشاء مارن‌های تفرش. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۱:۴۴-۸.

۶. قدیمی عروس محله، ف.، ع. پورمتین و ج. قدوسی. ۱۳۷۹. بررسی عوامل موثر بر تشدید و گسترش فرسایش ورقه‌ای و شیاری در حوزه آبخیز قمرود. مجله پژوهش و سازندگی، ۴۹:۴۲-۳۸.

۷. مهندسین مشاور جامع ایران. ۱۳۷۳. مطالعات توجیهی مدیریت منابع طبیعی تجدید شونده حوزه آبخیز آجی‌چای، ۱۷۱ صفحه.

۸. نعمتی، ج. ۱۳۷۲. بررسی فرسایش خندقی در حوزه آبخیز گپ. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

9. Bouma, T. 1998. Investigation of relationship between measured field indicators, Spain university of Amesterdam.
10. Ghossain. E.F. and M.J. Foster. 1978. Erosion and analystical characteristics of superficial forms exemplified by Alasca Vinetards., Geographique, - a- strasbourg, 9. WP Pub.
11. Page, A.L., R.M. Miller and D.B. Keeney. 1963. Methods of soil analysis. Part 1. Soil Science Society of America, Madison Wisconsin, pp. 1159
12. Suzanne, F. 1997. Some physical and chemical properties of sediments exposed in gully in northern Kwazulu-Natal, South Africa. Hughos University of Natal.

Study of the relation between physico-chemical properties and erosional features of marly sediments in the Talkheh Rood watershed

Ramin Salmasi[1]**,** Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Eastern Azerbaijan, Iran
Hamid Reza Peyrowan, Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 13 December 2011 Accepted: 07 June 2012

Abstract

The most of the soil erosion and sediment yield in the Talkheh Rood watershed are mainly related to marl formations. This study was conducted to evaluate physico-chemical properties of Talkheh Rood marl samples in rill, gully, mass and badland erosion types. For this purpose, marl samples were taken from marl sediment of homogenous work units. Twenty four samples were selected, in total. Some of main physic - chemical properties of these marls were measured in lab. These properties were pH, EC, CEC, Lime, gypsum and OC content, SAR, Na, K, Cl, Ca, Mg, clay, silt and sand percentage. These data were interpreted by ANOVA and mean comparisons analysis methods. Results showed that pH, gypsum content and sand percentage had statistically significant differences between four erosion types. Mean comparison showed that significant difference of pH, was between mass and badland erosions, sand between badland and gully ones, and gypsum, rill and gully, also badland and gully ones.

Key words: Badland, Gully erosion, Mass movement, Rill erosion, Sediment yield

[1] Corresponding Author: raminsalmassi@yahoo.com