پژوهش‌های آبخیزداری شماره ۱۰۴، پاییز ۱۳۹۳
(پژوهش و سازندگی)

تأثیر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌های رسی بر فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری خاک
(مطالعه موردی: خاک‌های دشت تبریز)

• **یونس گروسی**
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا (نویسنده مسئول)
• **علی اصغر جعفرزاده**
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
• **شاهین اوستان**
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
• **عباس احمدی**
گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۹۳

Email: unus_garosi2007@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و نوع کانی‌های رسی بر فرسایش‌پذیری خاک، از افق‌های سطحی یازده نوع خاک با خانواده‌های مختلف از دشت تبریز نمونه‌برداری شد، سپس برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری و نوع و میزان نسبی کانی‌های رسی موجود در هر خاک با استفاده از روش کیفی و آنالیز نیمه کمی تعیین شد. رابطه بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده و ضریب فرسایش‌پذیری بین شیاری خاک از طریق ضریب همبستگی پیرسون بررسی گردید. نتایج حاصل نشان داد که بین فاکتور فرسایش‌پذیری با میزان رس اسمکتیت ارتباط مثبت و معنی‌دار و با میزان کانی کوارتز و مخلوط کانی‌های کلریت- ورمی‌کولیت ارتباط منفی و معنی‌داری وجود دارد. همچنین فاکتور فرسایش‌پذیری با میزان رس، درصد اشباع و SAR همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد داشته و با میزان شن همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد نشان داد، همچنین با میزان سیلت، کربنات کلسیم معادل و pH همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح پنج درصد نشان داد. بنابراین لازم است به منظور اعمال مدیریت صحیح در زمینه فرسایش‌پذیری خاک‌ها، کلیه عوامل فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی به طور دقیق در هر خاکی مورد بررسی قرار گیرند.

کلمات کلیدی: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، کانی‌های رسی، فرسایش‌پذیری خاک، دشت تبریز.

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 104 pp: 196-203

The Effect of Physical, Chemical and Clay Minerals properties on Interrill-Soil Erodibility Factor: case study in Dasht - e- Tabriz

By: U. Garosi, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University (Corresponding Author). A.A. Jafarzade, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Sh. Oustan, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. A. Ahmadi, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz.

In order to investigate the effect of physical, chemical and mineralogical properties on soil erodibility sampling was done form surface layers of eleven soils with different families in Dasht-e-Tabriz area. Then, some of the physical and chemical properties of samples were measured. The type and relative amount of clay minerals in each soil were determined based on qualitative and semi-quantitative analysis. The relationship between the measured properties and interrill erodibility factor through the review of Pearson correlation coefficient were determined. The results showed a positive and significant correlation between interrill erodibility factors and the amount of Smectite mineral and also a negative and significant correlation between quartz and the mixture of chlorite-vermiculite minerals. While the correlation between erodibility factors and the amount of clay saturation percentage and SAR was positive and significant, it was significantly negative between interrill erodibility factor and sand ($P<0.01$). A positive correlation between erodibility factor and the amount of silt, calcium carbonate and pH was observed as well. Therefore, it is necessary to choose an appropriate soil managerial procedure with respect to all physical, chemical and mineralogical factors.

Keywords: Clay mineral, Dashte-e-Tabriz, Physical and chemical properties.

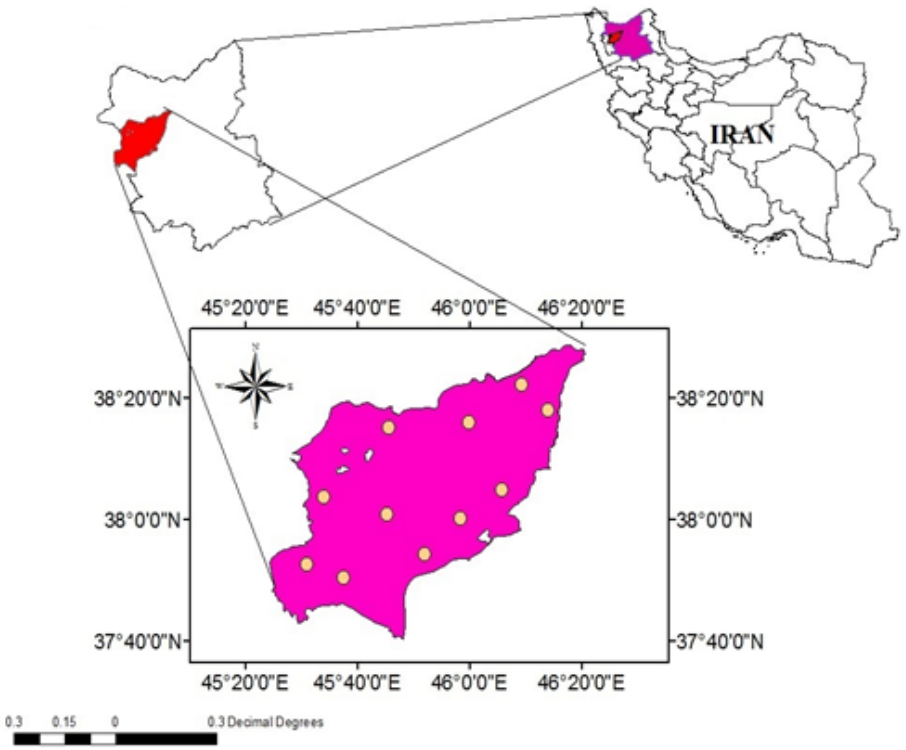
مقدمه

بـــه منظور اعمال برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح در زمینه حفاظت خاک در یک منطقه برآورد مقدار فرســـایش و شـــناخت عوامل مؤثر بر آن حائز اهمیت اســـت. از جمله این عوامل فرســـایش‌پذیری خاک می‌باشد که به حساســـیت ذرات خاک در مقابل کنده شدن و انتقال گفته می‌شود و توسط عوامل مختلف از جمله بافت، ساختمان، میزان مواد آلی، میـــزان و نوع کانی‌های رســـی و نفوذپذیری خاک کنترل می شود (Wischmeier و Smith، ۱۹۷۸). بنابراین برای ارزیابی فرســـایش‌پذیری، شناخت عوامل فیزیکی، شـــیمیایی و مینرالوژیکی می‌تواند ســـودمند باشـــد (Yuong و همکاران، ۱۹۹۰). بررسی‌های Castro و Logan (۱۹۹۱) نشان داد که آهک از یک سو با افزایش pH موجب می‌شـــود گروه‌های هیدروکسیل ســـطح رس‌ها بیش‌تر یونیزه شـــوند و در نتیجه بار منفی بیش‌تری تولید شـــود و از ســـوی دیگـــر و جود کاتیون کلســـیم در هماوری۱ رس‌هـــا و پایداری آن‌ها مؤثر است. تاجیک و همکاران (۱۳۸۳) بیان کردند که افزایش نسبت جذب ســـدیم پایداری خاکدانه‌ها را کاهش و در نتیجه باعث افزایش میزان فرسایش می‌شود. Evrendlink و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که مقدار کربن آلی خاک اثر مثبتی بر تخلخل خاک و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه دارد و فرسایش‌پذیری خاک را کاهش می‌دهد. آزمایش‌های انجام شده توســـط Santos و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که خاک‌های شـــنی اثر ضربه قطره باران را بهتر کاهش می‌دهند و به دلیل داشـــتن سرعت نفوذ آب بیش‌تر، رواناب و فرسایش کم‌تری را موجب می‌شـــوند. Ezochi (۲۰۰۰) گزارش کرد که حساسیت به تشکیل فرســـایش خندقی در خاک بسته به نوع بافت خاک متفاوت اســـت به طوری که افزایش میزان شـــن در خاک‌ها منجر به کاهش حساسیت خاک‌ها به فرسایش خندقی و در خاک‌های با مقادیر زیادی از ذرات رس و ســـیلت به خاطر افزایش درصد اشـــباع و نفوذپذیری کم تشـــکیل فرسایش خندقی بیش‌تر قابل انتظار است. به دلیل عدم خاصیت چســـبندگی و اندازه نسبتاً کوچک ذرات سیلت هرچه مقدار ســـیلت یک خاک بیش‌تر باشد، میزان فرسایش‌پذیری آن هم بیش‌تر اســـت به طوری که مشـــاهده شده اســـت که خاک‌ها حاوی ۴۰ تا ۶۰٪ سیلت فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها می‌باشند (رفاهی، ۱۳۸۵). در بیش‌تر منابع از جمله Charman و Murphy (۲۰۰۰) گزارش شده است که افزایش میزان رس به دلیل خاصیت چسبندگی رس، معمولاً فرســـایش‌پذیری خاک را کاهش می‌دهـــد. در حالی که Reichert و Norton (۱۹۹۴) گـــزارش کردند کـــه افزایش میزان رس همواره منجر به افزایش پایداری خاکدانه‌ها نمی‌شود و تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکو شـــیمیایی و مینرالوژیکی رس‌ها هم می‌باشـــد. هم چنان که Udeigwe و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش‌های خود مشاهده کردند با افزایش میزان رس میزان فرســـایش‌پذیری افزایش می‌یابد و آن‌ها دلیل این امر را به احتمال حضور کانی انبساط پذیر اسمکتیت درخاک نسبت دادند Wakindiki و Ben-Hur (۲۰۰۲) گزارش کردند که در خاک‌های دارای بیش از ۲۰ رس، ذرات رس به صورت یک عامل سیمانی کننده عمل کرده و باعث افزایش پایداری ساختمان خاک در

برابر ضربه قطره باران و کاهش حساسیت به تشکیل اندوده سطحی می‌شود. ولی Ramazanpour و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که اگر مقدار رس بیش‌تر از ۴۰٪ باشد خاکدانه‌های کوچکی تشکیل شده که به راحتی فرسایش پذیرند آن‌ها این حالت را در خاک‌های دارای فرسایش خندقی به خصوص اراضی دارای فرسایش هزار دره مشاهده کردند. در زمینه تأثیر کانی‌های رسی بر فرسایش‌پذیری مطالعات اندکی صورت گرفته است به طوری که Lado و Ben-Hur (۲۰۰۴) گزارش کردند که مینرالوژی خاک اثرات اساسی روی پراکنش رس داشته که پایداری خاکدانه‌ها، رواناب و هدررفت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. Reichert و Norton (۱۹۹۴) بیان کردند که ترکیب‌های مینرالوژیکی خاک تأثیر قابل توجهی بر فرسایش‌پذیری خاک‌ها در شرایط اقلیمی خشک دارد. Imeson و همکاران (۱۹۸۲) معتقدند که در مناطقی که ویژگی‌های فیزیکی و مینرالوژی خاک‌ها (به عنوان مثال در اراضی مارنی) فاکتور مهمی در کنترل شکل و نوع فرسایش است متغیرهای هیدرولوژیکی اهمیت کم‌تری در فرآیندهای فرسایشی دارند. نوع کانی‌های رسی نیز به دلیل تأثیر در نفوذپذیری در فرسایش‌پذیری خاک مؤثر هستند، هر چه قدر رس‌های انبساط پذیر در خاک بیش‌تر باشد هنگام جذب رطوبت در نتیجه تورم از قطر خلل و فرج خاک بیش‌تر کاسته می‌شود بنابراین در این خاک‌ها میزان رواناب بیش‌تر خواهد بود (رفاهی، ۱۳۸۵). Wakindiki و Ben-Hur (۲۰۰۲) گزارش کردند که خاک‌های حاوی اسمکتیت حساسیت بیش‌تری نسبت به فرسایش آبی در مقایسه با خاک‌های کائولینیتی دارند. بنابراین هدف از این تحقیق تعیین نوع و میزان نسبی کانی‌های رسی موجود در خاک‌های مورد مطالعه و بررسی اثر برخی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی و مینرالوژیکی روی فاکتور فرسایش‌پذیری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بخشی از خاک‌های دشت تبریز به وسعت تقریباً ۹۲,۶۰۰ هکتار واقع در شمال غرب ایران صورت گرفت. از لحاظ موقعیت جغرافیایی این دشت بین ' ۲۸ ° ۴۵ تا ' ۱۴ ° ۴۶ طول شرقی و ' ۳۷ °۵۶ تا ' ۳۸ °۱۷ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه عمدتاً دارای مواد مادری متنوعی از قبیل مارن، سازندهای گچی، آهکی و املاح با قابلیت فرسایش‌پذیری بالا که اثر ویژه‌ای روی کیفیت خاک و منابع آب دارند می‌باشد. اقلیم منطقه از نوع مدیترانه‌ای بوده و دارای تابستان‌های گرم و خشک، زمستان‌های سرد و مرطوب و پاییز معتدل می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۳۲۸ میلی‌متر بوده، میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت به ترتیب برابر ۱/۹- و ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۷۲). هم چنین مطابق با نتایج حاصل از نرم افزار Newhall رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه مورد مطالعه به ترتیب Mesic و Xeric border to Aridic (weak Aridic) می‌باشد (جعفرزاده و ممتاز، ۱۳۸۱).



شکل ۱- جانمایی منطقه مورد مطالعه در استان آذر بایجان شرقی و کشور

اطلاعات مربوط به برخی ویژگی‌های یازده سری خاک سطحی که قبلا توسط Ahmadi و همکاران (۲۰۱۰)، تعیین شده بود مورد استفاده قرار گرفت. برخی از این ویژگی عبارتند از: توزیع اندازه ذرات، ماده آلی، کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، گچ و واکنش خاک. هم چنین ویژگی‌های مینرالوژیکی خاک‌های مذکور نیز تعیین شد. قبل از انجام آنالیزهای مینرالوژیکی، ابتدا نمونه‌های تهیه شده از الک دو میلیمتری عبور داده شد و سپس به دفعات با آب مقطر تا حصول اطمینان از حل شدن گچ و نمک‌های محلول شسته شدند و با استات سدیم یک مولار بافر در pH برابر ۵ به منظور حذف کربنات‌ها تیمار شدند. هم چنین به منظور حذف ماده آلی و اکسیدهای آهن و آلومینیوم به ترتیب از پراکسید هیدروژن ۳۰٪ و سیترات دی تیونات بی کربنات سدیم استفاده شد (Kunze و Dixon، ۱۹۸۶؛ Mehra و Jackson، ۱۹۶۰). شن و سیلت موجود در نمونه‌ها از توسط عمل سانتریفوژ و ته‌نشینی جدا شد. جزء رس ($< m\mu 2$) به وسیلهٔ اشباع با منیزیم، اشباع با منیزیم و گلیسرول، اشباع با پتاسیم و اشباع با پتاسیم و حرارت $550\ C^{o}$ تیمار شدند. پراش نگاشت‌های پرتو ایکس نمونه‌های رس جهت یافته، با استفاده از دستگاه پراش پرتو ایکس (زیمنس۲ ۱ مدل D-۵۰۰) با منبع Kα-Cu و فیلتر Ni به دست آمدند. پرتونگاری روی نمونه‌ها در زوایای θ۲ بین ۲ تا ۳۰ درجه، با سرعت یک درجه در هر یک دقیقه به صورت پیوسته صورت گرفت.

آنالیزهای آماری که شامل بررسی نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف۳ و بررسی همبستگی توسط ضریب همبستگی پیرسون۴ روی داده‌های آزمایشگاهی بدست آمده توسط نرم افزار SPSS صورت گرفت (SPSS Inc، ۲۰۰۷).

نتایج و بحث

خاک‌های مورد مطالعه در این تحقیق تا سطح فامیلی رده‌بندی شده، که در جدول ۱ یافته‌های موفولوژیکی و در جدول ۲ توصیف آماری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در افق‌های سطحی خاک‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول۱- سری و خانواده خاک‌های مورد مطالعه

سری خاک‌ها	خانواده
آجی چای	Fine loamy, mixed, superactive, calcareous, mesic, Xeric Torrifluvents
صوفیان	Fine, mixed, semiavtive, mesic, Xeric Haplocambids
بارانلو	Fine, mixed, mesic, Xeric Haplocambids
کجا آباد	Fine, mixed, active, calcareous, mesic, Xeric Torrifluvents
قراملک	Fine, mixed, mesic, Xeric Natrargids
زیناب	Coarse loamy, mixed, calcareous, mesic, Xeric Torriorthents
شبستر	Coarse loamy over sandy skeletal, mixed, calcareous, mesic, Xeric Torriorthens
ساتلو	Clayey over sandy, mixed, super active, calcareous, mesic, Xeric Torrifluvent
تازه کند	Fine loamy,mixed, active, calcareous, mesic, Xeric Torriorthents
شند آباد	Fine loamy, mixed, calcareous, mesic, Xeric Torrifluvents
کوزه کنان	Coarse loamy, mixed, active, calcareous, mesic, Xeric Torriorthents

جدول ۲- توصیف آماری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی افق‌های سطحی خاک‌های مورد مطالعه

	شن	سیلت	رس	اشباع	CCE	ماده آلی	واکنش خاک	SAR	EC	CEC
	(٪)						(–)		($dS\ m^{-1}$)	($cmolc(+)/\ kg$)
حداقل	۶/۵	۲۴/۶	۱۱	۲۴	۱۰/۷	۱/۰۹	۷/۵	۱/۳	۰/۹	۱۴/۸
حداکثر	۶۴	۴۸/۱	۵۰	۶۴/۰۸	۲۵/۷	۳/۶۴	۸	۳۴/۷۲	۸/۶	۴۳/۱
میانگین	۳۳/۱۲۷	۳۸/۰۷۲	۲۸/۷۳	۴۲/۰۶	۱۷	۱/۸۷	۷/۸۳	۸/۹۶	۳/۱۳	۲۱/۸۲
انحراف‌معیار	۱۹/۷۳۱	۸/۵۷	۱۲/۵۳	۱۶/۹۹	۴/۷۵	۰/۷۹۳	۰/۱۴۴	۱۰/۲۶	۲/۷۹	۷/۹۵
میانه	۲۹/۶	۴۱/۵	۲۵/۶	۳۶/۳۷	۱۸/۴	۱/۵۶	۷/۸۳	۵/۳	۱/۸	۲۰/۷

EC: هدایت الکتریکی عصاره اشباع، CCE: کربنات کلسیم معادل، SAR: نسبت جذب سدیم، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی.

آزمایش‌های مینرالوژیکی روی بخش رس نمونه‌های مورد مطالعه صورت گرفت که نتایج حاصل از پراش نگاشت‌های پرتو ایکس نشان داد که خاک های منطقه مورد مطالعه عمدتاً حاوی کانی‌های ایلیت، اسمکتیت، کوارتز، کلریت و کائولینیت می‌باشند و در جدول ۳ مقدار نسبی هر کدام از کانی‌ها که توسط آنالیز نیمه کمی۵ تعیین شد ارائه گردیده است.

مطابق نتایج بدست آمده از پراش نگاشت‌های اشعه ایکس و مقدار نسبی هر کدام از کانی‌های موجود در خاک‌های مورد مطالعه و هم چنین با توجه به مقادیر فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری هر کدام از خاک‌ها که توسط Ahmadi و همکاران (۲۰۱۰) اندازه‌گیری شد در خاک‌های با میزان فرسایش‌پذیری زیاد، کانی اسمکتیت به مقدار فراوان ولی در خاک‌های با میزان فرسایش‌پذیری کم کانی‌های کوارتز، کائولینیت و کلریت به صورت کانی یا کانی‌های غالب حضور داشتند (جدول۴).

جدول۳- مقادیر نسبی کانی‌های رسی در بخش رس خاک‌های مورد مطالعه

سری خاک‌ها	کانی				
	IL	Q	Sm	Ka-Ch	Ch-Ver
آجی چای	٪۵	٪۱۵	٪۲۵	٪۲۰	٪۳۵
صوفیان	٪۵	٪۱۰	٪۱۰	٪۲۰	٪۵۵
بارانلو	-	٪۱۰	٪۴۰	٪۱۵	٪۳۵
کجا آباد	٪۵	٪۲۰	٪۲۵	٪۱۵	٪۳۵
قراملک	-	٪۱۰	٪۳۰	٪۲۰	٪۴۰
زیناب	٪۱۰	٪۲۰	-	٪۴۰	٪۳۰
شبستر	٪۵	٪۱۵	٪۱۵	٪۳۵	٪۳۰
ساتلو	-	٪۱۵	٪۴۰	٪۱۵	٪۳۰
تازه کند	۱۵ر	٪۲۵	-	٪۲۰	٪۴۰
شند آباد	-	٪۲۵	٪۱۰	٪۲۵	٪۴۰
کوزه کنان	٪۱۰	٪۲۵	٪۱۵	٪۲۰	٪۳۰

IL: ایلیت، Q: کوارتز، Sm: اسمکتیت Ka-Ch: کائولینیت -کلریت، Ch-Ver: کلریت- ورمی کولیت

جدول۴- فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری و کانی یا کانی‌های غالب در افق سطحی سری خاک‌های مورد مطالعه

Ki ($kg\ s\ m^{-4}$)	کانی یا کانی‌های غالب	افق سطحی	Ki ($kg\ s\ m^{-4}$)	کانی یا کانی‌های غالب	افق سطحی
۶۱۵۱۹۲/۱۵۱۶	کوارتز	زیناب	۱۹۶۶۶۹۱/۰۵۸	ایلیت و اسمکتیت	آجی چای
۸۵۴۷۳۶/۴۲۸۹	کوارتز و ایلیت	شبستر	۱۵۴۰۶۹۴/۸۷	ایلیت	صوفیان
۸۶۵۹۵۸/۸۷۱۷	ایلیت و کائولینیت-کلریت	تازه کند	۲۹۸۴۹۲۹/۹۲۱	اسمکتیت و ایلیت	بارانلو
۱۲۹۱۲۴۸/۲۰۲	ایلیت، کائولینیت- کلریت و کوارتز	شند آباد	۲۴۱۲۲۸۳/۳۸۴	ایلیت و اسمکتیت	کجا آباد
۱۱۸۷۰۱۳/۹۲۶	ایلیت و کائولینیت-کلریت	کوزه کنان	۱۷۲۱۸۷۵/۳۵۵	ایلیت و اسمکتیت	قراملک
			۲۱۸۷۷۹۹/۲۰۹	اسمکتیت و ایلیت	ساتلو

Ki: ضریب فرسایش‌پذیری بین شیاری

بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون همبستگی بین فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محاسبه شد (جدول ۵). نتایج حاصل نشان داد که بین فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری با میزان SAR، SP و رس ارتباط مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد، که ارتباط مثبت و معنی‌دار بین فاکتور فرسایش‌پذیری و میزان رس در این تحقیق با نتایج Udeigwe و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد که در تحقیقات خود مشاهده کردند با افزایش میزان رس میزان فرسایش‌پذیری افزایش می‌یابد و آن‌ها دلیل این امر را به احتمال حضور کانی انبساط پذیر اسمکتیت درخاک نسبت دادند. در واقع با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت که افزایش میزان رس در خاک‌های حاوی کانی

اسمکتیت موجب افزایش فرسایش‌پذیری می‌شود. Romkenz و همکاران (۱۹۹۵) و Mermut و همکاران (۱۹۹۷) نیز اظهار کرده‌اند که خاک‌های دارای کانی-های رسی انبساط پذیر حساسیت به فرسایش زیادتری دارند. Levy و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کرده‌اند که افزایش SAR باعث افزایش پراکنش ذرات و هدر رفت خاک می‌شود. با توجه به پژوهش‌های Williams و همکاران (۱۹۸۳) می‌توان گفت که وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین SP و فاکتور فرسایش‌پذیری به خاطر حضور کانی اسمکتیت که تمایل بالایی به جذب آب دارد، می‌باشد. هم چنین در این تحقیق ارتباط منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد بین Ki و میزان شن به دست آمد که مقاومت ذرات شن را در مقابل فرسایش نشان می‌دهد (Reichert و همکاران، ۲۰۰۹) . بر اساس نتایج تحقیقات Gunn و همکاران (۱۹۸۸) با افزایش میزان سیلت، فرسایش‌پذیری افزایش می‌یابد که نتایج حاصله در خاک‌های موجود در این تحقیق با میزان سیلت بالا را تأیید می‌کند (P<۰،۰۵). بر خلاف نتایج بسیاری از محققین ازجمله Castro و Logan (۱۹۹۱)، یک ارتباط مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین میزان کربنات کلسیم و Ki مشاهده شد البته Merzouk و Black (۱۹۹۱) گزارش کردند که فرسایش‌پذیری بالا در خاک‌های آهکی تا اندازه‌ای به خاطر حضور کربنات کلسیم در اندازه سیلت می‌باشد. همچنین یک ارتباط مثبت و معنی‌دار بین واکنش خاک و فاکتور فرسایش‌پذیری مشاهده گردید که در واقع افزایش pH منجر به افزایش بار منفی وابسته به pH روی سطح مواد آلی شده و در نتیجه افزایش نیروی دافعه بین ذرات رس و مواد آلی به وجود آمده که باعث پراکنش رس و افزایش فرسایش می‌شود (Goldberg و Glaudig، ۱۹۸۷).

هم چنین در مورد کانی‌های رسی هم بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنوف، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، همبستگی بین کانی‌های رسی و فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری محاسبه گردید (جدول۶). با توجه به کانی اسمکتیت ارتباط مثبت و معنی‌دار و کانی کوارتز ارتباط منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد با فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری داشتند، و بر اساس بررسی‌های سایر محققین در مورد اثر کانی اسمکتیت در افزایش میزان فرسایش (Romkenz و همکاران ۱۹۹۵، Mermut و همکاران ۱۹۹۷) و نیز حضور کوارتز به عنوان یک کانی مقاوم به فرسایش در خاک (اولیایی و ابطحی، ۱۳۸۰، Bain، ۱۹۷۷) نتایج حاصل از همبستگی در این تحقیق قابل توجیه می‌باشد و نیز مخلوط کانی‌های کلریت- ورمی‌کولیت هم در سطح پنج درصد یک ارتباط منفی و معنی‌دار با فاکتور فرسایش‌پذیری دارد، که با توجه به اینکه کانی رسی کلریت نیز از طریق تشکیل پیوندهای قوی در طول ساختار خاکدانه‌های درشت اثر مثبتی روی پایداری خاکدانه‌ها دارد (Emerson، ۱۹۸۳) و کانی ورمی کولیت هم همانند کانی‌های کائولینیت و کلریت از جمله کانی‌های با قابلیت پراکنش پایین می‌باشد (Van Olphen، ۱۹۷۷)، همبستگی منفی و معنی‌دار این دو کانی با فاکتور فرسایش‌پذیری نیز می‌تواند قابل توجیه و تفسیر باشد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با فاکتور فرسایش پذیری

	میزان رس	میزان شن	میزان سیلت	SP	OM	pH	EC	CEC	SAR	میزان آهک
Ki ($kg\ s\ m^{-4}$)	۰/۸۳۶**	-۰/۸۲۴**	۰/۶۶۷*	۰/۷۸۶**	-۰/۵۹۱	۰/۶۳۱*	۰/۴۵۴	۰/۳۹	/۷۹۹**	۰/۶۳۲*

**: معنی‌دار در سطح یک درصد، *: معنی‌دار در سطح پنج درصد

جدول ۶-مقادیر ضریب همبستگی بین فاکتور فرسایش‌پذیری و کانی‌های رسی

	IL	Sm	Ka-Ch	Ch-Ver	Q
Ki ($kg\ s\ m^{-4}$)	۰/۰۳۶	٪۱۵	-۰/۵۰۹	-۰/۶۵۳*	-۰/۷۷۲**

IL: ایلیت، Q: کوارتز، Sm: اسمکتیت Ka-Ch: کائولینیت -کلریت، Ch-Ver: کلریت- ورمی‌کولیت

(**: معنی‌دار در سطح یک درصد، *: معنی‌دار در سطح پنج درصد)

نتیجه گیری

پس از انجام آزمایش های فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی و تعیین کانی و یا کانی های غالب موجود در هر خاک توسط بررسی نیمه کمی و بررسی اثر هر کدام از این عوامل بر روی فاکتور فرسایش‌پذیری، مشخص گردید که هر کدام از این عوامل تأثیر به سزایی در میزان فرسایش‌پذیری دارند و می توان گفت که خاک‌های دارای ویژگی‌های فیزیکی از قبیل میزان شن بالا، نفوذپذیری زیاد، خاکدانه های پایدار، میزان سیلت و شن خیلی ریز کم و ویژگی‌های شیمیایی از قبیل میزان مطلوب ماده آلی، مقدار پایین SAR یک خاک مقاوم به فرسایش بوده و خاک هایی که دارای شرایط عکس این حالت می‌باشند خاک‌هایی دارای میزان بالای فرسایش‌پذیری می‌باشند، همچنین در تحقیق فاکتور فرسایش‌پذیری بین شیاری با

کانی اسمکتیت ارتباط مثبت و با کانی‌های کوارتزو مخلوط کانی‌های کلریت- ورمی‌کولیت ارتباط منفی داشت بنابراین می‌توان گفت که ارتباط مثبت بین فاکتور فرسایش‌پذیری و میزان رس در بعضی از خاک‌ها به خاطر حضور کانی اسمکتیت می‌باشد لذا در هر خاک جهت بررسی میزان فرسایش‌پذیری لازم است کلیه عوامل مؤثر در فرسایش‌پذیری مد نظر قرار گیرند و با شناخت صحیح هر کدام از این عوامل می‌توان در مناطقی با میزان فرسایش‌پذیری بالا و خاک‌های مستعد به فرسایش، اقدامات مدیریتی صحیح را انجام داد و از هدر رفت زیاد خاک در این مناطق جلوگیری به عمل آورد.

پاورقی‌ها

1- Flocculation
2- Siemens
3- Kolmogrov-Esmirnoph
4- Pearson coefficient of correlation
5- Semi-quantitative analysis

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ع. ۱۳۸۸. کارائی شبکه‌های عصبی مصنوعی در شبیه‌سازی فرسایش خاک و رواناب با به کارگیری ابعاد فرکتالی. رساله دکترای خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۲. اولیایی، ح. ر.، و ابطحی، ع. ۱۳۸۰. مطالعه اثر پستی و بلندی و مواد مادری در تشکیل و تکامل خاک‌های منطقه دشتک بزرگ در شمال غرب سپیدان در استان فارس. هفتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد.

۳. بی نام، ۱۳۷۲. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق دشت تبریز. مهندسین مشاور یکم. وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و اردبیل.

۴. تاجیک، ف. ۱۳۸۳. ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها در برخی مناطق ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸: ۱۲۲-۱۰۷.

۵. جعفرزاده، ع. ا.، و ممتاز، ح. ر. ۱۳۸۱. تعیین رژیم‌های رطوبتی و حرارتی مناطق مختلف ایران با استفاده از نرم افزار New hall. گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز. ۷۴ص، چاپ نشده.

۶. رفاهی، ح. ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.

7. Ahmadi, A., Neyshabouri, M. R., Rouhipour, H., Asadi, H., and Iranajad, M. (2010). Factors and mechanisms influencing interrill erodibility at different rainfall intensities. Journal of Food, Agriculture & Environment. 999-996 :(2) 8.

8. Bain, D. C. (1977). The weathering of cholorite minerals in some scotish soils. Soil Science Society of American Journal. 164-28:144.

9. Castro, C. F., and Logan, T. J. (1991). Limming effects on the stability and erodibility of some Brazilian oxisols. Soil Science Society of American Journal 1413-1407 :55.

10. Charman, P. E. V., and Murphy, B. W. (2000). Soils (their properties and management). pp: 212-206. Second edition, Land and Water Conservation, New South Wales, Oxford.

11. Emerson, W. W. (1983). Inter-particle bonding in Soils: an Australian viewpoint. pp: 498ت477. Division of Soils CSIRO, MelbournerAcademic Press London.

12. Evrendlink, F., Celik, I., and Kilic, S. (2004). Change in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterrian forests, grassland and cropland ecosystems. Journal of arid Environment. :59 752-743.

13. Ezochi, J. I. (2000). The influence of runoff, lithology, and water table on the dimension and rate of gullying processes in eastern Nigeria. Elsevier Catena verlage Cremlingen.

14. Goldberg, S., and Glaubig, R. A. (1987). Effect of saturation cation, pH and aluminum, iron oxide on the flocculation of kaolinite and montmorillonite. Clays and Clay Min 227-220 :35.

15. Gunn, R. H., Beattie, J. A., Reid, R. E., and van-de-Graaff, R. H. M. (1988). Australian Soil and Land Survey Handbook: Guidelines for Conducting Surveys. Inkata Press Melbourne.

16. Imeson, A. C., Kwaad, F. J., and Weraten, J. M. (1982). The relationship of soil physical and chemical properties to the development of badland in Morocco. In: Brayan, R., and Yair, A. Badland geomorphology and piping. Geobooks. No 239-47:231.

17. Kunze, G. W., and Dixon, J. B. (1986). Pretreatment for Mineralogical Analysis. In: Methods of Soil Analysis. Part 2 ,1nd (Ed) ASA and SSSA. Madison, USA.

18. Lado, M., and Ben-Hur, M. (2004). Soil mineralogy effects on seal formation, runصoff and soil loss. Appl. Clay Sci, 224-209 :24.

19. Levy, G. L., Levin, J., and Shainberg, I. (1995). Polymer effects on run off and soil erosion from sodic soils. Irrigation Science, 14-9 :16.

20. Mehra, O. P., and Jackson, M. L. (1960). Iron oxide removal from soils and clays by a dithionate citrate system with sodium bicarbonate. Clays and clays minerals, 327-317 :7.

21. Mermut, A. R., Luk, S. H., Romkens, M. J. M., and

364-355 :(3)86.
28. SPSS Inc. (2007). SPSS for windows release 16.chicago.
29. Udeigwe, T. K., Wang, J. J., and Zhang, H., (2007). Predicting runoff of suspended solids and particulate phosphorus for selected Louisiana soils using simple soil tests .Journal of Environmental Quality -36:1310 1317.
30. Van Olphen, H. (1977). An Introduction to Clay Colloid Chemistry, 2nd ed. Inter science Publications, New York.
31. Wakindiki, I. I. C., and Ben-Hur, M. (2002). Soil mineralogy and texture effects on crust micromorphology, infiltration and erosion. Soil Science Society of American Journal 905-897 :66.
32. Williams, J., Prebble, R. E., Williams, W. T., Hignett, C. T. (1983). The influence of texture, structure and clay mineralogy on soil moisture characteristics. Australian Journal of Soil Research. 32-21:15.
33. Wischmeier, W. H., and Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA Handbook No.537. Washington DC, p.58.
34. Yuong, R. A., Romkens, M. J. M., and McCool, D. K. (1990). Temporal variations in soil erodibility. pp:-101 11. In: Bryan R B, (Ed.), Soil Erosion- Experiments and Models. Catena, supplement 17, Verlag, Cremlingenت Destedt.
Poesen, J. W. A. (1997). Soil loss by splash and wash during rainfall from two loess soils. Geoderma. ت75:203 214.
22. Merzouk, A., and Black, G. R. (1991). Indices for the estimation of interrill erodibility of Moroccan soils. Catena, vol.18, P:550 -537.
23. Ramazanpour, h., Esmaeilnejad, L., and Akbarzadeh, A. (2010). Influence of soil physical and mineralogical properties on erosion variations in Marlylands of Southern Guilan province, Iran. Int. J. physic. Sci. 378-365:(4)5.
24. Reichert, J. M., and Norton, L. D. (1994). Aggregate stability and rain impacted sheet erosion of air-dried and preصwetted clayey surface soil under intense rain. Soil Science Society of American Journals 169-158:159.
25. Reichert, J., Norton, L. D., Favaretto, N., Huang, C. H., and Blume, E. (2009b). Settling Velocity, Aggregate Stability and Interrill Erodibility of soils Varying in Clay Mineralogy. Soil Science Society of American Journal 1377-1369 :73.
26. Romkenz, M. J. M., Luk, S. H., Poesen, J. W. A., and Mermut, A. R. (1995). Rainfall infiltration into loess soils from different geographic regions. Catena. -21 :25 32.
27. Santos, F. L., Reis, J. L., Martins, O. C., Catanheria, N. L., and Serralherio, R. P. (2003). Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. Biosystems Engineering.