Archive of SID

تغییرپذیری توزیع اندازه ذرات خاک در دامنه‌های شمالی و جنوبی منطقه نیمه‌خشک غرب زنجان

علی‌رضا واعظی[۱]، زهرا بیات[۲]، مجید فرومدی*[۳]، علی شاهبایی کوتنایی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱)

چکیده

فرسایش خاک به‌وسیله آب یکی از مهم‌ترین پدیده‌های تخریب خاک در سطح زمین می‌باشد. جهت و درجه شیب از عوامل کنترل‌کننده حرکت آب و ذرات بر روی دامنه‌ها می‌باشند و سهم ویژه‌ای در ویژگی‌های مختلف خاک دارند. در حالت توسعه‌یافته رابطه عمومی میزان تولید فرسایش سطحی و هدررفت خاک به‌صورت پیوسته وابسته به درجه و طول شیب است. با افزایش درجه و طول شیب، تخلیه و شدت جریان افزایش می‌یابد و به همین میزان سرعت جداسازی و انتقال ذرات افزایش می‌یابد. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر درجه و جهت شیب بر ویژگی‌های خاک در دامنه‌هایی با شیب کوتاه با پوشش گیاهی ضعیف در منطقه نیمه‌خشک غرب زنجان انجام شد. دامنه شمالی و جنوبی پنج فلات با درصد شیب متفاوت (۱۰-۹، ۱۶-۱۳، ۲۲-۱۷، ۲۹-۳۱ و ۳۷-۳۳ درصد) مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌های خاک در شیب‌ها از دو عمق (صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر) در چهار موقعیت با فاصله دو متری در طول شیب در دو تکرار تهیه شدند. در کل ۱۶۰ نمونه خاک برای انجام آزمایش‌های توزیع اندازه ذرات، ماده آلی و آهک برداشته شد. نتایج نشان داد، فرسایش سطحی به شدت تحت تأثیر درجه و جهت شیب زمین قرار دارد. در موقعیت دو متری از رأس شیب، بیش‌ترین مقدار فرسایش ذرات ریز وجود داشت اما در موقعیت انتهایی شیب، فراوانی نسبی ذرات ریز افزایش یافت. مقدار فرسایش سطحی در دامنه‌های جنوبی به‌طور متوسط حدود ۲۳ درصد بیش‌تر از دامنه‌های شمالی بود. نتایج نشان داد که افزایش درصد شیب اثر افزایشی بر مقدار شن و اثر کاهشی معنی‌دار بر مقدار رس ($P<۰/۰۵$ و $R^2=۰/۴۳$) داشت.

واژه‌های کلیدی: جریان سطحی، درصد شیب، فرسایش سطحی، فلات

واعظی ع.ر، بیات ز.، فرومدی م.، شاهبایی کوتنایی ع. ۱۳۹۸. تغییرپذیری توزیع اندازه ذرات خاک در دامنه‌های شمالی و جنوبی منطقه نیمه‌خشک غرب زنجان. تحقیقات کاربردی خاک. جلد۷، شماره۴. صفحه: ۸۶-۹۸.

۱- استاد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۳- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۴- دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان
*پست الکترونیک: majid.foroumadi@znu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فرسایش خاک به‌وسیله آب مهم‌ترین نوع فرسایش خاک در دامنه‌ها می‌باشد. این پدیده شامل فرآیندهای جداسازی، انتقال و رسوب ذرات خاک توسط قطرات باران و جریان رواناب سطحی است (Flanagan, 2002). جریان‌های سطحی کم‌عمق، ذرات ریز خاک را از سطح برداشت نموده و آن‌ها را با توجه به اندازه، چگالی، شکل و شرایط حاکم بر جریان به شکل‌های مختلف به پایین‌دست منتقل می‌کند (Descroix *et al*., 2008). عوامل متعددی بر شدت فرسایش آبی اثر می‌گذارند. این عوامل شامل ویژگی‌های باران (اندازه قطرات، مقدار و شدت بارندگی)، ویژگی‌های خاک (بافت، ساختمان، پایداری خاکدانه، جرم مخصوص و رطوبت خاک) و شرایط سطح زمین از جمله شیب و پوشش گیاهی است. ویژگی‌های مختلف خاک از طریق تأثیر بر توزیع نیروهای فرساینده و هم‌چنین نفوذپذیری خاک، بر قابلیت جدا شدن ذرات اثر می‌گذارند (Dlamini *et al*., 2011).

درجه، جهت و موقعیت روی شیب از عوامل مهم مؤثر بر فرسایش آبی هستند. زمانی که درجه شیب افزایش یابد، مقدار رسوب انتقال‌یافته و هدررفت خاک و به دنبال آن فرسایش افزایش می‌یابد زیرا با افزایش یافتن درجه شیب قدرت جریان نیز افزایش یافته و فرسایندگی نیز افزایش می‌یابد (Zhang *et al*., 2004). جهت شیب از طریق رو و پشت به آفتاب بودن در میزان فرسایش آبی مؤثر است. دامنه‌های جنوبی به دلیل آفتاب‌گیر بودن و تبخیر بالا دارای پوشش گیاهی ضعیف‌تر و فرسایش بیش‌تری نسبت به دامنه‌های شمالی پشت به آفتاب هستند (Cerda, 1998). در موقعیت‌های مختلف در طول شیب میزان فرسایش متفاوت است به طوری که در قله کوه میزان فرسایش بیش‌تر و بافت خاک سبک‌تر است و در پایین دامنه رسوب‌گذاری ذرات ریز صورت گرفته و بافت خاک سنگین می‌باشد (Kimaro *et al*., 2008). در ارتباط با فرسایش سطحی مطالعات فراوانی صورت گرفته است. در پژوهشی کلسو (Santos *et al*., 1997) نشان داد زمانی که درجه شیب و طول شیب افزایش می‌یابد، سرعت جریان آب، شدت جداسازی ذرات و انتقال ذرات روی شیب افزایش می‌یابد. ساهوآ و همکاران (Suhua *et al*., 2011) در نتایج پژوهش خود نشان دادند که درجه شیب اثر عمده و مهمی روی جدا شدن ذرات و انتقال آن‌ها می‌گذارد به‌ویژه زمانی که جریان‌های ضعیف سطحی در حال وقوع باشند. شی و همکاران (Shi *et al*., 2012) نیز گزارش نمودند که غلظت رسوب، به‌شدت وابسته به درجه شیب بوده، به نحوی که میانگین غلظت رسوب در شیب‌های تندتر، بیش‌تر است. گوپتا و چرا (Gupta & Chera, 1996) در نتیجه پژوهش‌های خود بیان کردند که جهت شیب تأثیر بسزایی در رشد پوشش گیاهی دارد و در مناطق نیمه‌خشک دامنه‌های شمالی تراکم پوشش گیاهی بسیار بالایی نسبت به دامنه جنوبی دارند به طوری که همبستگی منفی قوی بین جهت شمالی و فرسایش خاک وجود دارد. سردا (Cerda, 1998) با مطالعه روی دامنه‌های شمالی و جنوبی نشان داد که تراکم پوشش گیاهی در دامنه‌های شمالی بسیار بیش‌تر از دامنه‌های جنوبی است به همین علت میزان رواناب و به دنبال آن میزان فرسایش در دامنه‌های جنوبی بسیار بیش‌تر از دامنه متناظر شمالی است. در مطالعه‌ای رچ و همکاران (Rech *et al*., 2001) بیان کردند که در دامنه‌های جنوبی به دلیل تابش مستقیم آفتاب و تبخیر بالا، میزان فرسایش به‌مراتب بیش‌تر از دامنه‌های شمالی است. در مطالعه‌ای که توسط استرنبرگ و ششانی (Sternberg & Shoshany, 2001) انجام شد نتایج نشان داد که دامنه‌های شمالی دارای رابطه منفی با فرسایش خاک هستند اما در دامنه‌های جنوبی که دارای شیب‌های بالایی نیز بودند رابطه بین جهت دامنه و فرسایش خاک مثبت می‌باشد.

این موضوع تا حدودی توسط پژوهشگران داخلی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. صادقی و همکاران (Sadeghi *et al*., 2017) در پژوهشی به بررسی توزیع اندازه ذرات پاشمان تحت تأثیر شیب‌ها و شدت‌های مختلف بارندگی پرداختند. نتایج نشان داد که شدت بارندگی تأثیر معنی‌داری بر همه مؤلفه‌ها غیر از ذرات کوچک‌تر از ۲ میکرون و چولگی ذرات رسوبی در بالادست فنجان پاشمان داشت. در پایین‌دست فنجان پاشمان همه مؤلفه‌ها غیر از D_{10} جورشدگی و کشیدگی ذرات رسوبی نسبت به شدت‌های مختلف بارندگی، شیب‌های مختلف و تعامل آن‌ها دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) بودند. واعظی و عبادی (Vaezi & Ebadi, 2017) به بررسی انتقال‌پذیری ذرات اولیه خاک به‌وسیله فرسایش سطحی روی یک خاک میان‌بافت در نه شدت باران (از ۱۰ تا ۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌متر بر ساعت) و پنج درجه شیب (از صفر تا ۴۰ درصد) پرداختند. نتایج نشان داد که انتقال‌پذیری ذرات توسط جریان سطحی نیز به‌شدت تحت تأثیر شدت باران و شیب سطح قرار گرفت ($P<0/001$). کیانی هرچگانی و همکاران (Kiani-Harchagani *et al*., 2017) در پژوهشی به بررسی تغییرپذیری برخی مؤلفه‌های توزیع اندازه ذرات رسوب تحت باران شبیه‌سازی شده پرداختند. نتایج بیان‌گر وابستگی بیش‌تر غلظت رسوب به درجه شیب نسبت به شدت بارندگی بود. هم‌چنین، مقایسه مقادیر درصد ذرات کوچک‌تر از دو میکرون و مؤلفه D_{10} در شیب‌های مختلف بیان‌گر اختلاف معنی‌دار آن‌ها در شیب ۵ درصد در شدت بارندگی ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت بود.

در فرسایش ناشی از رواناب، تغییرات دینامیکی در توزیع اندازه ذرات رسوب وجود دارد (Shi *et al*., 2012). فرسایش آبی با ایجاد تغییر در توزیع اندازه ذرات خاک، موجب توزیع مجدد اندازه ذرات موجود در لایه سطحی خاک می‌شود و می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث تخریب خصوصیات خاک گردد (Pieri *et al*., 2009). ذراتی که کم‌تر توسط جریان حمل می‌شوند، اغلب در سطح خاک باقی مانده و بستر خاک از ذراتی که بیش‌تر حمل شده‌اند، تخلیه می‌شود. به طور کلی، توزیع اندازه ذرات رسوب متأثر از عواملی نظیر توزیع اندازه ذرات خاک اصلی، میزان و نحوه خرد شدن خاکدانه‌ها در حین فرسایش، سرعت ته‌نشینی ذرات در اندازه‌های مختلف و انتقال انتخابی ذرات با اندازه‌های مختلف می‌باشد (Asadi *et al*., 2011).

دامنه‌های مرتعی واقع در مناطق نیمه‌خشک اغلب پوشش گیاهی ضعیفی دارد و به دلیل ضعف محتوای ماده آلی، پایداری ساختمان خاک پایین است. تحت این شرایط، خاک‌ها حساس به فرآیندهایی مانند ضربه قطرات باران و انتقال آن‌ها توسط جریان رواناب می‌باشند. جریان‌های سطحی اغلب هنگامی‌که شدت بارندگی و درجه شیب زمین چندان زیاد نیست، در چنین دامنه‌هایی شکل گرفته و منجر به انتقال ذرات از سراسر سطح دامنه می‌شوند. شدت وقوع جریان‌های سطحی در کنار آن‌که به درجه شیب دامنه وابسته می‌باشد، تحت تأثیر جهت جغرافیایی آن نیز قرار می‌گیرد. جهت دامنه به‌ویژه از نظر شمالی و جنوبی نقشی مهم در تغییرات دما و تبخیر و در نتیجه پوشش گیاهی در نیم‌کره شمالی کره زمین دارد. در کنار پدیده فرسایش خاک به وسیله آب، سایر پدیده‌های طبیعی نیز ممکن است منجر به تغییرات در ویژگی‌های خاک به‌ویژه از نظر توزیع اندازه ذرات شود. شستشوی عمقی ذرات ریز در نیم‌رخ خاک که به دلیل نفوذ زیاد آب می‌باشد به نوبه خود می‌تواند منجر به تغییرات توزیع اندازه ذرات خاک شود. فرآیندهای هوادیدگی نیز عامل مهم دیگری هستند که در ابعاد نیم‌رخ خاک می‌توانند منجر به تغییر ویژگی‌های خاک از مواد مادری و ظهور افق‌های مختلف در نیم‌رخ خاک شوند. به هر حال در مقیاس بسیار کوچک مانند خاک سطحی، فرسایش خاک در دامنه نقشی اساسی در تغییرپذیری توزیع اندازه ذرات ایفاء می‌کند. بر اساس مطالعات انجام شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عوامل متعددی در توزیع اندازه ذرات خاک نقش دارد. با توجه به اهمیت درجه و جهت شیب در توزیع اندازه ذرات خاک و تخریب خاک، تحقیق حاضر به بررسی تأثیر درجه شیب، جهت شیب و موقعیت روی شیب بر توزیع اندازه ذرات خاک در شرایط کاملاً طبیعی بر خلاف پژوهش‌های قبلی که در شرایط غیرطبیعی بود، می‌پردازد.

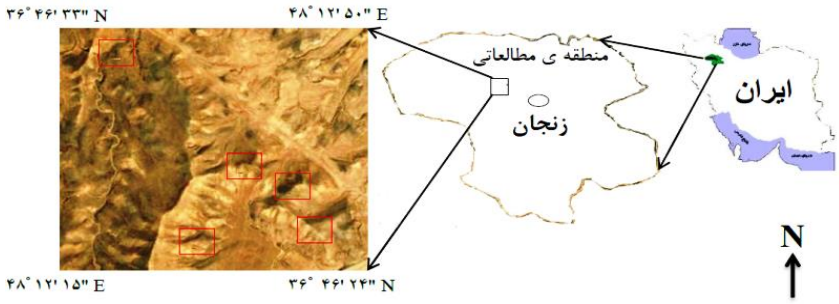
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در غرب استان زنجان، پیرامون روستای یامچی که در ۲۵ کیلومتری جاده قدیم زنجان به میانه واقع شده است، قرار دارد. این منطقه در محدوده جغرافیایی "۱۵ ,۱۲' ,۴۸° تا "۵۰ ,۱۲' ,۴۸° طول شرقی و "۲۴ ,۴۶' ,۳۶° تا "۳۳ ,۴۶' ,۳۶° عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). میزان بارندگی منطقه بین ۱۸۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر تغییر می‌کند و میانگین بارندگی سالانه آن ۳۱۵ میلی‌متر است. اقلیم منطقه بر اساس روش طبقه‌بندی دومارتن به‌صورت نیمه‌خشک می‌باشد. متوسط ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۵۳۶ متر از سطح دریا است. بیش‌تر از ۲۴ درصد منطقه را شیب‌های بالاتر از ۲۰ درصد تشکیل داده است. تیپ فیزیوگرافی غالب منطقه مورد مطالعه فلات می‌باشد که شامل اراضی فرسایش‌یافته سایر تیپ‌های فیزیوگرافی از جمله تپه است. در این اراضی فرآیند فرسایش هم‌چنان با شدت کم تا متوسط فعال می‌باشد. تشکیلات زمین‌شناسی به‌صورت عمده، کواترنری و مربوط به رسوبات دوران چهارم

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. کاربری زمین به‌صورت مرتع ضعیف می‌باشد که اغلب در اوایل بهار دارای پوشش سبز پراکنده می‌باشد. از جمله پوشش گیاهی شناسایی شده در منطقه Astragaluses-Althemlasp نزدیک ۷ درصد کل مراتع منطقه را در بر می‌گیرد. گونه Artemisia و Alhagi maurorum نیز گونه‌های غالب گیاهی منطقه می‌باشند. این منطقه تحت تأثیر فرسایش سطحی قرار دارد. در شکل (۲- الف) نمونه‌ای از فرسایش سطحی منطقه در دامنه جنوبی ارائه شده است. در منطقه مطالعاتی در کنار فرسایش سطحی اشکال دیگر فرسایش آبی مانند فرسایش شیاری و خندقی به مقدار بسیار کمی قابل مشاهده است. دامنه‌های مورد مطالعه دارای طول شیب بین ۸ تا ۱۲ متر بود.

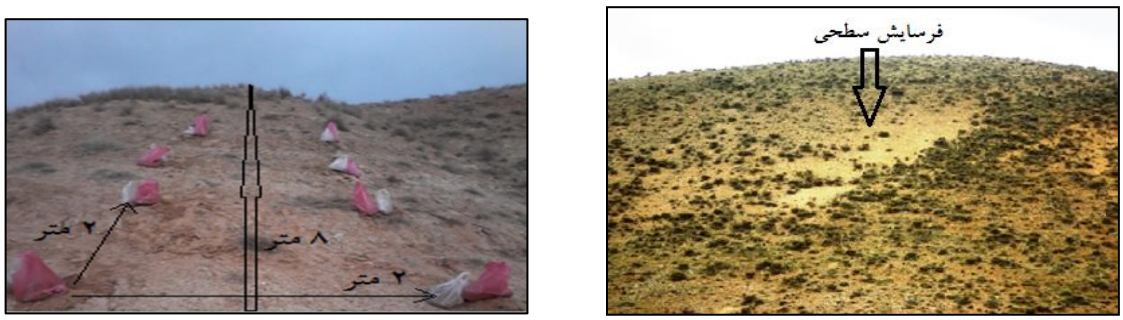


شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری خاک

Figure 1. Location of the study area and soil sampling site

نمونه‌برداری خاک

آزمایش از طریق انتخاب پنج تپه که دارای دامنه‌های متناظر شمالی و جنوبی بود، انجام شد. دامنه‌های شمالی دارای درصد شیب‌های ۱۰، ۱۶، ۲۲، ۲۹ و ۳۷ بودند. دامنه متناظر جنوبی نیز به‌ترتیب دارای شیب‌های ۹، ۱۳، ۱۷، ۳۱ و ۳۳ درصد بودند. نمونه‌های خاک از دو عمق صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۵سانتی‌متر در چهار موقعیت با فاصله دو متری از هم برداشت شد (Beullens *et al*., 2014). طول دامنه‌ها حداقل ۸ متر بود و در چهار موقعیت با فاصله ۲ متری در طول و در عرض نمونه‌برداری خاک انجام شد (شکل ۲- ب). پنج دامنه شمالی و جنوبی طوری انتخاب شدند که دامنه‌ها به لحاظ تحدب و تقعر و هم‌چنین به لحاظ تراکم پوشش گیاهی بسیار شبیه هم باشند و در شرایط تقریباً یکسانی قرار داشته باشند.



(الف) (ب)

شکل ۲- نمایی از فرسایش سطحی در دامنه جنوبی (الف) و نمونه‌برداری از دامنه شمالی با شیب ۳۷ درصد (ب)

Figure 2. A view of the surface erosion in south hillslope (a) and sampling of north hillslope with 37 % slope (b)

تجزیه ویژگی‌های خاک

ابتدا نمونه‌های دست‌خورده در هوای آزاد خشک و کوبیده شد و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد (Tejada & Gonzalez, 2007). بافت خاک شامل درصد شن (۲- ۰/۰۵ میلی‌متر)، سیلت (۰/۰۵ – ۰/۰۰۲ میلی‌متر) و رس (کوچک‌تر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر) به روش

www.SID.ir

Archive of SID

هیدرومتری تعیین شد (Jordan & Martinez-Zavala, 2008). جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه فلزی به قطر ۴۱ میلی‌متر و ارتفاع ۵۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (Klute, 1986). هم‌چنین برای آگاهی از ویژگی‌های خاک سطحی دامنه‌ها، جرم مخصوص حقیقی با روش پیکنومتر (Jacob & Clarke, 2002)، درصد کربن آلی خاک به روش والکلی- بلک (Nelson and Sommer, 1996)، درصد کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک یک نرمال (Klute, 1986)، pH خاک در گل اشباع با استفاده از pH سنج و شوری خاک در عصاره گل اشباع با استفاده از EC سنج (Kroetsch & Wang, 2008) و درصد سدیم تبادلی (ESP) به وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر (Chapman & Pratt, 1961) در نمونه‌های خاک سطحی تعیین شدند.

تعیین میزان فرسایش سطحی خاک: از آن‌جا که تعیین فرسایش سطحی بر روی دامنه‌ها تحت باران‌های طبیعی کاری بسیار دشوار است و هم‌چنین اندازه‌گیری آن در سراسر دامنه نیاز به به‌کارگیری دستگاه‌های شبیه‌ساز باران با ابعاد بزرگ می‌باشد، لزوم بهره‌مندی از روش ساده و سریع برای برآورد آن حائز اهمیت است. برای این منظور در دامنه‌های شیب‌دار می‌توان دانه‌بندی ذرات خاک را در لایه بسیار نازک سطحی که عمدتاً تحت تأثیر فرآیندهای فرسایش سطحی قرار می‌گیرد را با لایه مجاور زیرین مورد مقایسه قرار داد. این موضوع به این دلیل بود که خاک زیرسطحی به‌عنوان بخشی از نیم‌رخ خاک در معرض فرآیندهای فرسایشی (باران و رواناب) قرار نمی‌گیرد، در حالی که خاک سطحی همواره تحت تأثیر فرآیندهای فرسایش سطحی قرار دارد. از این رو نسبت میانگین قطر ذره در خاک سطحی به میانگین قطر ذره در خاک زیرسطحی مورد بررسی قرار گرفت. با مقایسه این دو لایه می‌توان میزان افزایش اندازه ذرات خاک سطحی را نسبت به خاک زیرسطحی تعیین کرد و بر اساس چگالی ظاهری زمین، مقدار فرسایش سطحی را به ازای جرم خاک هدررفته در واحد سطح برآورد نمود. به هر حال با توجه به این‌که در شرایط طبیعی، تغییرات دانه‌بندی ذرات در خاک سطحی نسبت به خاک زیرسطحی در یک دامنه در ابعاد زمانی بسیار طولانی از نظر زمین‌شناسی رخ داده است، نمی‌توان شدت فرسایش سطحی را در ابعاد زمانی تعیین کرد؛ بنابراین در این پژوهش برای پی بردن به مقدار فرسایش سطحی، دانه‌بندی ذرات خاک لایه نازک سطحی (صفر تا ۵ سانتی‌متر) نسبت به خاک زیرسطحی (۵ تا ۱۵سانتی‌متر) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. از آنجا که فرسایش سطحی منجر به تفاوت در اندازه ذرات خاک سطحی می‌شود، از شاخص میانگین وزنی قطر ذره برای تعیین متوسط اندازه ذرات خاک سطحی و مقایسه آن با خاک زیرسطحی استفاده شد. این شاخص از رابطه‌های زیر به دست آمد (Zhang *et al*., 2004):

(۱)

$$MWD_p = Sand \times \frac{(2+0.05)}{2} + Silt \times \frac{(0.05+0.002)}{2} + Clay \times \frac{(0.002+0)}{2}$$

(۲)

$$\text{Surface erosion rate} = MWD_{p(1)} / MWD_{p(2)}$$

که در آن: شن، سیلت و رس بر حسب درصد وزنی و MWD_p میانگین قطر ذرات خاک بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

پس از اعمال جرم مخصوص ظاهری، میزان خاک فرسایش یافته در هکتار بر اساس ذرات اولیه خاک برآورد گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای برآورد فرسایش سطحی، تغییرات فراوانی ذرات در نمونه‌های سطح و عمق خاک تعیین گردید و پس از اعمال جرم مخصوص ظاهری میزان خاک فرسایش یافته بر اساس ذرات اولیه خاک در هکتار برآورد گردید. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف در سطح آماری پنج درصد بررسی شد (Geissen *et al*., 2009).

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. میزان هدایت الکتریکی و درصد سدیم تبادلی در دامنه‌های جنوبی بیش‌تر از دامنه‌های شمالی به دست آمد. میزان ماده آلی در هر دو جهت کم‌تر از یک درصد به دست آمد و مقدار آن در دامنه‌های شمالی بیش‌تر از دامنه‌های جنوبی مشاهده شد که نشان می‌دهد دامنه‌های شمالی دارای پوشش گیاهی نسبتاً بیش‌تری هستند و میزان کربنات کلسیم در هر جهت بیش‌تر از ۱۰ درصد به دست آمد. بر

www.SID.ir

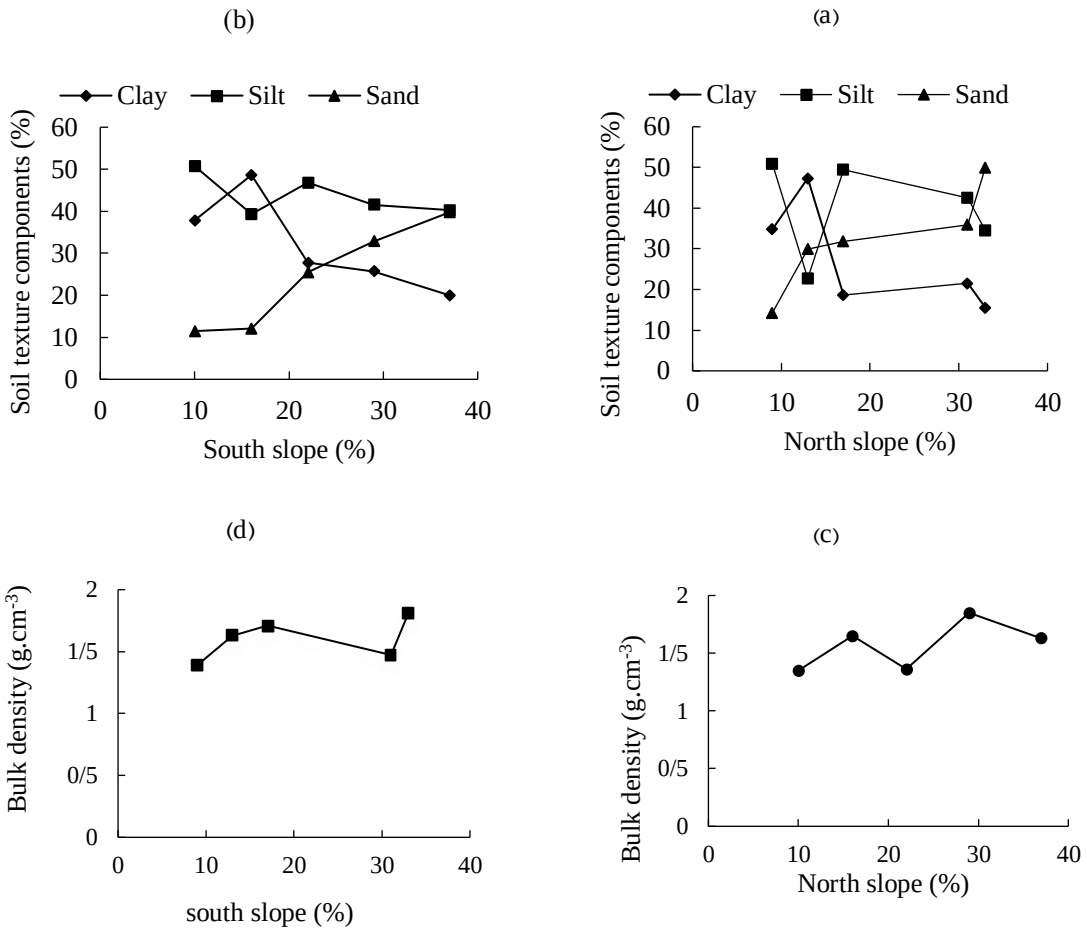
Archive of SID

اساس نتایج شکل ۳ که میانگین توزیع اندازه ذرات و جرم مخصوص ظاهری خاک‌های مورد بررسی در دامنه‌های شمالی و جنوبی در خاک سطحی (عمق صفر تا پنج سانتی‌متر) را نشان می‌دهد، با افزایش درصد شیب به طور میانگین میزان شن افزایش و میزان سیلت و رس کاهش نشان داد بر این اساس میزان جرم مخصوص ظاهری نیز افزایش یافت.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی

Table 1. Physicochemical properties of the studied soils

Physicochemical properties	North hillslopes		South hillslopes	
	Mean	S.D	Mean	S.D
Sand (%)	23.70	11.48	31.04	14.13
Silt (%)	44.06	6.31	45.84	12.63
Clay (%)	32.24	12.98	23.12	13.89
pH	7.77	0.11	7.72	0.11
EC (dS m^{-1})	1.00	0.38	1.21	0.46
CEC (meq $100g^{-1}$ soil)	18.57	2.89	17.24	2.77
OM (%)	0.63	0.43	0.48	0.37
$CaCO_3$ (%)	12.27	1.91	11.66	1.92
ESP (%)	1.73	1.88	1.79	2.23



شکل ۳- میانگین اجزای بافت و جرم مخصوص ظاهری خاک‌های مورد بررسی در دامنه‌های شمالی و جنوبی در خاک سطحی

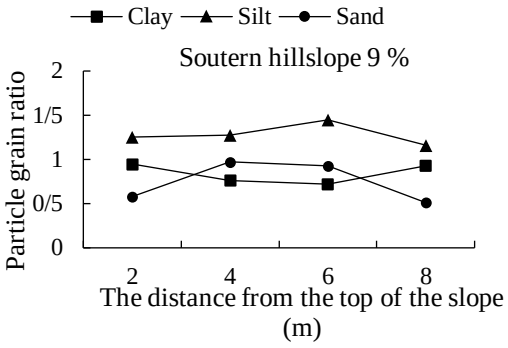
Figure 3. Mean soil texture components and bulk density of studied soils in north and south hillslopes in surface soil

www.SID.ir

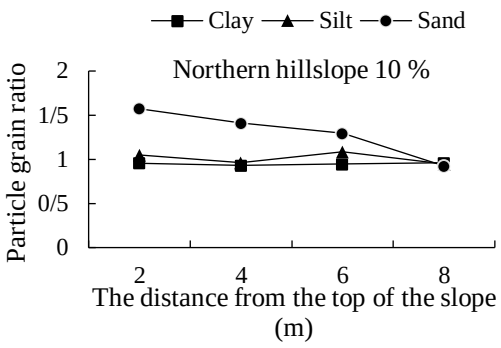
Archive of SID

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود دامنه جنوبی با شیب ۹ درصد در موقعیت ابتدایی از رأس شیب دارای بیش‌ترین میزان نسبت دانه‌بندی شن سطح به عمق و در موقعیت انتهایی از رأس شیب کم‌ترین مقدار را داشت و این نسبت برای ذرات رس و سیلت در موقعیت‌های انتهایی دارای بیش‌ترین مقدار بود. این نتایج مطابق با یافته‌های خان و همکاران (Khan *et al.*, 2004) بود. رواناب سطحی ذرات رس و سیلت را از موقعیت‌های مرتفع و شیب‌دار شسته و در مناطق کم‌شیب در پای دامنه‌ها رسوب می‌دهد، در نتیجه باعث کاهش درصد رس و افزایش درصد شن در موقعیت‌های شیب‌دار می‌شود و عکس این حالت در موقعیت‌های پایینی شیب اتفاق می‌افتد (Badia *et al.*, 2013). با ادامه فرسایش ذرات ریز شسته شده و ذرات درشت شن بیش‌تر در سطح خاک مشخص می‌شود. این عامل موجب پایین آمدن ذرات ریز و افزایش مقدار ذرات درشت در خاک سطحی نسبت به خاک عمقی می‌شود که مطابق با نتایج دلامینی و همکاران (Dlamini *et al.*, 2011) می‌باشد، به همین دلیل نسبت دانه‌بندی ذرات سطح به عمق دارای تغییرات مشخص شده در شکل ۴ می‌باشد.

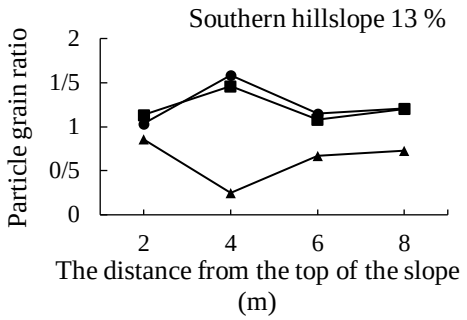
(a)



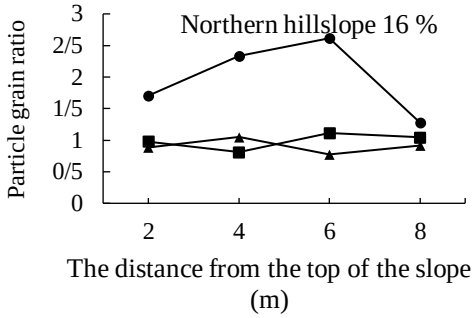
(b)



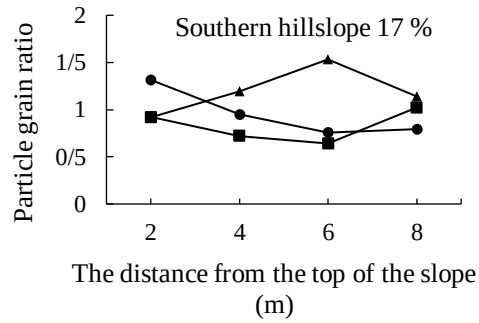
(c)



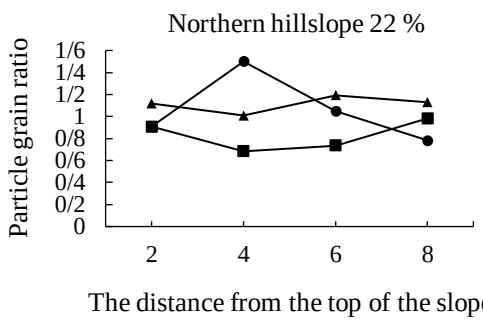
(d)



(e)



(f)

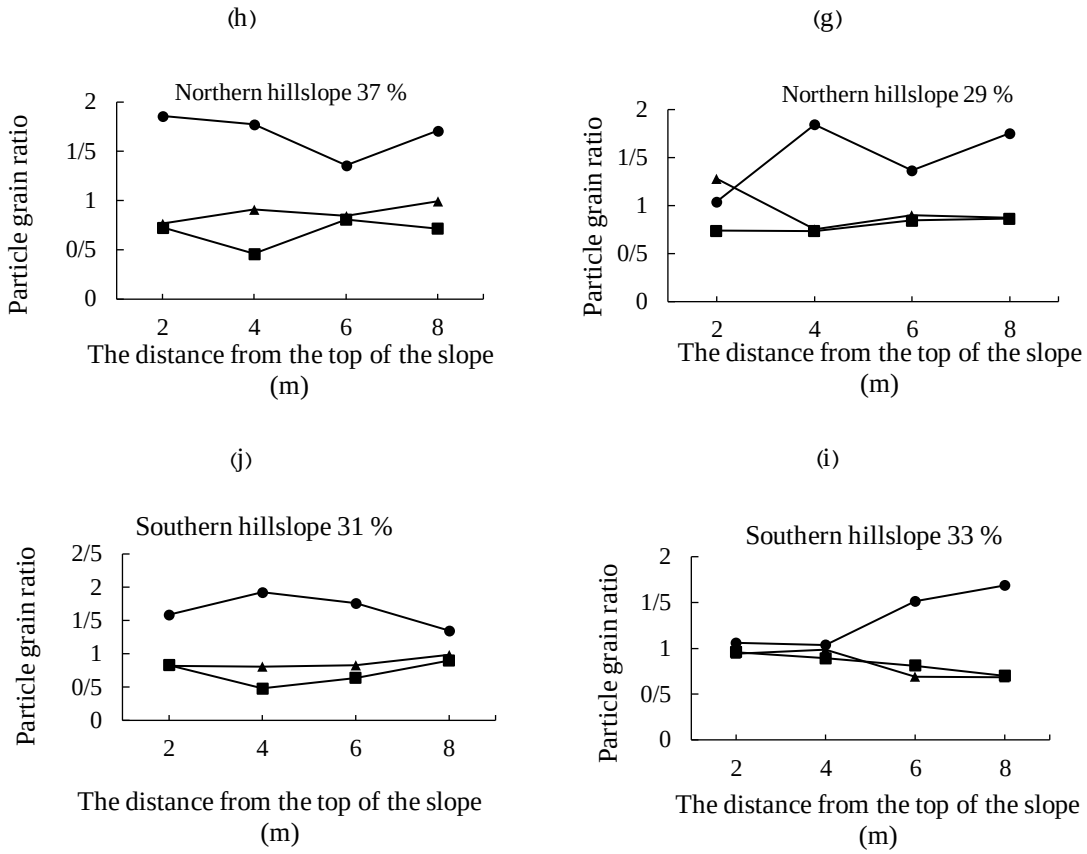


شکل ۴- نسبت دانه‌بندی ذرات سطح به عمق در موقعیت‌های مختلف در دامنه‌های شمالی و متناظر جنوبی

Figure 4. Particle grain ratio of surface to depth in different situations in the northern and southern hillslopes

www.SID.ir

Archive of SID



ادامه شکل ۴-

Continue Figure 4.

روند تغییرات برای دامنه شمالی نیز مشابه با دامنه جنوبی است با این تفاوت که این تغییرات در این دامنه بیش‌تر از دامنه متناظر است که به علت شیب بالای این دامنه می‌باشد. در دامنه جنوبی با شیب ۱۳ درصد بیش‌ترین نسبت دانه‌بندی برای شن در موقعیت دوم و در دامنه شمالی متناظر با شیب ۱۶ درصد بیش‌ترین میزان نسبت دانه‌بندی در موقعیت سوم بود. کم‌ترین نسبت دانه‌بندی نیز مربوط به شن در دامنه جنوبی بود. این نتایج نیز نشان می‌دهد میزان فرسایش در نقاط بالادست شیب بیش‌تر بوده و موجب بالا رفتن این نسبت‌ها شده است. بررسی توزیع اندازه ذرات هم‌چنین نشان می‌دهد که میزان شن در هر دو جهت در خاک سطحی بیش‌تر از خاک زیرسطحی بوده است و با افزایش عمق مقدار ذرات ریز بیش‌تر شده و مقدار ذرات درشت‌تر کاهش یافته است. دیوید و همکاران (David *et al*., 2012) نیز نشان دادند که بافت خاک سطحی سبک‌تر از بافت خاک زیرسطحی است و با افزایش عمق، بافت خاک عمقی سنگین‌تر می‌شود.

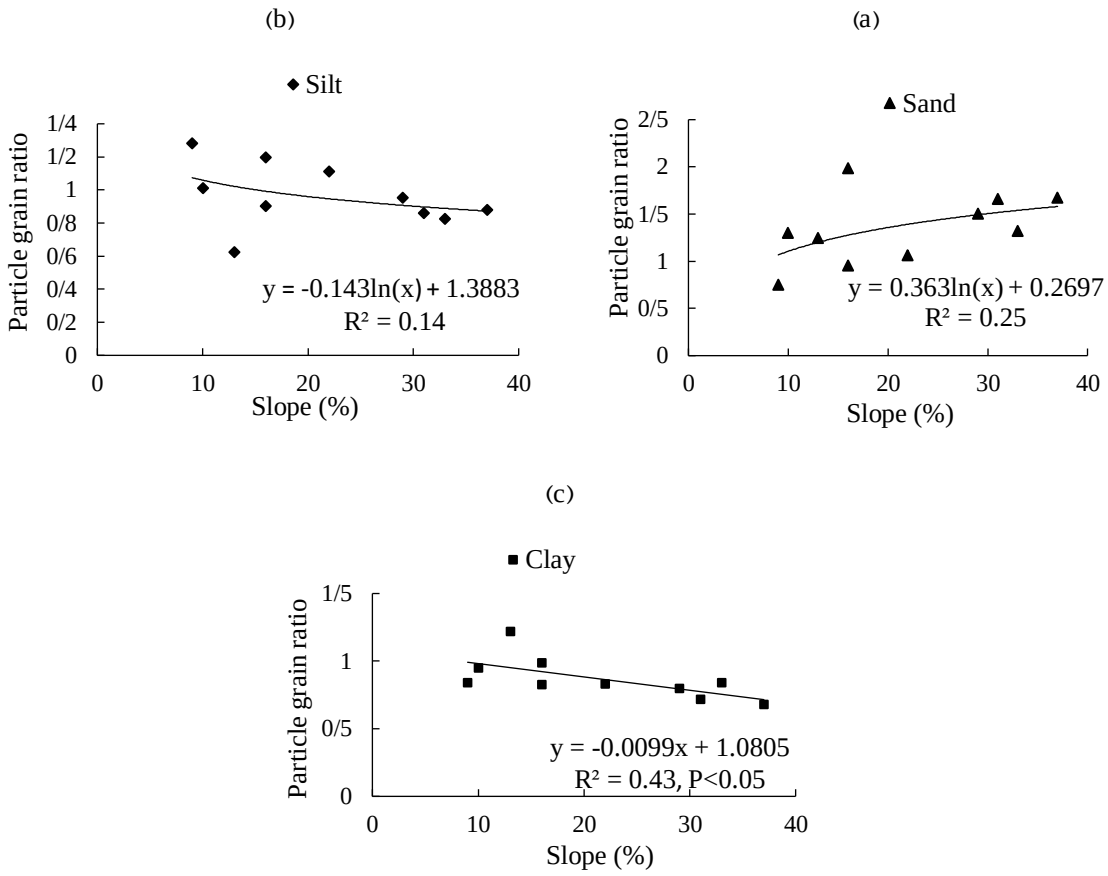
شکل ۵ نسبت دانه‌بندی ذرات شن، سیلت و رس با درصد شیب در پنج دامنه شمالی و پنج دامنه جنوبی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج حاصل شده مقدار شن با افزایش درصد شیب در ۱۰ دامنه افزایش و مقدار سیلت کاهش یافت هم‌چنین درصد رس نیز با افزایش درصد شیب کاهش یافت و این کاهش در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. زمانی که درجه شیب افزایش یابد، پایداری خاک روی سطح شیب کاهش می‌یابد (Qinjuan *et al*., 2008). درجه شیب از طریق مؤثر بودن در سرعت نفوذ و کاهش آن موجب افزایش مقدار رسوب شده و از این طریق بر فرسایش خاک اثر دارد به همین دلیل میزان فرسایش در دامنه‌هایی با شیب بالا افزایش نشان داد. با افزایش درصد شیب به دلیل افزایش قدرت جریان شدت جدا شدن ذرات بر روی شیب بالا رفته و هدررفت خاک و میزان فرسایش آبی افزایش یافت. تأثیر افزایش میزان فرسایش آبی خاک با افزایش درصد شیب با نتایج زینگ (Zingg, 2011) مطابقت دارد. در شیب‌هایی کم احتمالاً شدت جریان نیز کم شده و موجب شده تا قدرت جریان نیز کاهش یابد و

www.SID.ir

Archive of SID

همین عامل موجب شد تا ذرات ریز به‌صورت انتخابی جابه‌جا شود و میزان ذرات ریز در دامنه‌هایی با شیب بالا کاهش یابد. این یافته با نتیجه حاصل از تحقیقات دفرشا و همکاران (Defersha *et al*., 2011) مطابقت داشت.

میزان فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی و جنوبی بر حسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد. نتایج نشان داد (شکل ۶) که در دامنه‌های شمالی به طور میانگین میزان فرسایش با افزایش درصد شیب افزایش یافت و رابطه افزایش میزان فرسایش با درصد شیب معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$ و $R^2=۰/۷۸$). در دامنه‌های جنوبی نیز درصد شیب موجب افزایش میزان فرسایش سطحی خاک شد و رابطه افزایش میزان فرسایش سطحی با افزایش درصد شیب در سطح پنج درصد معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$ و $R^2=۰/۷۹$). بر اساس این نتایج می‌توان ابراز داشت که درصد شیب عامل مهمی در افزایش میزان فرسایش خاک است به‌ویژه زمانی که درصد شیب بیش‌تر از ۱۰ درصد باشد. نتایج حاصل شده با نتایج مطالعات زارع خورمیزی و همکاران (Zare Khormizi *et al*., 2013) مطابقت داشت. آن‌ها دلیل هدررفت بیش‌تر خاک با افزایش درصد شیب را کاهش مقاومت خاک سطحی بیان کردند. مقایسه میزان فرسایش خاک در دامنه‌های شمالی و متناظر جنوبی نیز نشان داد که میزان هدررفت خاک در دامنه‌های جنوبی ۲۹ درصد بیش‌تر از دامنه‌های متناظر شمالی است.



شکل ۵- نسبت دانه‌بندی ذرات شن (a)، سیلت (b) و رس (c) با درصد شیب در پنج دامنه شمالی و پنج دامنه جنوبی

Figure 5. Particle grain ratio of sand (a), silt (b) and clay (c) with slope percentage in five north hillslope and five south hillslope

بر اساس نتایج به دست آمده جهت شیب نیز به‌عنوان عامل مهم دیگر در بالا بردن میزان فرسایش خاک می‌باشد. در موقعیت‌های بالایی مقدار فرسایش بیش‌تر از موقعیت‌های انتهایی شد زیرا در موقعیت‌های انتهایی شیب، شکل شیب از محدب به مقعر تغییر یافت و موجب شد تا رسوبات بالادست شیب در این موقعیت تجمع یابد.

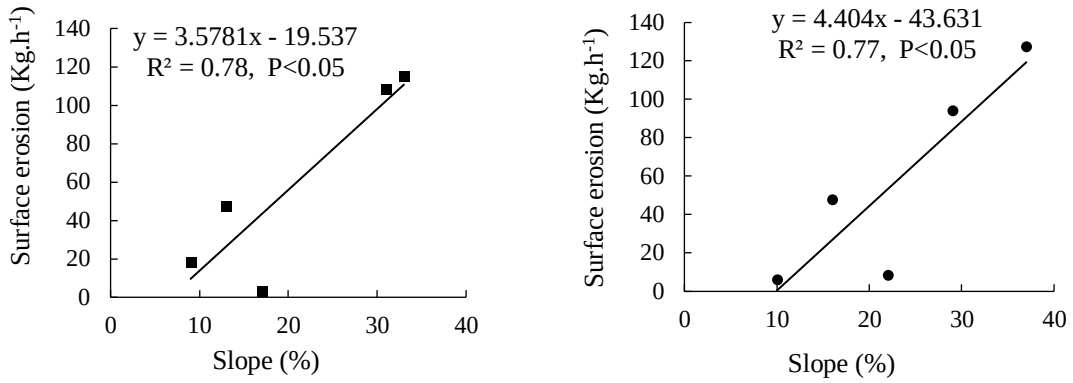
www.SID.ir

Archive of SID

این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش وانگ (Wang, 2014) مطابقت داشت. بر اساس نتایج به دست آمده میزان فرسایش در دامنه‌های جنوبی به طور میانگین بیش‌تر از دامنه‌های شمالی به دست آمد و با نتایج گوپتا و همکاران (Gupta & Chera, 1996) که عنوان داشتند دامنه‌های شمالی مناطق نیمه‌خشک فرسایش کم‌تری نسبت به دامنه‌های جنوبی دارد، مطابقت داشت. افزایش درصد رس در موقعیت پایینی شیب به دلیل رسوب‌گذاری مواد حاصل از موقعیت‌های بالایی شیب و هم به علت فرسایش کم در این قسمت می‌باشد (Ogban & Babalola, 2009).

(a)

(b)



شکل ۶- مقدار فرسایش سطحی در درصد شیب‌های مختلف دامنه‌های شمالی (a) **و دامنه‌های جنوبی** (b)

Figure 6. Surface erosion in different slopes percentage north hillslopes (a) and south hillslopes (b)

نتیجه‌گیری کلی

از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که درصد شیب می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای بر ویژگی‌های توزیع اندازه ذرات خاک اثرگذار باشد و موجب بالا رفتن فرسایش سطحی شود. با افزایش درصد شیب به دلیل افزایش قدرت جریان فرسایندگی افزایش می‌یابد و موجب شسته شدن ذرات ریز و باقی ماندن ذرات درشت شن در سطح خاک می‌شود. جهت شیب نیز بر مقدار فرسایش اثرگذار بود و در دامنه‌های جنوبی رو به آفتاب میزان آن بیش‌تر از دامنه‌های شمالی پشت به آفتاب بود. موقعیت روی شیب نیز بر مقدار فرسایش مؤثر بود که موجب شد در موقعیت‌های ابتدایی از رأس شیب بافت خاک سبک‌تر از موقعیت‌های دیگر شود و در موقعیت‌های انتهایی رسوب‌گذاری صورت گیرد و بافت خاک سنگین‌تر شود. در حالت کلی میزان فرسایش و هدررفت خاک در دامنه‌های جنوبی با شیب بالا و در موقعیت‌های ابتدایی شیب به طور میانگین بیش‌تر از دامنه‌های متناظر شمالی به دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Asadi H., Moussavi A., Ghadiri H., and Rose C.W. 2011. Flow-driven soil erosion processes and the size selectivity of sediment. *Journal of Hydrology*, 406: 73-81.

Badía D., Martí C., Aznar M., and León J. 2013. Influence of slope and parent rock on soil genesis and classification in semiarid mountainous environments. *Geoderma*, 193: 13-21.

Beullens J., Velde D.V., and Nyssen J. 2014. Impact of slope aspect on hydrological rainfall and on the magnitude of rill erosion in Belgium and northern France. *Catena*, 114:129–139.

Cerdà A. 1998. The influence of aspect and vegetation on seasonal changes in erosion under rainfall simulation on a clay soil in Spain. *Canadian Journal of Soil Science*, 78(2): 321-330.

Chapman H.D., and Pratt P.F. 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Priced Publication 4034. Division of Agriculture Sciences. *University of California, Berkeley*, 5-350.

David D., Boscha T., Clint C., Rumana L., Larry T., Westb C., and Stricklanda K. 2012. Tillage and slope position impact on field-scale hydrologic processes in the South Atlantic Coastal Plain. *Agricultural Water Management*, 111: 40– 52.

Defersha M., Quraishi S., and Melesse A. 2011. The effect of slope steepness and antecedent moisture content on interrill erosion, runoff and sediment size distribution in the highlands of Ethiopia. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15: 2367-2375.

Descroix, L., González Barrios J.L., Viramontes D., Poulenard J., Anaya E., Esteves M., and Estrada J. 2008. Gully and sheet erosion on subtropical mountain slopes: Their respective roles and thescale effect. *Catena*, 72: 325-339.

Dlamini P., Orchard C., Jewitt G., Lorentz S., Titshall L., and Chaplot V. 2011. Controlling factors of sheet erosion under degraded grasslands in the sloping lands of KwaZulu-Natal, South Africa. *Agricultural Water Management*, 98(11): 1711-1718.

Flanagan D.C. 2002. Erosion. Encyclopedia of Soil Sciences. *Marcel Dekker Publishers, New York*, 6-398.

Geissen V., Sanchez-Hernandez R., Kampichler C., Ramos-Reyes R., Sepulveda-Lozada A., Ochoa-Goana S., De Jong B., Huerta-Lwanga E., and Hernández-Daumas S. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils-An example from southeast Mexico. *Geoderma*, 151: 87-97.

Gupta S.K., and Chera R.S. 1996. Soil characteristics as influenced by slope aspects in Middle Swiwaliks. *Agropedology*, 6: 43–48.

Jacob H., and Clarke T. 2002. Methods of soil analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 4(1): 317-328.

Jordan A., and Martinez-Zavala L. 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. *Forest Ecological and Management*, 255: 913-919.

Khan F., Ahmad W., Bhatti A., and Khattak R. 2004. Effect of soil erosion on physical properties of some soil series in NWFP, Pakistan. *Pakistan Journal of Soil Science* (Pakistan), 22: 709–721.

Kiani Harchegani M., Sadeghi H.R., and Asadi H. 2017. Changeability of concentration and particle size distribution of effective sediment in initial and mature flow generation conditions under different slops and rainfall intensities. *Watershed Engineering and Management*, 9(2): 116-238. (In Persian)

Kimaro D., Poesen J., Msanya B., and Deckers J. 2008. Magnitude of soil erosion on the northern slope of the Uluguru Mountains, Tanzania: Interrill and rill erosion. *Catena*, 75: 38-44.

Klute A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Medison Wisconsin, *Unitate States of America*, 7-440.

Kroetsch D., and Wang C. 2008. Particle size distribution. *Soil sampling and methods of analysis*, *2*: 713-725.

Nelson D.W., and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis part 3-chemical methods*, (methodsofsoilan 3), 961-1010.

Ogban P.I., and Babalola O. 2009. Characteristics, classification and management of inland valley bottom soils for crop production in sub-humid southwestern Nigeria. *Journal of tropical agriculture, food, environment and extension*, *8*(1):1-13.

Pieri L., Bittelli M., Hanuskova M., Ventura F., Vicari A., and Rossi Pisa P. 2009. Characteristics of eroded sediments from soil under wheat and maize in the North Italian Apennines. *Geoderma*,

www.SID.ir

Archive of SID

154: 20-29.
Rech J.A., Reeces R.W., and Hendricks D.M. 2001. The influence of slope aspect on soil weathering processes in the Springerville volcanic field, Arizona. *Catena*, 43: 49–62.
Sadeghi H.R., Kiani Harchegani M., and Asadi H. 2017. Splash particle size distribution along the experimental flume under different rainfall intensities and slopes. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 47(4): 649-859. (In Persian)
Santos G., Suzuki K.O.I.C.H.I., Watanabe M.A.S.A.H.I.R.O., and Srinivasan V.S. 1997. Developing a sheet erosion equation for a semiarid region. *IAHS Publication*, (245), 31-38.
Shi Z.H., Fang N.F., Wu F.Z., Wang L., Yue B.J., and Wu G.L. 2012. Soil erosion processes and sediment sorting associated with transport mechanisms on steep slopes. *Journal of Hydrology*, 454:123-130.
Sternberg M., and Shoshany M. 2001. Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: Comparison of a semiarid and an arid site in Israel. *Ecology Research*, 16, 345–355
Suhua F., Baoyuan L., and Heping L. 2011. The effect of slope on interrill erosion at short slopes. *Catena*, 84: 29–34.
Tejada M., and Gonzalez J.L. 2007. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. *Soil and Tillage Research*, 93: 197-205.
Vaezi A.R., and Ebadi M. 2017. Particle size distribution of surface- eroded soil in different rainfall intensities and slope gradients. *Journal of Water and Soil*, 31(1): 216-229. (In Persian)
Wang X. 2014. Effect of slope position on physico-chemical properties of eroded soil. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 94: 89-103.
Zare Khormizi M., Najafinejad A., Noura N., and Kavian A. 2013. The effects of soil properties on runoff and soil loss generation in the farm lands of the Chehel-Chai watershed, Golestan province. *Water and Soil Science*, 17(64): 173-181. (In Persian)
Zhang K., Li S., Peng W., and Yu B. 2004. Erodibility of agricultural soils and loess plateau of China. *Soil and Tillage Research*, 76: 157-165.
Zhang K., Li S., Peng W., and Yu B., 2004. Erodibility of agricultural soils and loess plateau of China. *Soil and Tillage Research*, 76: 157-165.
Zingg A.W. 2011. Degree and length of land slope as it affects soil loss in run-off. *Agricultural Engineering*, 21: 59-64.

www.SID.ir

Archive of SID

Variability of Particle Size Distribution in North and South Hillslopes in A Semi-Arid Region in West of Zanjan

Alireza Vaezi[1], Zahra Bayat[2], Majid Foroumadi[3*], Ali Shahbaee kotenaee [4]

(Received: May 2018 Accepted: September 2018)

Abstract

Soil erosion by water is one of the most important destructive factors on the earth's surface. The slope and aspect are the factors controlling the movement of water and sediments on the surface of the slopes and have a special contribution in different soil characteristics. In general, the public relations of surface erosion and soil loss are continuous, depending on the degree and length of the slope. As the degree and length of the slope increases, the discharge and flow rate increases, and the rate of separation and transfer of particles increases as well. This study was conducted to investigate the effects of slope and aspect on soil characteristics in slopes with weak vegetation cover in Western Zanjan semi-arid region, northwest Iran. Five plateaus were surveyed on both the northern and the southern slopes with different slope percentages (9-10, 13-17, 16-22, 29-31 and 33-37 percent). Soil samples were taken from two depths (0 to 5 and 5 to 15 cm) at four positions with a distance of two meters along the slope during two replications. Finally, 160 soil samples were considered for determination of particle size distribution, organic matter and lime size distribution. The results of this study showed that the surface erosion of the studied area was strongly affected by slope and aspect of the land. In the two-meter position from the top of the slope, there was the highest degree of fine particle erosion but at the bottom of the slope, the relative frequency of fine particles was increased. The surface erosion rate in the southern slopes was on average 23% higher than that of the northern slopes. Also, the results showed that increasing the slope had an incremental effect on the amount of sand and a significant reduction effect on clay content ($P < 0.05$, $R2 = 0.43$).

Keywords: Surface flow, Slope gradient, Surface erosion, Plateau

Vaezi A.R., Bayat Z., Foroumadi M., Shahbaee kotenaee A. 2019. Variability of particle size distribution in North and South Hillslopes in A Semi-arid Region in West of Zanjan. *Applied Soil Research*.7(4): 86-98.

1. Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
2. Former M.Sc. Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
3. Ph.D. Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
4. Ph.D. Student of Geography, Faculty of Humanities, University of Zanjan
* Corresponding Author Email: majid.foroumadi@znu.ac.ir

www.SID.ir