تاثیر ویژگی‌های خاک بر روان‌آب و فرسایش خاک در اراضی جنگلی

عطاالله کاویان*[1]، علی آزموده[2]، کریم سلیمانی[3] و قربان وهاب‌زاده[4]

[1] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

[2] دانش آموخته کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

[3] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

[4] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۰، تاریخ تصویب: ۸۹/۲/۲۵)

چکیده

فرسایش خاک یک چالش جهانی بوده که به طور جدی منابع آب و خاک را تهدید کرده و یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی به شمار می‌رود. یکی از متغیرهای مهم و قابل بررسی بر فرایند روان‌آب و فرسایش خاک، ویژگی‌های خاک می‌باشد. لذا این پژوهش برای بررسی شماری از متغیرهای موثر خاک در روان‌آب و فرسایش خاک، در دو پایگاه پژوهشی جنگلی واقع در محدوده شهرستان ساری انجام شده است. در ادامه در ۱۵ نقطه تصادفی از هر پایگاه، مبادرت به ایجاد باران مصنوعی با بهره‌گیری از دستگاه همانندساز باران شد. همزمان نمونه‌برداری خاک نیز از نقطه مجاور همانندسازی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد. نتایج نشان داد که متغیرهای رطوبت پیشین خاک، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و درصد ذرات شن به ترتیب بیشترین تاثیر را در تولید روان‌آب دارند. همچنین در فرایند فرسایش خاک نیز به ترتیب متغیرهای درصد ماده آلی، رطوبت پیشین خاک و سیلت بیشترین تاثیر را در اراضی جنگلی داشته‌اند. نتایج مدل چند متغیره خطی نشان داد که با بهره‌گیری از ۳ متغیر درصد ماده آلی، رطوبت پیشین خاک و رس می‌توان میزان روان‌آب و فرسایش خاک را به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۶۳۸ و ۰/۷۰۱ برآورد نمود.

واژه‌های کلیدی: روان‌آب، فرسایش خاک، باران‌ساز

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۱-۳۲۲۱۳۲۶ فاکس: ۰۱۵۲-۴۲۲۲۹۸۲

E-mail: a.kavian@sanru.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

فرسایش خاک و پیامدهای ناشی از آن، امروزه یکی از مهم‌ترین چالش زیست محیطی به شمار می‌رود (Ekwue et al, 2009). فرسایش خاک یک چالش جهانی بوده که به طور جدی منابع آب و خاک را تهدید می‌کند (Qiang Deng et al, 2008). فرسایش خاک در آغاز منجر به تشکیل شیار و در ادامه ایجاد خندق خواهد شد که این عمل منجر به شستشوی خاک سطحی، مواد آلی و در نهایت کاهش بدست آمدهخیزی خاک خواهد شد (Haene et al, 2008., Kelarestaghi et al, 2009).

به طور کل باید گفت، نوع بهره‌برداری از زمین و فرسایش رابطه نزدیکی با یکدیگر داشته (Molina et al, 2007) و در صورتی‌که بهره‌برداری بیرویه از زمین به عمل بیاید، میزان فرسایش به شدت افزایش می‌یابد (Sadeghi et al, 2008). با توجه به مطالب گفته شده، جلوگیری از فرسایش خاک هدف مهمی در مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی به شمار می‌رود (Hadsun, 1995., Agassi, 1996). جدا شدن ذرات خاک توسط قطرات باران و انتقال ذرات جدا شده توسط روان‌آب، دو فرایند پایهی فرسایش خاک می‌باشند (Quansah, 1981). لذا بررسی روان‌آب به عنوان یکی از فرایندهای اصلی فرسایش خاک، امری ضروری می‌باشد. از آنجا که اندازه‌گیری میزان روان‌آب و فرسایش خاک تحت شرایط طبیعی بارندگی، زمان‌بر و پر هزینه است (Sheridan et al, 2008)، بهره‌گیری از همانندسازهای باران می‌تواند در حل این دشواری کارگشا باشد. هر چند تفاوت‌های مهمی بین ویژگی‌های بارندگی طبیعی و همانندسازی شده، مانند توزیع اندازه قطره، سرعت قطره، سرعت حد و .. وجود داشته (Mingguo et al, 2007)، و از نظر برقراری شرایط طبیعی به طور کامل (Arnaez et al, 2007., Jordan & Martinez-Zavala, 2008)، ایجاد شرایط رگبار و بارندگی در سطح کوچک قطعه با محدودیت مواجه هستند (Sheridan et al, 2008)، اما همانندسازی باران می‌تواند یک وسیله مفید برای مقایسه و کمی کردن فرایندهای روان‌آب و فرسایش خاک بشمار آید. به طور کل از این روش می‌توان برای درجه‌بندی و اعتبارسنجی مدل‌های فرسایشی فیزیکی بر پایه باران (Loch, 2000., Seeger, 2007) و از نتایج همانندسازی باران، به منظور هدف‌های مقایسه‌ای بهره‌گیری کرد (Foster et al, 2000). با توجه به مطالب گفته شده، بهره‌گیری از باران‌سازها به دلیل برتری‌های یاد شده برای پژوهش در جنبه‌های مختلف فرسایش و تولید رسوب در سطح جهان رایج است (Seeger, 2007). روان‌آب سطحی بدست آمده از بارندگی و فرسایش خاک، تابع عوامل مختلفی بوده که هر یک از این عوامل، عامل دیگری را تقویت و یا تضعیف می‌کند (Begueria et al, 2006). یکی از متغیرهای مهم و قابل بررسی در رخداد روان‌آب و فرسایش خاک، ویژگی‌های خاک می‌باشد. پژوهش‌های مختلفی در ارتباط با ویژگی‌های موثر خاک بر روان‌آب و فرسایش انجام شده است. Commandeur (1992) به بررسی تغییرپذیری میزان نفوذ و فرسایش خاک در اراضی جنگلی، با بهره‌گیری از باران‌ساز پرداختند. نتایج نشان داد که میزان نفوذ به دنبال افزایش وزن مخصوص ظاهری و خرده‌سنگ‌های ضخیم، کاهش می‌یابد. همچنین به این نکته اشاره کردند که میزان فرسایش خاک، همبستگی مثبتی را با حجم روان‌آب نشان داده، و تحت تاثیر دیگر متغیرهای بافت خاک، شیب و پوشش سطحی خاک قرار دارد. Casermeiro et al (2004) در یک بررسی که به منظور تاثیر پوشش گیاهی و متغیرهای مورد نظر خاک در میزان فرسایش انجام دادند. برای محاسبه فرسایش نیز از باران‌ساز بهره‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشتر متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک، همبستگی ضعیفی را با میزان فرسایش نشان داده، و در مقابل نوع پوشش گیاهی و درصد ماده آلی خاک را به

Archive of SID

www.SID.ir

عنوان عامل‌های اصلی کنترل‌کننده فرسایش بیان کردند. Moradi et al (2006) به بررسی حساسیت به فرسایش و رسوب‌زایی نهشته‌های کواترنر در منطقه سجزی واقع در کوهپایه اصفهان، طی همانندسازی باران پرداختند. بنا به نتایج مدل‌های رگرسیونی در میزان فرسایش نهشته‌ها، متغیرهای سیلت، ماسه، ماسه ریز، رطوبت نسبی و آهک، و در فرسایش‌پذیری آنها نیز درصد سیلت به همراه ماسه خیلی ریز، آهک، سیلت، رس، ماسه خیلی ریز و هدایت الکتریکی نقش موثر داشته‌اند. Rulli et al (2006) در تحقیقی بر روی خاک‌های اراضی جنگل به این نکته اشاره کردند که خاک‌های این اراضی که تحت تاثیر آتش‌سوزی قرار گرفته و ویژگی هیدروبیوتیک را دارا هستند، باز هم دارای میزان نفوذ بیشتری نسبت به دیگر کاربری‌ها می‌باشند. Foltz et al (2009) به منظور تعیین میزان روان‌آب، نفوذ، غلظت رسوب و فرسایش در دو جاده جنگلی دارای عبور و مرور زیاد و کم در شمال آمریکا، از باران‌ساز مصنوعی بهره‌گیری کردند. کلیه نتایج بیانگر آن بود که میزان روان‌آب و غلظت رسوب در جاده‌های جنگلی دارای عبور و مرور زیاد، به دلیل کاهش پوشش گیاهی و تغییر در ویژگی‌های فیزیکی خاک بیشتر می‌باشد. Girmay et al (2009) با بررسی روان‌آب و هدررفت خاک تحت کاربری‌های کشاورزی، مرتع و جنگل دست‌کاشت در ۳۱ قطعه ۲۰ متر مربعی در شمال اتیوپی، به این نتیجه رسیدند که ضریب روان‌آب، حجم روان‌آب و تولید رسوب در اراضی جنگلی ۱۶ برابر کمتر از اراضی کشاورزی بوده، و بیان کردند که میزان روان‌آب در صورت پوشش بیش از ۷۲ درصد قابل چشم‌پوشی است. با توجه به این که برآورد بهینه از میزان روان‌آب و فرسایش خاک و شناخت عوامل موثر بر رخداد آن در اراضی شمال کشور بویژه در مناطق تحت بهره‌برداری، امری ضروری به نظر می‌رسد، لذا این پژوهش به منظور بررسی روان‌آب و فرسایش خاک در کاربری جنگل با بهره‌گیری از باران‌ساز مصنوعی و در ادامه ارتباط برخی از متغیرهای مهم خاک در رخداد روان‌آب و فرسایش خاک صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی در حد فاصل شهرهای ساری و نکا و در حدود ۲۰ کیلومتری ساحل دریای مازندران، در دامنه ارتفاعی ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. میانگین بارندگی سالیانه بیش از ۶۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه حدود ۱۷/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. خاکهای منطقه در ردیف دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای است که دارای خاک خیلی عمیق (عمق بیش از ۱/۵ متر) به رنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری خیلی تیره، رس غالب ایلیت، ساختمان دانه‌ای یا مکعبی و با بافت میانگین (لوم و لوم رسی) می‌باشد که به عنوان خاک‌های قهوه‌ای جنگلی بنا بهه‌بندی شده‌اند. جنگلهای منطقه از نوع متراکم و حفاظت شده با گونه‌های غالب ممرز و انجیلی می‌باشد.

ویژگی‌های دستگاه همانندساز باران

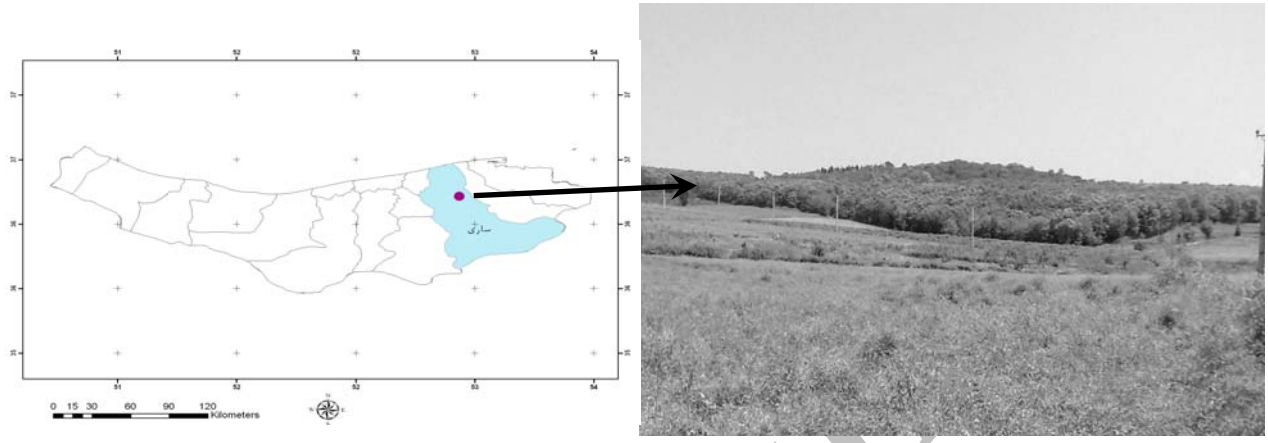
دستگاه باران‌ساز صحرایی مورد بهره‌گیری در این تحقیق در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور طراحی و ساخته شده است. باران‌ساز مورد بررسی در اندازه قطعه ۰/۰۹ متر مربع (۳۰ سانتی‌متر در ۳۰ سانتی‌متر) بر مبنای نمونه استاندارد موجود در دانشگاه واخنینگین[1] هلند طراحی شده که به آسانی قابل حمل و نقل می‌باشد. این باران‌ساز برای تعیین ویژگی‌های فرسایشی خاک، میزان نفوذ آب و همچنین تحقیقات حفاظت خاک مناسب بوده و کاربرد آن به منظور تعیین فرسایش‌پذیری نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد به‌شمار می‌آید (Kamphorst,1987). باران‌ساز مورد بررسی از ۳ قسمت

۱- Wageninngen

Archive of SID

www.SID.ir

آب‌پاش با تنظیم‌کننده فشار برای تولید بارش استاندارد، پایه برای آب‌پاش و قاب فلزی که نمونه خاک مورد آزمایش در درون آن قرار می‌گیرد، تشکیل شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی در مازندران

ویژگی‌های بارش

به منظور دستیابی به ویژگی‌های بارندگی منطقه مورد بررسی برای بهره‌گیری در همانندسازی باران، از داده‌های مربوط به ایستگاه هواشناسی دشت ناز ساری که در ۵ کیلومتری آن واقع شده است بهره‌گیری شد. برابر با این داده‌ها، بیشینه شدت ۱۵ دقیقه‌ای با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (Moradi et al, 2006) از روش Vaziri (1984) استخراج شد. از آنجایی‌که شدت‌های بالای بارش، پاسخ خاک به تولید روان‌آب و فرسایش خاک را بیشتر منعکس می‌کند، در بررسی‌های کرتی از بارش‌هایی با شدت بالا بهره‌گیری می‌شود. Feiznia et al (2005) و Jin et al (2009) از جمله پژوهشگرانی هستند که شدت‌های بالای بارندگی را در بررسی‌های خود ایجاد و واکنش خاک را در برابر بارشهای یادشده گزارش کردند. شدت و مدت بارندگی برای کلیه آزمایش‌های باران مصنوعی ثابت و به ترتیب برابر ۲ میلی‌متر بر دقیقه و با مدت زمان ۱۵ دقیقه انجام شده است.

روش نمونه برداری و تجزیه آزمایشگاهی خاک

پس از تهیه دستگاه باران‌ساز، ۲ پایگاه پژوهشی به فاصله نزدیک به ۲ کیلومتر از یکدیگر ولی با شرایط به کلی یکسان، به صورت تصادفی گزینش شد. در هر پایگاه ۱۵ نقطه با توجه به شیب عمومی منطقه، در نقاطی که شیب حدود ۱۵ درصد بود گزینش شد. سپس با مشخص کردن طول و عرض دامنه جنگلی در هر پایگاه، نمونه‌برداری خاک به همراه همانندسازی باران به فواصل برابر و به صورت ترانسکت خطی انجام شد. برای اینکه تنها بتوان متغیرهای کمّی مد نظر خاک را در میزان روان‌آب و فرسایش خاک دخالت داد، شدت و مدت بارش، شیب، میکروتوپوگرافی و شرایط سطحی هر قطعه در همه آزمایش‌های همانندسازی باران ثابت و یکسان در نظر گرفته شد. هم‌چنین به منظور کاهش اثر میکروتوپوگرافی در روان‌آب و فرسایش، سطح قطعه یکنواخت شد (Zehetner & miller, 2003). به منظور حذف عامل تاج پوشش گیاهی در تولید روان‌آب و فرسایش، یکسان‌سازی شرایط در همه نقاط آزمایشی و با توجه به سطح محدود قطعه، مناطقی بدون پوشش گیاهی گزینش شد (Feiznia et al, 2005). همچنین باقی‌مانده

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان، لاشبرگ و سنگریزه‌های بزرگتر از ۴ سانتی‌متر پیش از هر همانندسازی باران جمع‌آوری شد (Duiker et al, 2001). پس از هر رخداد بارش، حجم روان‌آب با اندازه‌گیری مستقیم توسط استوانه مدرج تعیین شد (Marques et al, 2007). با ثبت فاصله زمانی آغاز بارش تا آغاز روان‌آب با کرنومتر، آستانه آغاز روان‌آب مشخص شد (Engel et al. 2009). پس از اندازه‌گیری حجم روان‌آب، میزان فرسایش پس از عبور دادن از کاغذ صافی واتمن ۴۰، با آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس خشک و توزین شد. هم‌چنین از تقسیم میزان فرسایش بر حجم روان‌آب، غلظت رسوب بر حسب گرم در لیتر محاسبه شد (Kelarestaghi et al, 2009). در هر آزمایش همانندسازی باران از مجاورت هر قطعه، نمونه خاک سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متر) برای تعیین عامل‌های مورد بررسی برداشت شد (Casermeiro et al 2004., Jordan & Martinez-Zavala, 2008). نمونه‌های خاک پس از برداشت خشک و پس از عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل شد. با انتقال نمونه‌های خاکی به آزمایشگاه، تجزیه‌های مختلف بر روی آنها صورت گرفت. بافت خاک شامل درصد رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتری تعیین شد (Zarrin kafsh, 1994). وزن مخصوص ظاهری خاک با روش سیلندر یا حلقه محاسبه شد (Black & Hartge, 1986). رطوبت پیشین خاک به روش وزنی از اختلاف وزنی خاک پیش و پس از خشک کردن با آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تعیین شد (Foltz et al, 2009). درصد ماده آلی به روش بلک و والکی (Schnitzer et al,1982)،

هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک با تهیه عصاره اشباع، به وسیله EC متر و pH متر دیجیتالی و درصد کربنات کلسیم نیز از روش تیتراسیون محاسبه شد (Zarrin kafsh, 1994). چگونگی همانندسازی باران در اراضی جنگل نیز در شکل (۲) نشان داده شده است.

شکل ۲- چگونگی همانندسازی باران در کاربری جنگل مورد بررسی

تجزیه و تحلیل آماری

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط نرم افزاری Excel برای تجزیه آماری از نرم افزار SPSS15 بهره‌گیری شد. در نخستین مرحله، عادی بودن داده‌ها با بهره‌گیری از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد (Geissen et al, 2009). سپس از روش همبستگی پیرسون، میزان تاثیر و معنی‌داری هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک بر میزان روان‌آب و فرسایش خاک مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با بهره‌گیری از

Archive of SID

www.SID.ir

متغیرهای موثر در میزان روان‌آب و فرسایش، اقدام به گسترش مدل‌های چند متغیره خطی برای برآورد روان‌آب و فرسایش خاک شد. از آنجایی‌که شرط لازم برای تعیین اعتبار یک مدل همخوانی نتایج به دست آمده با نتایج واقعی می‌باشد، برای تعیین بهترین مدل‌ها در بین مدل‌های ارائه شده از شاخص‌های خطای نسبی تخمین[۱] (رابطه ۱) (Sadeghi et al, 2005)، مجذور میانگین مربعات خطا[۲] (رابطه ۲) (Hoyos et al, 2005) و ضریب کارایی[۳] (رابطه ۳) (Kelarestaghi et al, 2009) بهره‌گیری شد. برای تعیین میزان خطای نسبی نیز معادله‌های با خطای نسبی کمتر از ۴۰٪ در نظر گرفته شد (Sadeghi et al, 2005). نهایی‌سازی مدل‌ها با ضریب تبیین و خطای برآورد قابل قبول، معیار مجذور میانگین مربعات خطای کوچکتر، ضریب کارایی بزرگتر و در نهایت کمتر بودن شمار اجزای پیشگوکننده در یک معادله به شرح ارائه شده در روابط زیر مد نظر قرار گرفت.

رابطه (۱)

$$RE = \left|\frac{Qo - Qe}{Qo}\right| * 100$$

رابطه (۲)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{n}^{i=1}(Qo - Qe)^2}{n}}$$

رابطه (۳)

$$CE = 1 - \frac{\sum_{n}^{i=1}|Qi - Pi|}{\sum_{n}^{i=1}|Qi - \overline{Q}|}$$

که در آنها RE خطای نسبی، RMSE مجذور میانگین مربعات خطا، CE ضریب کارایی، Qo میزان دیده‌ای متغیر، $\overline{Q}$ میانگین مقادیر دیده‌ای متغیر، Qe میزان برآوردی متغیر و n شماره دیده‌ها می‌باشد.

نتایج

نتایج مربوط به متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک اراضی جنگلی مورد بررسی در جدول (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه شد خاک‌های منطقه دارای مواد آلی بالایی هستند (۶/۰۸٪) که این امر نشان‌دهنده قابلیت بالای خاک‌های منطقه در نفوذپذیری، کاهش تولید روان‌آب و در نتیجه کاهش فرسایش می‌باشد. از سویی دیگر اراضی جنگلی مورد بررسی، دارای تاج پوشش انبوهی بوده که این تاج پوشش مانع از رسیدن نور کافی به کف جنگل شده، و به این دلیل که پیش از هر همانندسازی باران، پوشش لاشبرگ به کلی برداشته شده و همه آزمایش‌ها بر روی سطح خاک انجام شده است، خاک جنگل دارای میزان رطوبت پیشین خاک بسیار بالایی بوده است (۳۹/۶۹٪). همچنین نتایج بدست آمده از همانندسازی باران در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج این جدول نشان‌دهنده حجم بسیار بالای روان‌آب (۱/۴۷ لیتر در ۰/۰۹ در متر مربع و برابر با ۱۶/۳۹ لیتر در متر مربع) بوده، که این حجم روان‌آب بالا در اراضی جنگلی با لحاظ نمودن رطوبت پیشین خاک قابل توجیه است. از آنجایی‌که حجم باران همانندسازی شده در هر رگبار ۳ لیتر بوده و با توجه به میانگین حجم روان‌آب دیده شده، میزان ضریب هرزآب ۴۹٪ محاسبه شده که این موضوع نیز توجه بیشتر

۱- Estimated Eroor

۲- Square of Error Root Mean

۱- Coefficient of Efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

به تولید روان‌آب در خاکهای جنگلی را طلب می‌کند. اگر چه مناطق جنگلی به دلیل پوشش تاجی انبوه، حجم بیشتری از باران را به صورت برگاب و ساقاب جذب می‌کنند، اما نتایج این تحقیق موید تاثیر قابل توجه رطوبت پیشین خاک در اراضی جنگلی در بالا بردن میزان روان‌آب می‌باشد. از سویی دیگر با دقت در زمان آغاز روان‌آب نیز ملاحظه می‌شود که تنها پس از گذشت ۱/۸۸ دقیقه از آغاز همانندسازی باران که ۱۵ دقیقه به طول انجامید، روان‌آب آغاز می‌شود که این موضوع اهمیت بیش از پیش رطوبت پیشین خاک در کاهش آستانه آغاز روان‌آب را نشان می‌دهد. به منظور شناخت ارتباط بین متغیرهای کمّی اندازه‌گیری شده در خاک با میزان روان‌آب و فرسایش در اراضی جنگلی مورد بررسی، ماتریس همبستگی شکل گرفت که نتایج بدست آمده از آن در جدول (۳) ارائه شده است. سرانجام با بهره‌گیری از متغیرهای موثر در میزان روان‌آب و فرسایش، اقدام به گسترش مدل‌های چند متغیره خطی برای برآورد روان‌آب و فرسایش خاک با بهره‌گیری از رگرسیون چند متغیره در سطح ۵ درصد شد. در تحلیل رگرسیون، میزان روان‌آب و فرسایش به عنوان متغیرهای وابسته، و در برابر متغیرهای رس، سیلت، ماسه، ماده آلی، وزن مخصوص، رطوبت پیشین، اسیدیته و آهک در لایه سطحی خاک، به عنوان متغیرهای مستقل بر پایه بررسی همبستگی خطی (جدول ۳) در نظر گرفته شد. روش‌های مختلف داخل شدن[۱]، گام به گام[۲]، حذف شدن[۳]، پیشرو[۴] و پسرو[۵] آزمایش شدند که در نهایت مدل پیشرو به عنوان مدلی که دارای خطای نسبی پایین‌تر و ضریب تبیین بالاتری نسبت به دیگر مدل‌ها بوده، گزینش شد. با توجه به نتایج جدول (۳)، متغیرهای شن، ماده آلی، وزن مخصوص و رطوبت پیشین خاک موثر در روان‌آب شناخته شده و وارد مدل اولیه شدند. نتایج این بررسی نشان داد بیشترین همبستگی بین درصد رطوبت پیشین خاک و میزان روان‌آب (۰/۷۳۵) برقرار می‌باشد. همچنین با توجه به نتایج جدول (۳) متغیرهای رس، سیلت، ماده آلی و رطوبت پیشین خاک در میزان فرسایش موثر شناخته شده و وارد مدل اولیه برآورد فرسایش خاک شدند.

نتایج مدل‌های رگرسیونی برآورد روان‌آب و فرسایش خاک نیز در جداول ۴، ۵ و ۶ آورده شده است.

۱- Enter

۲- Stepwise

۳- Remove

۴- Forward

۵- Backward

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مشخصه‌های آماری متغیرهای خاک سطحی در اراضی جنگلی مورد بررسی

متغیر	میانگین	انحراف معیار
رس (درصد)	۳۴/۷	۲/۲۳
سیلت (درصد)	۳۴/۳	۲/۵۸
شن (درصد)	۳۱	۲/۰۹۷
ماده آلی (درصد)	۶/۰۸	۰/۲۳۷
رطوبت پیشین خاک (درصد)	۳۹/۶۹	۳/۹
وزن مخصوص (گرم در سانتی‌متر مکعب)	۱/۲۱	۰/۴۴
آهک (درصد)	۶/۰۷	۱/۷۵
اسیدیته گل اشباع	۷/۱۵	۰/۲۴۱
هدایت الکتریکی گل اشباع (ds/m)	۰/۵۸۷	۰/۰۴۶

جدول ۲- نتایج بدست آمده از همانندسازی باران در اراضی جنگلی مورد بررسی

متغیر	میانگین	انحراف معیار
حجم روان‌آب (لیتر در مترمربع)	۱۶/۳۹	۱/۲۳
آستانه آغاز روان‌آب (دقیقه)	۱/۸۸	۰/۳۹
فرسایش (گرم در متر مربع)	۱۱/۴۷	۳/۱۶
غلظت رسوب (گرم در لیتر در مترمربع)	۰/۷۱۱	۰/۲۲۰

جدول ۳- ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک، تولید روان‌آب و فرسایش خاک در اراضی جنگلی مورد بررسی

	رس	سیلت	شن	ماده آلی	رطوبت	وزن مخصوص	هدایت الکتریکی	اسیدیته	آهک	روان آب
رس	۱									
سیلت	-۰/۱۹۴	۱								
شن	-۰/۰۷۷	-۰/۱۵۲	۱							
ماده آلی	۰/۳۶۷ *	-۰/۳۴۵	۰/۱۶۳	۱						
رطوبت	-۰/۴۰۶ *	۰/۱۵۵	-۰/۰۷۹	-۰/۳۲۶	۱					
وزن مخصوص	-۰/۳۵۵	۰/۲۹۱	۰/۰۷۸	-۰/۳۵۱	-۰/۰۰۵	۱				
هدایت الکتریکی	۰/۱۴۵	-۰/۱۵۴	-۰/۲۱۳	-۰/۰۱۴	۰/۰۳۴	۰/۲۰۰	۱			
اسیدیته	-۰/۰۷۳	۰/۱۵۵	-۰/۱۹۹	-۰/۱۹۶	۰/۰۷۰	-۰/۱۱۲	-۰/۱۲۴	۱		
آهک	-۰/۱۷۴	-۰/۱۴۹	۰/۳۴۴	۰/۱۸۹	-۰/۳۳۳	۰/۰۳۲	۰/۳۷۴ *	-۰/۰۸۲	۱	
روان‌آب	-۰/ ۳۱۹	۰/۳۱۷	-۰/۳۸۶ *	-۰/۷۱۴ **	۰/۷۳۵ **	۰/۴۳۰ *	-۰/۰۳۷	۰/۲۰۹	-۰/۲۸۴	۱
فرسایش	۰/۵۶ **	۰/۴۲*	-۰/۳۲۳	-۰/۷۶ **	۰/۵۷ **	۰/۲۷۳	-۰/۰۱۱	۰/۲۲۷	-۰/۲۹۴	-

** و * به‌ترتیب همبستگی درسطح ۹۹٪ و۹۵٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- ضرایب رگرسیونی اثر ویژگی‌های خاک بر روان‌آب

مدل	ضرایب غیر استاندارد	ضرایب استاندارد	t	معنی‌داری
	B	انحراف معیار Beta		
میزان ثابت	۲۳/۱۵۶	۶/۰۰۵	۳/۸۵۶	۰/۰۰۱
رطوبت پیشین خاک	۰/۱۳۹	۰/۰۴۵ ۰/۴۶۹	۳/۰۸۱	۰/۰۰۵
ماده آلی خاک	-۲/۰۵۱	۰/۷۵۹ -۰/۴۱۱	-۲/۷۰۲	۰/۰۱۲

جدول ۵- ضرایب رگرسیونی اثر ویژگی‌های خاک بر فرسایش

مدل	ضرایب غیراستاندارد	ضرایب استاندارد	t	معنی‌داری
	B	انحراف معیار Beta		
میزان ثابت	۵۴/۲۶۳	۹/۹۹۴	۵/۴۲۹	۰/۰۰۰
ماده آلی خاک	-۶/۸۷۰	۱/۲۹۲ -۰/۵۷۳	-۵/۳۱۶	۰/۰۰۰
رطوبت پیشین خاک	۰/۲۶۴	۰/۰۹۲ ۰/۳۰۴	۲/۸۵۷	۰/۰۰۸
رس	-۰/۳۲۷	۰/۱۴۲ -۰/۲۵۰	-۲/۳۰۹	۰/۰۲۹

جدول ۶- مدل‌های نهایی برآورد روان‌آب و فرسایش خاک در اراضی جنگلی مورد بررسی

	مدل چند متغیره	خطای نسبی	مجذور میانگین مربعات خطا	ضریب کارایی	ضریب تبیین
روان‌آب	R.O = ۲۳/۱۵۶ + ۰/۱۳۹ (S.I.M) – ۲/۰۵۱ (% SOM)	۷/۷۵	۰/۱۴۸	۰/۷۸	۰/۶۳۸
فرسایش	S.Y = ۵۴/۲۶۳ – ۶/۸۷۰(% SOM) + ۰/۲۶۴ (S.I.M) – ۰/۳۲۷ (%C)	۱۳/۱۸	۰/۱۵۳	۰/۷۰	۰/۷۰۱

R.O = روان‌آب (لیتر در متر مربع)، S.Y = فرسایش (گرم در مترمربع)، S.I.M = رطوبت پیشین خاک، S.O.M% = درصد ماده آلی، C% = درصد رس

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

روان‌آب

با توجه به نتایج ماتریس همبستگی ارائه شده در جدول (۳) مشخص می‌شود که متغیرهای شن، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و رطوبت پیشین خاک ارتباط معنی‌داری را با میزان روان‌آب در اراضی جنگل دارند. این نتایج نشان داد که درصد شن و ماده آلی خاک دارای ضریب همبستگی منفی و درصد رطوبت پیشین و وزن مخصوص ظاهری خاک دارای ضریب همبستگی مثبت با میزان روان‌آب می‌باشند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که خاک‌های دارای درصد بالای شن، به دلیل داشتن سرعت نفوذ آب بیشتر، روان‌آب کمتری تولید می‌کنند (Santos et al, 2003). به‌طوری‌که خاک‌های ریزدانه به دلیل دارا بودن ویژگی چسبندگی و تخلخل کم، دارای نفوذپذیری کم و در نتیجه حجم روان‌آب بیشتری می‌باشند. همبستگی منفی ذرات شن با میزان روان‌آب نیز در نتایج Adekalu et al (2007) و Vahabi & mahdiyan (2008) تایید شده است. نتایج ضریب همبستگی خطی بین روان‌آب تولیدی در اراضی جنگل و ارتباط آن با ماده آلی خاک، گویای تاثیر مثبت ماده آلی خاک در کاهش میزان روان‌آب می‌باشد (جدول۳). در این زمینه Siegrist et al (1998) بیان کردند که وجود ماده آلی در خاک موجب افزایش تخلخل، ظرفیت نگهداری آب و در نتیجه نفوذ-پذیری خاک خواهد شد. لذا با افزایش ماده آلی حجم روان‌آب کاهش می‌یابد. همبستگی مثبت ماده آلی خاک در میزان نفوذ نیز دریافته‌های Bhupinderpal-Singh et al (2004) و Arnau-Rosalen et al (2008) نشان داده شده است. ضریب همبستگی خطی ایجاد شده بین وزن مخصوص ظاهری خاک و روان‌آب نشان داد که با افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک، میزان روان‌آب افزایش خواهد یافت (جدول ۳). می‌توان بیان کرد که افزایش فشردگی سطح خاک موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک، کاهش تخلخل و نفوذپذیری خاک شده و در پایان موجب می‌شود که حجم بیشتری از روان‌آب جاری شود. Commandeur (1992)، Masri, & Ryan (2006) و Adekalu et al (2006) از جمله محققانی بودند که در بررسی‌های خود به ارتباط مثبت وزن مخصوص ظاهری خاک با میزان روان‌آب اشاره کردند. با توجه به نتایج جدول (۳) مشخص شد که رطوبت پیشین خاک عاملی مهم و تاثیرگذار در میزان روان‌آب شناخته شده، به‌طوری‌که بر پایه این نتایج، ضریب همبستگی ۰/۷۳۵ بین رطوبت پیشین خاک و میزان روان‌آب برقرار می‌باشد. Ward and Bolton (1991) بیان کردند که تفاوت در میزان روان‌آب و فرسایش در خاک‌های جنگل و مرتع، وابسته به میزان رطوبت پیشین خاک، ماده آلی و درصد سیلت بوده، به‌طوری‌که شدت افزایش روان‌آب به میزان افزایش رطوبت پیشین خاک مربوط می‌باشد. همبستگی مثبت رطوبت پیشین خاک با میزان روان‌آب نیز با یافته‌های Castillo et al (2003)، و Vahabi & mahdiyan (2008) همخوانی و با نتایج Molina et al (2007) مغایرت دارد. در این تحقیق نیز بین متغیرهای رس، سیلت، هدایت الکتریکی، اسیدیته و درصد آهک با میزان روان‌آب ارتباط معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دیده نشد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، مشخص شد که از بین متغیرهای مورد نظر خاک در این تحقیق، در نهایت ۲ عامل رطوبت پیشین و درصد ماده آلی خاک به عنوان متغیرهای تاثیرگذار در مدل نهایی شناخته شدند. بر پایه جدول (۴)، با توجه به ضریب تاثیرگذاری (t) و سطح معنی‌داری بیشتر رطوبت پیشین خاک نسبت به ماده آلی، اثر رطوبت پیشین خاک در افزایش روان‌آب بیشتر از اثر کاهشی ماده آلی خاک در روان‌آب بوده است. بر این پایه می‌توان میزان روان‌آب را بر پایه مدل ارائه شده در جدول (۶) با دقت بالایی برآورد نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

فرسایش

با توجه به نتایج ماتریس همبستگی ارائه شده در جدول (۳) این نتیجه بدست آمد که متغیرهای رس، سیلت، ماده آلی و رطوبت پیشین خاک ارتباط معنی‌داری را با میزان فرسایش در اراضی جنگلی مورد بررسی دارند. بنا به نتایج بدست آمده از این تحقیق، درصد رس در این اراضی، ارتباط منفی با میزان فرسایش نشان داده است (جدول ۳). می‌توان بیان داشت که ذرات رسی همانند سیمان در خاکدانه‌ها عمل کرده (Refahi, 2003) و به دلیل داشتن ویژگی چسبندگی، موجب افزایش ثبات خاکدانه‌ها و در نتیجه کاهش فرسایش می‌شوند. Attou et al (1998) نیز بر این باورند که جزء رس خاک می‌تواند به خاکدانه‌سازی و افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش میزان هدررفت خاک کمک نماید. نتایج نشان داد که درصد سیلت همبستگی مثبت و معنی‌داری را با میزان فرسایش دارد (جدول ۳). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ذرات سیلت به این دلیل که بدون ویژگی چسبندگی بوده و در اثر مرطوب شدن خاکدانه‌ها به آسانی شکسته شده و منتقل می‌شوند، دارای ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار با میزان فرسایش می‌باشند. همبستگی مثبت سیلت با میزان فرسایش نیز در بررسی‌های Parysow et al (2003) نشان داده شده است. بنا به نتایج به دست آمده (جدول ۳)، درصد مواد آلی همبستگی منفی و معنی‌داری را با میزان فرسایش نشان داده است. ماده آلی موجود در خاک موجب بهبود ساختمان خاک، پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه کاهش فرسایش می‌شود. ارتباط منفی ماده آلی با میزان فرسایش نیز در بررسی‌های بسیاری از محققان از جمله Casermeiro et al (2004)، Feiznia et al (2005) و Tejada & Gonzalez (2008) دیده شده است. نتایج نشان داد که درصد رطوبت پیشین خاک دارای ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار ۰/۵۷۴ با میزان فرسایش می‌باشد (جدول ۳). این نتیجه نیز با دیدگاه‌های Vahabi & Nikkami (2008) همخوانی دارد. Duiker et al (2001) بیان نمودند که رطوبت پیشین خاک عاملی مهم و تاثیرگذار در کنترل میزان فرسایش می‌باشد، به‌طوری‌که با افزایش رطوبت پیشین خاک، روان‌آب افزایش و در نتیجه فرسایش بیشتر می‌شود. در این تحقیق بین متغیرهای شن، وزن مخصوص، هدایت الکتریکی، اسیدیته و درصد آهک ارتباط معنی‌داری با فرسایش در سطح احتمال ۵ درصد دیده نشد. با توجه به مدل رگرسیونی ارائه شده مشخص شد که متغیرهای درصد ماده آلی خاک، رطوبت پیشین خاک و رس به ترتیب بیشترین تاثیر را در میزان فرسایش داشته و وارد مدل نهایی شدند (جدول ۵). اثر کاهشی ماده آلی بر فرسایش در سطح احتمال ۰/۰۰۱، اثر افزایشی رطوبت پیشین خاک بر فرسایش در سطح احتمال ۰/۰۱ و اثر کاهشی رس بر فرسایش در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار شد. بر این پایه می‌توان میزان فرسایش را بنا به مدل ارائه شده در جدول (۶) با دقت بالایی برآورد نمود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش در اراضی جنگلی مورد بررسی، می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای ماده آلی، رطوبت پیشین خاک، وزن مخصوص ظاهری و درصد ذرات رس، سیلت، شن در روان‌آب و فرسایش خاک تاثیر دارند. نتایج نشان داد که متغیرهای رطوبت پیشین خاک، درصد ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری و ذرات شن به ترتیب بیشترین تاثیر را در تولید روان‌آب دارند. همچنین در فرایند فرسایش خاک نیز متغیرهای درصد ماده آلی خاک، رطوبت پیشین خاک و سیلت به ترتیب بیشترین تاثیر را داشته‌اند. نتایج نشان داد که بر پایه سه متغیر درصد ماده آلی، رطوبت پیشین خاک و رس می‌توان روان‌آب و فرسایش خاک را با ضریب تبیین به‌نسبت بالای ۰/۶۳۸ و ۰/۷۰۱ برآورد کرد. بدیهی است برای دستیابی به روابط دقیق‌تر در زمینه برآورد روان‌آب و فرسایش خاک در اراضی جنگلی، پژوهش‌های بیشتری باید صورت گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- Adekalu, K.O., Okunade, D.A., Osunbitan, J.A., 2006. Compaction and mulching effects on soil loss and runoff from two southwestern Nigeria agricultural soils. Geoderma 137, 226-230.
- Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A., Osunbitan, J.A., 2007. Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. Bioresource Technology 98, 912-917.
-Agassi, M., 1996. Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation. Marcel Dekker, New York.
-Arnaez, J., Lasanta, T., Ruiz-Flano P., Ortigosa, L., 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards.Soil and Tillage Research 93, 324–334.
- Arnau-Rosalen, E., Calvo-cases, A., Biox-fayos, c., Sarah, p., 2008. Analysis of soil surface component patterns affecting runoff generation. An example of methods applied to Mediterranean hill slopes in Alicante (Spain). Geomorphology 101, 595-606.
- Attou, F., Bruand, A., Le Bissonnais, Y., 1998. Effect of clay content and silt-clay fabric on stability of artificial aggregates. Euro. J. Soil Science 49, 569-577.
- Begueria, S., López-Moreno, J.I., Gómez-Villar, A., Rubio, V., Lana-Renault, N., , García-Ruiz, J.M., 2006. Fluvial adjustments to soil erosion and plant cover changes in the Central Spanish Pyrenees. Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography 88 A,177–186.
- Bhupinderpal-Singh, Hedley, M.J., Saggar, S., Francis, G.S., 2004. Chemical fractionation to characterize changes in sulphur and carbon in soil caused by management. Eur. Jurnal of Soil Science 55, 79–90.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, 2nd Edition. Agronomy Monograph, Vol. 9. American Society of Agronomy, Madison, WI, 363–375.
- Casermeiro, M.A., Molina, J.A., Caravaca, M.T.D.L., Costa, J.H., Massanet, M.I.H., Moreno, P.S., 2004. Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. Catena 57, 91–107.
- Castillo, V.M., Gomez-Plaza, A., Martınez-Mena, M., 2003. The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid catchments: a simulation approach. Journal of Hydrology 284, 114-130.
- Commandeur, Paul.R., 1992. Soil erosion studies using rainfall simulation on forest harvested areas in British Columbia, Erosion, Debris Flows and Environment in Mountain Regions Proceedings of the Chengdu Symposium, July(1992). IAHS Publ. no. 209, 1992.
- Duiker, S.W., Flangman, D.C., Lal, R., 2001. Erodibility and infiltration characteristics of five major soils of south-west Spain. Catena 45 (2), 103–121.
- Ekwue, E.I., Bharat, C., Samaroo, K., 2009. Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. Biosystems Engineering 102, 236-243.

Archive of SID

www.SID.ir

- Engel, F.L., Bertol, I., Ritter., S.R., Paz Gonzalez, A., Paz-Ferreiro, J., Vidal Vazquez, E., 2009. Soil erosion under simulated rainfall in relation to phonological stages of soybeans and tillage methods in Lages, SC, Brazil. Soil and Tillage Research 103, 216–221.

- Feiznia, S., Ghauomian, J., Khadjeh ,M., 2005. The study of the effect of physical, chemical, and climate factors on surface erosion sediment yield of loess soils (Case study in Golestan province). Pajouhesh & Sazandegi, 66, 14-24.

- Foltz, R.B., Copeland, N.S., Elliot, W.J., 2009. Reopening abandoned forest roads in northern Idaho, USA: Quantification of runoff, sediment concentration, infiltration, and interrill erosion parameters. Journal of Environmental Management 90, 2542-2550.

- Foster, I.D.L., Fullen, M.A., Brandsma, R.T., Chapman, A.S., 2000. Drip-screen rainfall simulators for hydro- and pedo-geomorphological research: the Coventry experience. Earth Surf. Process, Landf 25, 691–707.

- Geissen, V., Sánchez-Hernández, R., Kampichler, C., Ramos-Reyes, R., Sepulveda-Lozada, A., Ochoa-Goana , S., de Jong, B.H.J., Huerta-Lwanga, E., Hernández-Daumas, S., 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils-An example from Southeast Mexico. Geoderma 151, 87-97.

- Girmay, G., Sing. B.R., Nyssen. j., and Borrosen. T., 2009. Runoff and sediment-associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia. Journal of Hydrology, 376, 70–80.

- Haene, K., Vermang, J., Cornelis,, W.M. Leroy,, Ben L.M., Schiettecatte, W., De Neve, S., Gabriels, D., Hofman, G., 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. Soil and Tillage Research 99, 279–290 pp.

- Hoyos, N., Waylen, P.R., Jaramillo, A., 2005. Seasonal and spatial patterns of erosivity in a tropical watershed of the Colombian Andes. Journal of Hydrology 314, 177-191.

- Hudson, N., 1995. Soil Concervation. Iowa State University Press, Ames, IA, USA.

- Jin, K., Cornelis, W.M., Schiettecatte, W., Lu, J.J., Cai, D.X., Jin, J.Y., De Neve, S., Hartmann, R., Gabriels, D., 2009. Effects of different soil management practices on total P and Olsen-P sediment loss: A field rainfall simulation study. Catena 78, 72-80.

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

- Kamphorst, A., 1987. A Small Rainfall Simulator for the Determination of Soil Erodibility, Netherlands. Journal of Agriculture Science 35, 407-415.

- Kelarestaghi, A., Ahmadi, H., Esmali, A., Jafari, M., Ghodosi, J. 2009. Comparison of Runoff and Sediment Yield from Different Agricultural Treatments, Vol. 2, No. 5: 41-52.

- Loch, R.J., 2000. Using rainfall simulation to guide planning and management of rehabilitated areas. Part 1. Experimental methods and results from a study at the North-Parkes mine, Australia. Land Degradation and Development 11, 221–240.

- Marques, M.J., Bienes, R., Jiménez, L., Pérez-Rodríguez, R., 2007. Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots. Science of the Total Environment 378, 161-165.

- Masri, Z., Ryan, J., 2006. Soil organic matter and related physical properties in a Mediterranean wheat-based rotation trial. Soil Tillage Research 87:146–154.

Archive of SID

www.SID.ir

- Mingguo, Z., Qiangguo, C., Hao, C., 2007. Effect of vegetation on runoffsediment yield relationship at different spatial scales in hilly areas of the Loess Plateau, North China. Acta Ecologica Sinica, 27(9), 3572–3581.

- Molina, A., Govers, G., Vanacker, V., Poesen, J., Zeelmaekers, E., Cisneros, F., 2007. Runoff generation in a degraded Andean ecosystem: Interaction of vegetation cover and land use. Catena 71, 357-370.

- Moradi,H.R., Ghfazanfarpour, s., Feiznia, s., 2006. Investigation of erodibility and sediment productivity of quaternary deposits of sejzi kuhpayeh plain in esfehan province using rainfall simulator. Water and watershed 2(3), 52-60

- Parysow, P., Wang, G., Gertner, G., Anderson, A.B., 2003. Spatial uncertainly analysis for mapping soil erodibility based on joint sequential simulation. Catena, 73:1-14.

- Qiang Deng, Z., de Lima Joao, L.M.P., Shin Jung., H., 2008. Sediment transport rate-based model for rainfall-induced soil erosion. catena 76, 54-62.

- Quansah, C., 1981. The effect of soil type, slope, rain intensity and their interactions on splash detachment and transport. Journal of Soil Science 32, 215–224.

- Rafahi, H.Gh, 2003. Water Erosion and Conservation, University of Tehran, 671p.

- Rulli, M.C., Bozzi, S M., Spada, M., Bocchiola, D., Rosso, R., 2006. Rainfall simulations on a fire disturbed Mediterranean area. Journal of Hydrology 327, 323–338.

- Sadeghi, S.H.R., Hedayatizadeh, R., Naderi, H., Hoseializadeh, L, 2008, comparison of different quaternary formation in runoff and sediment yield in Sarchah Amari rangelamd of Birjand. Marta, 2(4), 449-463.

- Sadeghi, S.H.R., Yasrebi, B., Noor Mohamadi, F., 2005. Development and analysis of mounthly precipithion-runoff relationship for haraz wathershed in mazandaran province, Agriculthral Science and Nathral Resources of Khazar (Nathral Resources), 3(1), 1-12.

- Santos, F.L., Reis, J.L., Martins, O.C., Castanheria, N.L., Serralherio, R.P., 2003. Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigation soils. Biosystems Engineering, 86 (3), 355-364.

- Schnitzer, M., 1982. Total carbon, organic matter, and carbon. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy Monograph, vol. 9, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI : 539–577 pp.

- Seeger, M., 2007. Uncertainty of factors determining runoff and erosion processes as quantified by rainfall simulations.Catena 71, 56-67.

- Sheridan, G., Noske, P., Lane, P., Sherwin, C., 2008. Using rainfall simulation and site measurements to predict annual inter rill erodibility and phosphorus generation rates from unsealed forest roads: Validation against in-situ erosion measurements. Catena 73, 49-62.

- Siegrist, S., Schaub, D., Pfiffner, L., Mader, P., 1998. Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long- term field study on loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems and Environment69, 253-264.

- Tejada, M., Gonzalez, J.L., 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality. Geoderma 145, 325-334.

Archive of SID

www.SID.ir

- Vahabi, J., Mahdian, M.H., 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on run-off rate, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, P.O. Box 13445-1136, Tehran, Iran, 95:1439-1445.

- Vahabi, J., Nikkami, D., 2008. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. International Journal of Sediment Research 23, 375-385.

- Vaziri, F., 1984. Rainfall events analysis to determine intensity-duration curves in some regions on Iran, Jihad Daneshgahi Press, 540 pp.

- Ward, T.J., Bolton, S.M., 1991. Hydrology parameters for selected in Arizona and New Mexico as determined by rainfall simulation. New Mexico Water Resources Research Institute, NMSU, Box30001, MSC3167, LasCruces, NM88003, http://wrri.nmsu.edu/publish/order.html.

- Zarri nkafsh, m., 1994. University of Tehran, 236 p.

- Zehetner, F., Miller, W.P., 2006. Erodibility and runoff-infiltration characteristics of volcanic ash soils along an altitudinal climosequence in the Ecuadorian Andes. Catena 65, 201-213.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Soil Properties on Runoff and Soil Erosion in Forest Lands

A. Kavian[*1], A. Azmodeh[2], K. Soleimani[3] and Gh. Vahabzadeh[1]

[1] Assistant Prof., College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran

[2] Graduated Student, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari , I.R. Iran

[3] Associate Prof., College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I.R. Iran

(Received: 10 January 2010, Accepted: 13 May 2010)

Abstract

Globally, soil erosion is one of the most important environmental problems which is threaten soil and water resources. Soil properties are main parameters to affect runoff and soil erosion processes. So, this study was conducted to investigate the effects of some soil properties on runoff and soil erosion in the forest lands located in vicinity of Sari city. Rainfall simulator was set in 15 random points in 2 sites to create experimental rainfall. Runoff and sediment yield resulted from each experiment was measured based on field and laboratory investigations. Soil samples from 0-20 cm depth close to the simulation points were collected and analyzed. The results showed that soil initial moisture, percentage of soil organic matter (% SOM), bulk density and sand percent are most effective factors in runoff generation, respectively. Also, the results illustrated that percentage of soil organic matter, soil initial moisture and silt percent affect on soil erosion, respectively. The results of multiple linear models showed that runoff and soil erosion can be predicted based on percentage of soil organic matter, soil initial moisture and percentage of clay with coefficient of determination of 0.638 and 0.752, respectively.

Keywords: Runoff, Organic matter, Rainfall simulation, Sari

*Corresponding author: Tel: +98 911 3221326 , Fax: +98 152 4222982 , E-mail: ataollah.kavian@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir