نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۳، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص. ۵۰۰-۴۹۰

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 3, July-Aug 2010, p. 490-500

مقایسه میزان روان‌آب و فرسایش در خاک‌های تحت پوشش کاربری‌های جنگل، زراعی و باغ با استفاده از شبیه‌ساز باران

علی آزموده[1*]- عطاله کاویان[2]- کریم سلیمانی[3]- قربان وهاب زاده[4]

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۷
تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۵

چکیده

تغییر غیر اصولی کاربری اراضی به ویژه اکوسیستم‌های طبیعی، عموماً تأثیر قابل توجهی را بر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاکها و در پی آن میزان روان‌آب و فرسایش خاک می‌گذارد. بررسی تغییرات روان‌آب و فرسایش خاک در پی تغییر خصوصیات خاک و شناخت متغیرهای مؤثر خاک بر وقوع آن می‌تواند در بهبود توصیه‌های مدیریتی و کمی نمودن تغییرات روان‌آب و فرسایش خاک مفید واقع شود. لذا این پژوهش به منظور بررسی روان‌آب و فرسایش خاک در خاک‌های تحت پوشش اراضی جنگلی و مقایسه آن با اراضی زراعی و باغ که منتج از تغییر کاربری جنگل بوده و همچنین شناسایی فاکتورهای مؤثر در روان‌آب و فرسایش خاک از بین متغیرهای کمی خاک در محدوده شهرستان ساری صورت گرفته است. سپس در هر یک از کاربری‌ها، مبادرت به اندازه‌گیری میزان روان‌آب و فرسایش خاک طی انجام شبیه‌سازی باران با شدت ثابت ۲ میلی‌متر بر دقیقه، مدت زمان ۱۵ دقیقه و نمونه‌برداری خاک در ۱۵ تکرار شد. نتایج حاصله نشان داد که بیشترین و کمترین میزان روان‌آب به ترتیب در کاربری جنگل و باغ ایجاد شده است. همچنین مقدار فرسایش خاک در اراضی زراعی و باغ به ترتیب ۱/۷۶ و ۱/۳۶ برابر کاربری جنگل اندازه‌گیری شد. طبق نتایج ماتریس همبستگی درصد سیلت، رطوبت قبلی و وزن مخصوص ظاهری خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت و درصد شن و ماده آلی دارای همبستگی معنی‌دار منفی با میزان روان‌آب می‌باشند. همچنین متغیرهای رس، شن و ماده آلی خاک به صورت ارتباط منفی و درصد سیلت و رطوبت قبلی خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت با میزان فرسایش شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: باران‌ساز، تغییر کاربری، روان‌آب، فرسایش خاک

مقدمه

فرسایش خاک یک مشکل جهانی به شمار می‌رود که به طور جدی منابع آب و خاک را تهدید کرده و در اراضی کشاورزی به عنوان یک مشکل زیست محیطی جهانی شناخته می‌شود. روان‌آب سطحی حاصل از بارندگی و فرسایش خاک، تابع عوامل مختلفی بوده که هر یک از این عوامل، عامل دیگری را تقویت و یا تضعیف می‌کند. اگرچه همه این عوامل تحت تأثیر فعالیت‌های انسان قرار داشته، اما باید اشاره کرد که تنها تغییرکاربری اراضی قابل مدیریت می‌باشد (۱۱). از سویی دیگر یکی دیگر از پارامترهای مهم و قابل بررسی در وقوع روان‌آب و فرسایش خاک، خصوصیات خاک می‌باشد. از آنجایی که تغییر غیر اصولی کاربری اراضی به ویژه اکوسیستم‌های طبیعی، تأثیر قابل توجهی را بر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاکها و در پی آن میزان روان‌آب و فرسایش خاک می‌گذارد، بررسی تغییرات روان‌آب و فرسایش خاک در پی تغییر خصوصیات خاک در خاک‌های تحت پوشش کاربری‌های مختلف و مجاور هم، امری ضروری می‌باشد. امروزه افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی موجب شده تا پوشش‌های طبیعی زمین به ویژه جنگل‌ها و مراتع با سرعت هشداردهنده‌ای توسط انسان تخریب و تبدیل به اراضی کشاورزی شود (۱۶). روشهای مختلفی برای محاسبه میزان روان‌آب و فرسایش خاک وجود داشته که باران‌سازها یکی از رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده می‌باشند. از نظر تئوری استفاده از این وسیله نه تنها موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌شود، بلکه از این طریق می‌توان میزان روان‌آب و فرسایش را به همراه بیشتر فرایندهای مؤثر بر آن به طور کمی و در تکرار زیاد مورد ارزیابی قرارداد (۲۶). در هرحال باید توجه داشت که استفاده از باران‌سازها خود با محدودیت‌هایی مواجه بوده، به‌طوری که باران سازها هرگز نمی‌توانند شرایط طبیعی را به طور کامل برقرار کرده (۱۸) و از نظر ایجاد شرایط رگبار و بارندگی در سطح کوچک پلات با محدودیت

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد ابخیزداری، استادیار، دانشیار و استادیار گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: azmoodeh63@gmail.com)

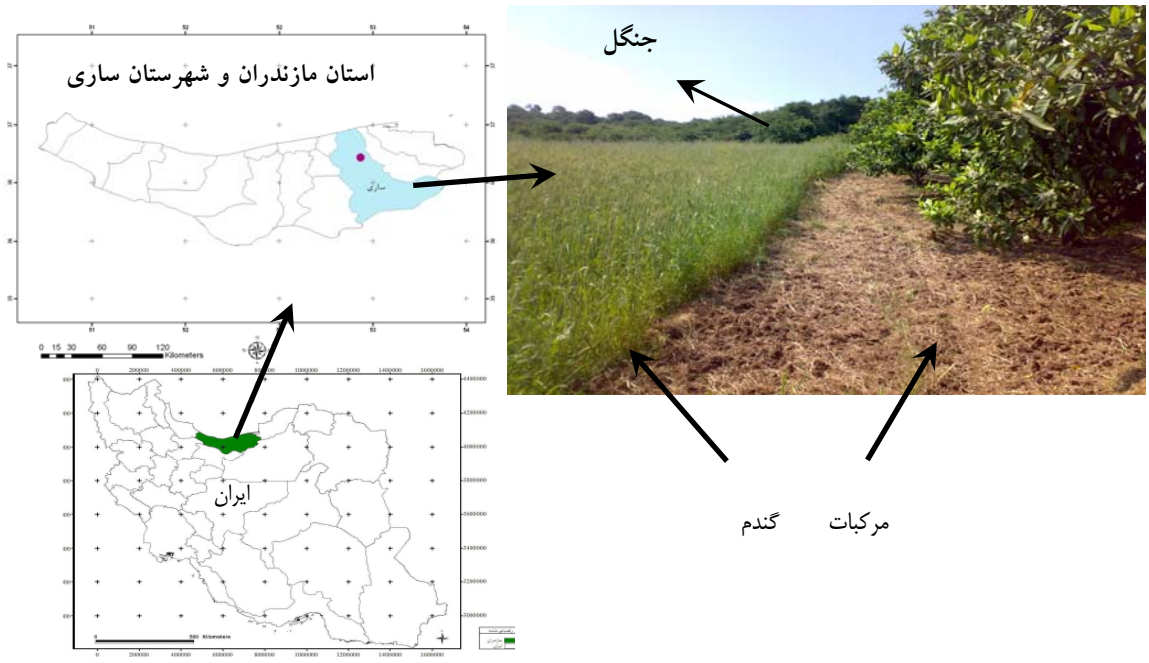
مواجه هستند (۲۶). پژوهش‌های زیادی در ارتباط با اثر تغییر کاربری اراضی بر میزان روان‌آب و فرسایش خاک با استفاده از باران‌ساز و شناخت متغیرهای مؤثر خاک در وقوع آن انجام شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد درصد شن همبستگی معنی‌دار منفی با روان‌آب (۲۴) و همبستگی معنی‌دار مثبت با میزان فرسایش دارد (۲۱). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که همبستگی معنی‌دار منفی بین مقدار رس و فرسایش وجود دارد (۳۵). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که وزن مخصوص ظاهری خاک نقشی مؤثر در کاهش نفوذپذیری خاک و در نتیجه افزایش روان‌آب دارد (۹). یافته‌های تحقیقی در مورد ارتباط بین ماده آلی خاک و میزان روان‌آب مشخص می‌کند که ماده آلی موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و نفوذپذیری خاک شده و در نتیجه کاهش حجم روان‌آب می‌شود (۲۷). همچنین ماده آلی خاک مانع از فروپاشی خاکدانه (۱۴)، بهبود ساختمان خاک (۳۰) و در پایان کاهش فرسایش (۸) می‌شود. مولینا و همکاران (۲۲) متغیرهای مؤثر در وقوع روان‌آب را در کاربری‌های مختلف با استفاده از باران‌ساز مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که متغیرهای پوشش گیاهی، درصد ماده آلی و هدایت الکتریکی خاک دارای همبستگی قابل قبول با روان‌آب، تراکم خاک دارای همبستگی ضعیف و سایر پارامترها از جمله شدت باران، بافت خاک، اسیدیته و رطوبت اولیه خاک، تأثیر قابل توجهی را در ضریب روان‌آب نداشته‌اند. جردن و همکاران (۱۸) به بررسی واکنش هیدرولوژیکی خاک تحت شرایط باران مصنوعی در کاربری‌های مختلف پرداختند. نتایج نشان داد که اراضی جنگلی کمترین حجم روان‌آب را دارا بوده و بیشترین مقدار روان‌آب نیز در دامنه پوشیده از بوته‌زار و علفزار دیده شده است. فولتز و همکاران (۱۵) به منظور تعیین میزان روان‌آب ، نفوذ، غلظت رسوب و فرسایش در دوجاده جنگلی دارای عبور و مرور زیاد و کم در شمال آمریکا، از باران‌ساز مصنوعی استفاده کردند. کلیه نتایج حاکی از آن بود که میزان روان‌آب و غلظت رسوب در جاده‌های جنگلی دارای عبور و مرور زیاد، به دلیل کاهش پوشش‌گیاهی و تغییر در خصوصیات فیزیکی خاک بیشتر می‌باشد. احمدی ایلخچی و همکاران (۱) مطالعه‌ای را به منظور اثر تغییر کاربری مرتع به دیم‌کاری بر میزان روان‌آب و فرسایش انجام دادند. سپس روان‌آب و فرسایش خاک در این کاربری‌ها با استفاده از باران‌ساز جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که به دلیل تخریب پوشش گیاهی، تنزل کیفیت خاک و تخریب خاک طی تغییر کاربری مرتع، مقدار روان‌آب سطحی و فرسایش خاک در اراضی کشاورزی به ترتیب ۳ و ۸ برابر در موقعیت پشت شیب و ۱۱ و ۵۵ برابر در موقعیت شانه شیب بیشتر از موقعیت‌های مشابه مرتع بوده است. وهابی و نیک‌کامی (۳۱) به منظور بررسی اثر بافت، رطوبت قبلی خاک، شیب و پوشش گیاهی در میزان فرسایش از باران‌ساز مصنوعی در ۲ شدت ۲۴/۵ و ۳۲ میلی‌متر بر ساعت استفاده کردند. نتایج بیانگر این امر بود که فرسایش خاک برای هر دو شدت ۲۴/۵ و ۳۲ میلی‌متر بر ساعت، به‌ترتیب همبستگی منفی بالای ۰/۷۷۱- و ۰/۷۹۶- را با پوشش گیاهی و همبستگی ضعیف ۰/۰۴۵ و ۰/۰۲۹ را با شیب نشان داده است. همچنین درصد رس، سیلت و رطوبت قبلی خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت و درصد ذرات شن نیز به صورت همبستگی معنی‌دار منفی با میزان فرسایش شناخته شده است. صادقی و همکاران (۴) به بررسی تغییرپذیری روان‌آب و رسوب در سازندهای مختلف کواترنر با استفاده از شبیه‌ساز باران در پلات ۰/۶۲۵ متر مربعی پرداختند. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که اختلاف بین سازندهای مختلف کواترنر از نظر میزان روان‌آب، رسوب و غلظت رسوب به ترتیب با سطوح ۰/۰۴۳، ۰/۰۰۰ و ۰/۰۰۹ معنی‌دار بوده است.

طبق بررسی مطالعات انجام شده می‌توان دریافت که در مجموع عوامل مختلفی در وقوع و تشدید روان‌آب و فرسایش خاک نقش دارند که با توجه به شرایط حاکم در هر منطقه، تأثیر یک یا چند عامل بیشتر از سایر عوامل می‌باشد. در این میان، نقش تغییر کاربری اراضی به دلیل تأثیر آن بر پوشش گیاهی و خصوصیات خاک و در نتیجه میزان روان‌آب و فرسایش خاک مهم می‌باشد. از آنجایی که منطقه مورد مطالعه دارای قابلیت اراضی جنگلی بوده و طی مدت زمان طولانی تحت تغییر کاربری از جنگل به اراضی زراعی و باغ قرار گرفته است و به دلیل مطالعات ناچیز صورت گرفته، بررسی روان‌آب و فرسایش خاک در این منطقه به منظور ارائه توصیه‌های مدیریتی و کمّی نمودن تغییرات روان‌آب و فرسایش خاک ضروری می‌باشد. با توجه به موارد فوق هدف از انجام این تحقیق بررسی روان‌آب و فرسایش خاک در خاک‌های تحت پوشش اراضی جنگلی و مقایسه آن با اراضی زراعی و باغ که منتج از تغییر کاربری جنگل بوده و در ادامه شناسایی فاکتورهای مؤثر در روان‌آب و فرسایش خاک، از بین متغیرهای کمی خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی 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 متوسط دمای سالانه حدود ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاکهای منطقه در تیپ 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 متوسط (لوم و لوم رسی) می‌باشد که به عنوان خاک‌های قهوه‌ای جنگلی طبقه‌بندی شده‌اند.



شکل(۱)- سیمای عمومی و موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه دارای قابلیت اراضی جنگلی بوده ولی با توجه به تغییر کاربری صورت گرفته، در حال حاضر به صورت کاربری‌های جنگل، اراضی زراعی (گندم دیم) و باغ (مرکبات به صورت آبیاری قطره‌ای) مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر سه کاربری مورد مطالعه بر روی یک دامنه با شیب عمومی ۱۵ درصد واقع شده است. منطقه مطالعاتی در این تحقیق به نحوی انتخاب گردید که اولاً در برگیرنده تنوع کاربری اراضی به همراه کاربری جنگل باشد، ثانیاً به منظور یکسان‌سازی مواد مادری خاک و فهم بهتر از تأثیر تغییر کاربری جنگل بر برخی از خصوصیات مهم خاک و در پی آن میزان روان‌آب و فرسایش، این کاربری‌ها کاملاً در مجاور یکدیگر باشند (شکل ۱)، و ثالثاً به منظور تغییر خصوصیات خاک زمان نسبتاً طولانی از تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و باغ گذشته باشد. موقعیت منطقه مطالعاتی در شکل (۱) نشان داده شده است.

ویژگیهای باران‌ساز

دستگاه باران‌ساز صحرایی مورد استفاده در این تحقیق در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور طراحی و ساخته شده است. باران‌ساز مورد مطالعه در اندازه پلات ۰/۰۹ متر مربع (۳۰ سانتی‌متر در۳۰ سانتی‌متر) بر مبنای نمونه استاندارد موجود در دانشگاه واخنینگین[1] هلند طراحی گردیده که به راحتی قابل حمل و نقل می‌باشد. این باران‌ساز برای تعیین خصوصیات فرسایشی خاک، میزان نفوذ آب و همچنین تحقیقات حفاظت خاک مناسب بوده و استفاده از آن به‌منظور تعیین فرسایش‌پذیری نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد محسوب می‌شود (۱۹). باران‌ساز مورد مطالعه از ۳ قسمت آب‌پاش با تنظیم‌کننده فشار برای تولید بارش استاندارد، پایه برای آب‌پاش و قاب فلزی که نمونه خاک مورد آزمایش در داخل آن قرار می‌گیرد، تشکیل شده است.

اطلاعات مربوط به بارندگی

به منظور دستیابی به مشخصات بارندگی منطقه مورد مطالعه از داده‌های مربوط به ایستگاه هواشناسی دشت ناز ساری استفاده گردید. مطابق با این داده‌ها، ماکزیمم شدت ۱۵ دقیقه‌ای با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (۶) از روش وزیری استخراج گردید (۷). شدت مورد استفاده به رغم اینکه بیشترین فراوانی را ندارد و به طور متوسط هر ۱۰۰ سال یک بار اتفاق می‌افتد، بدون تردید از جمله بارش‌های فرساینده و ایجادکننده روان‌آب و فرسایش می‌باشد. از آنجایی که شدت‌های بالای بارش، پاسخ خاک به تولید روان‌آب و فرسایش خاک را بیشتر منعکس می‌کند، در مطالعات کرتی از بارش‌هایی با شدت بالا استفاده می‌گردد. فیض‌نیا و همکاران (۵) و جین و همکاران (۱۷) از جمله پژوهشگرانی هستند که شدت‌های بالای بارندگی را در مطالعات خود ایجاد، و واکنش خاک را در برابر بارشهای فوق گزارش کردند. شدت و مدت بارندگی برای کلیه آزمایشهای شبیه‌سازی باران ثابت و

1 - Wageninngen

به‌ترتیب برابر با ۲ میلی‌متر بر دقیقه و با مدت زمان ۱۵ دقیقه انجام شد.

روش نمونه‌برداری و تجزیه آزمایشگاهی خاک

بعد از تهیه دستگاه باران‌ساز، محدوده مطالعاتی در این پژوهش شامل قطعاتی از اراضی زراعی و باغ که کاملاً در مجاورت جنگل قرار داشته بود مورد مطالعه قرار گرفت. شبیه‌سازی باران در ۱۵ نقطه از هر کاربری و با توجه به شیب عمومی منطقه، در نقاطی که شیب حدود ۱۵ درصد بود انجام شد. همزمان نمونه‌برداری خاک از نقطه مجاور شبیه‌سازی از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری برداشت گردید (۱۸). روش نمونه‌برداری به صورت تصادفی سیستماتیک انجام شد، به‌طوری که با مشخص کردن طول و عرض هر یک از کاربری‌ها، نمونه‌برداری به فواصل مساوی به صورت ترانسکت خطی انجام گردید. برای اینکه بتوان تنها متغیرهای کمّی مد نظر خاک را در میزان روان‌آب و فرسایش خاک دخالت داد، شدت و مدت بارش، شیب، میکروتوپوگرافی و شرایط سطحی هر پلات در تمامی آزمایشات شبیه‌سازی باران ثابت و یکسان در نظر گرفته شد. هم‌چنین به منظور کاهش اثر میکروتوپوگرافی در روان‌آب و فرسایش، سطح پلات یکنواخت شد (۳۴). به منظور حذف عامل تاج پوشش گیاهی در تولید روان‌آب و فرسایش و یکسان‌سازی شرایط در تمامی نقاط آزمایشی و با توجه به سطح محدود پلات، مناطقی عاری از پوشش گیاهی انتخاب شد (۵). همچنین باقیمانده محصولات، لاشبرگ و سنگریزه-های بزرگتر از ۴ سانتی‌متر نیز قبل از شبیه‌سازی باران جمع‌آوری شدند (۱۳). نحوه شبیه‌سازی باران در کاربری‌های مختلف در شکل (۲) نشان داده شده است. بعد از هر رخداد بارش، حجم روان‌آب با اندازه‌گیری مستقیم توسط استوانه مدرج تعیین شد. پس از اندازه‌گیری حجم روان‌آب، رسوب تولیدی نیز پس از عبور دادن از کاغذ صافی وات‌من ۴۰ توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک و توزین گردید. هم‌چنین از تقسیم میزان فرسایش بر حجم روان‌آب، غلظت رسوب بر حسب گرم در لیتر محاسبه شد (۴). نمونه‌های خاک پس از برداشت در کاربری‌های مورد مطالعه، خشک گردیده و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری به آزمایشگاه منتقل گردید. بافت خاک از روش هیدرومتری (۳)، رطوبت قبلی خاک از روش وزنی (۳)، درصد ماده آلی خاک از روش والکی و بلک (۲۵) و وزن مخصوص ظاهری نیز از روش سیلندر محاسبه گردید (۱۲). پس از جمع‌آوری اطلاعات، جهت آنالیز آماری از نرم افزار SPSS15 استفاده شد. در اولین مرحله، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف انجام شد. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. سپس از روش همبستگی پیرسون میزان تأثیر و معنی‌داری هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک بر میزان روان‌آب و فرسایش مورد بررسی قرار گرفت.

شکل(۲)- نحوه شبیه‌سازی باران در کاربری‌های مورد مطالعه

نتایج

نتایج مربوط به متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک شامل درصد رس، سیلت، شن، ماده آلی، وزن مخصوص و رطوبت قبلی خاک در جدول (۱) ارائه شده است. همانطور که در جدول (۱) ملاحظه گردید کاربری جنگل مورد مطالعه دارای درصد رطوبت قبلی خاک بسیار بالاتری در مقایسه با اراضی زراعی و باغ می‌باشد. از سویی دیگر ملاحظه شد که خاک اراضی جنگل دارای مواد آلی بالایی در مقایسه با اراضی زراعی و باغ بوده که این امر نشان‌دهنده پتانسیل بالای خاک اراضی جنگل در کاهش فرسایش می‌باشد. همچنین مشخص می‌شود که وزن خصوص ظاهری خاک طی تغییر کاربری جنگل افزایش یافته است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی باران شامل حجم روان‌آب، فرسایش و غلظت رسوب در کاربری‌های مورد مطالعه در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به این جدول، مشاهده گردید که کاربری جنگل مورد مطالعه به نسبت دارای حجم روان‌آب بیشتر و فرسایش و غلظت رسوب کمتر می‌باشد. طبق این نتایج مشخص می‌شود که تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و باغ موجب افزایش ۱/۷۶ و ۱/۳۶ برابری فرسایش به ترتیب در اراضی زراعی و باغ شده است. بررسی نتایج تجزیه واریانس با درجه آزادی ۲ و سطح معنی‌داری ۵ درصد نشان می‌دهد که بین حجم روان‌آب کاربری‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نشان می‌دهد که کاربری جنگل و باغ به ترتیب بیشترین و کم‌ترین حجم روان‌آب را دارا بوده و بین اراضی زراعی و باغ اختلاف معنی‌داری از نظر حجم روان‌آب تولیدی مشاهده نشد. نتایج نهایی مقایسه مربوطه در شکل (۳) ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس به صورت ارائه شده در جدول (۳)، بیان‌گر اختلاف معنی‌دار بین کاربردی‌های مورد مطالعه از نظر میزان فرسایش می‌باشد. مقاسیه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن مشخص می‌کند که اراضی زراعی بیشترین و کاربری جنگل کمترین مقدار فرسایش را دارا می‌باشند. نتایج این آنالیز در شکل (۴) نشان داده شده است. به منظور شناخت ارتباط بین متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده در خاک با میزان روان‌آب و فرسایش در کاربری‌های مورد مطالعه، ماتریس همبستگی شکل گرفت که نتایج حاصل از آن در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۱- متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده در خاک در کاربری‌های مورد مطالعه

متغیر	جنگل		باغ		زراعی	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
رس (٪)	۳۴	۱/۴	۳۲/۴۶	۲/۰۳	۳۲/۸	۱/۷
سیلت (٪)	۳۶/۴	۲/۷	۳۴/۰۶	۲/۶	۳۳/۲۶	۱/۹
شن (٪)	۲۹/۶	۳/۰۸	۳۳/۴۶	۱/۷	۳۴/۳۳	۲/۱
ماده آلی (٪)	۵/۳۴	۰/۳۹۷	۳/۵	۰/۴۶۸	۲/۷۳	۰/۲۲۳
وزن مخصوص (g/cm3)	۱/۲۳	۰/۰۸۶	۱/۳۱	۰/۰۷۲	۱/۴	۰/۰۷۷
رطوبت قبلی خاک (٪)	۴۱	۳/۹	۲۴	۱/۷	۲۳	۲/۶

جدول ۲- مقادیر روان‌آب، فرسایش و غلظت رسوب در کاربری‌های مورد مطالعه

متغیر	جنگل		باغ		زراعی	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
روان‌آب (لیتر)	۱/۳۱۹	۰/۳۴	۱/۰۶۱	۰/۲۹	۱/۱۰۱	۰/۲۷
فرسایش (گرم)	۱/۰۶۸	۰/۲۱	۱/۴۵۸	۰/۳۴۱	۱/۸۸	۰/۲۴۸
غلظت رسوب (گرم در لیتر)	۰/۸۰۳	۰/۰۹۲	۱/۳۶	۰/۱۹۹	۱/۷۱	۰/۱۷۸

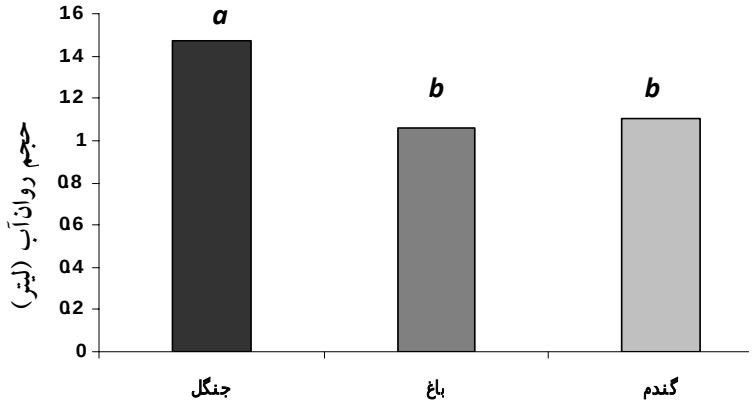
جدول ۳- آنالیز واریانس مربوط به مقایسه میزان روان‌آب و فرسایش در کاربری‌های مورد مطالعه

	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار f	سطح معنی‌داری
روان‌آب	تغییر کاربری	۰/۵۷۸	۲	۰/۲۹۸	۱۷/۲۸۳	۰/۰۰۰
	خطا	۰/۷۰۳	۴۲	۰/۰۱۷		
	کل	۱/۲۸۱	۴۴			
فرسایش	تغییر کاربری	۴/۹۳۹	۲	۲/۴۶۹	۳۳/۲۵۸	۰/۰۰۰
	خطا	۳/۱۱۹	۴۲	۰/۰۷۴		
	کل	۸/۰۵۷	۴۴			

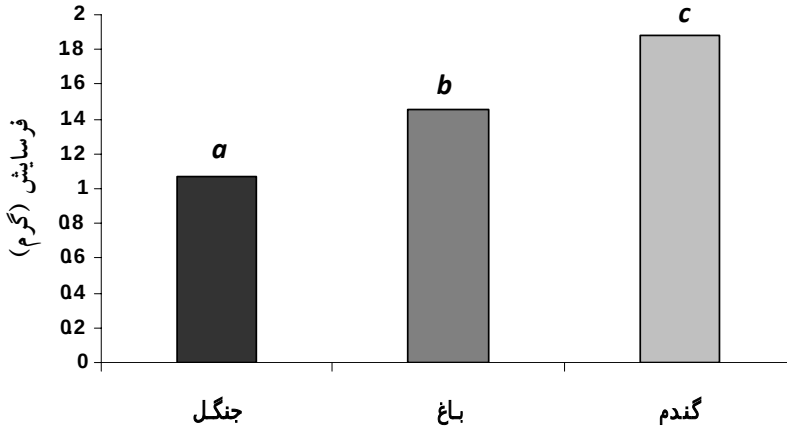
جدول٤- ماتریس همبستگی بین روان‌آب و فرسایش در کاربری‌های مورد مطالعه

متغیر		جنگل		باغ		زراعت	
		همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری
روان‌آب	رس (٪)	-۰/۳۶۳	۰/۱۸۳	-۰/۴۱۸	۰/۱۲۱	-۰/۳۸۰	۰/۱۶۳
	سیلت (٪)	۰/۳۵۱	۰/۲۰۰	۰/۵۵۸*	۰/۰۳۱	۰/۲۶۱	۰/۳۴۷
	شن (٪)	-۰/۴۶۰	۰/۰۸۴	-۰/۳۳۵	۰/۲۲۲	-۰/۵۴۰*	۰/۰۳۸
	ماده آلی (٪)	-۰/۶۷۷**	۰/۰۰۵	-۰/۶۵۲**	۰/۰۰۸	-۰/۶۴۵**	۰/۰۰۹
	وزن مخصوص (g/cm^3)	۰/۵۷۱*	۰/۰۲۶	۰/۶۲۷*	۰/۰۱۲	۰/۷۱۰**	۰/۰۰۳
	رطوبت قبلی خاک (٪)	۰/۸۲۱**	۰/۰۰۰	۰/۷۵۵**	۰/۰۰۱	۰/۶۲۵*	۰/۰۱۳
فرسایش	رس (٪)	-۰/۵۳۶*	۰/۰۳۹	-۰/۵۵۷*	۰/۰۳۱	-۰/۴۵۴	۰/۰۸۹
	سیلت (٪)	۰/۵۲۷*	۰/۰۴۴	۰/۶۵۹**	۰/۰۰۸	۰/۵۹۴*	۰/۰۲۰
	شن (٪)	-۰/۴۴۸	۰/۰۹۴	-۰/۳۷۴	۰/۱۷۰	-۰/۶۵۴**	۰/۰۰۸
	ماده آلی (٪)	-۰/۷۴۹**	۰/۰۰۱	-۰/۶۸۰**	۰/۰۰۵	-۰/۵۳۷*	۰/۰۳۹
	وزن مخصوص (g/cm^3)	۰/۳۳۷	۰/۰۶۸	۰/۳۵۹	۰/۱۸۹	۰/۳۱۹	۰/۰۸۶
	رطوبت قبلی خاک (٪)	۰/۷۳۰**	۰/۰۰۲	۰/۶۲۳*	۰/۰۱۳	۰/۶۸۰**	۰/۰۰۵

** و * به ترتیب سطح معنی‌داری ۱٪ و ۵٪



شکل۳- مقایسه حجم روان‌آب در کاربری‌های مورد مطالعه



شکل٤- مقایسه فرسایش در کاربری‌های مورد مطالعه

بحث

روان‌آب

در این تحقیق کاربری‌های مورد مطالعه شامل جنگل، اراضی زراعی و باغ شناسایی و از لحاظ پتانسیل تولید روان‌آب و فرسایش مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج مشخص می‌شود که میزان روان‌آب و فرسایش در خاک‌های مربوط به کاربری‌های مورد مطالعه مشابه نبوده که این نتیجه با یافته‌های بسیاری از محققین از جمله کی و همکاران (۲۰)، جردن و همکاران (۱۸)، احمدی ایلخچی و همکاران (۱) و یوسفی‌فرد و همکاران (۸) مطابقت دارد. نتایج مربوط به حجم روان‌آب در کاربری‌های مختلف نشان داد که کاربری جنگل بیشترین حجم روان‌آب را دارا بوده که این نتیجه با یافته‌های جردن و همکاران (۱۸) مغایرت دارد (شکل ۳). یکی از عوامل اصلی که می‌تواند در توجیه وجود حجم روان‌آب بالا در کاربری جنگل مطرح باشد، درصد بالای رطوبت قبلی خاک اندازه‌گیری شده در کاربری جنگل در مقایسه با اراضی زراعی و باغ می‌باشد (جدول۱). با توجه به اینکه تاج پوشش انبوه موجود در کاربری جنگل مانع از رسیدن نور کافی به کف جنگل شده و به این دلیل که قبل از هر شبیه‌سازی باران، پوشش لاشبرگ برداشته شده و تمامی آزمایشات بر روی سطح خاک انجام شده است، در کاربری جنگل نیز مقدار رطوبت قبلی خاک بسیار بالاتری در مقایسه با اراضی زراعی و باغ مشاهده شده است. در این زمینه مولمبا و لال (۲۳) به تأثیر مثبت بقایای گیاهی برحفظ رطوبت خاک اشاره کردند. لذا با توجه به ثابت بودن متغیرهای شیب و میکروتوپوگرافی سطح خاک در تمامی آزمایشات شبیه‌سازی باران، دلیل اصلی این امر را می‌توان میزان رطوبت قبلی خاک دانست، زیرا با افزایش رطوبت قبلی خاک، خاک طی زمان کمی از شروع بارندگی به حالت اشباع رسیده و روان‌آب تشکیل می‌گردد. وارد و بولتون (۳۳) بیان کردند که تفاوت در میزان روان‌آب و فرسایش در خاکهای جنگل و مرتع، وابسته به میزان رطوبت قبلی خاک، ماده آلی و درصد سیلت بوده، به‌طوریکه شدت افزایش روان‌آب به میزان افزایش رطوبت قبلی خاک مربوط می‌شود. با توجه به نتایج جدول (۴) مشخص می‌شود که رطوبت قبلی خاک عاملی مهم و تأثیرگذار در میزان روان‌آب شناخته شده، به‌طوری که همبستگی معنی‌دار مثبتی بین رطوبت قبلی خاک و میزان روان‌آب برقرار می‌باشد. همبستگی مثبت رطوبت قبلی خاک با میزان روان‌آب نیز در مطالعات وهابی و مهدیان (۳۲) مشاهده شده است. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که با توجه به درصد بالای رطوبت قبلی مشاهده شده در کاربری جنگل، به میزان کمی بر مقدار روان‌آب در کاربری جنگل افزوده شده که این امر دلالت بر نفوذپذیری بیشتر کاربری جنگل می‌باشد. نتایج ماتریس همبستگی نشان داد که ماده آلی خاک میزان روان‌آب را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (جدول۴). سیگریست و همکاران (۲۷) بیان کردند که وجود ماده آلی در خاک ظرفیت نگهداری آب، تخلخل و در نتیجه نفوذپذیری را افزایش می‌دهد. همچنین مشخص شد که همبستگی معنی‌دار مثبتی بین وزن مخصوص ظاهری خاک و میزان روان‌آب وجود دارد (جدول۴). آدکالو و همکاران (۹) در مطالعات خود به همبستگی معنی‌دار مثبت بین وزن مخصوص ظاهری خاک و روان‌آب اشاره کردند. از آنجایی که بیشترین درصد ماده آلی و همچنین کمترین وزن مخصوص ظاهری خاک در کاربری جنگل مشاهده شد و با توجه به این امر که افزایش شدت روان‌آب به میزان بالایی تحت تأثیر رطوبت قبلی خاک می‌باشد، می‌توان انتظار داشت که رطوبت قبلی بالای اندازه‌گیری شده در کاربری جنگل (۴۱ درصد در مقایسه با ۲۳ و ۲۴ درصد در کاربری‌های زراعی و باغ)، نقش ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک را در تولید روان‌آب تحت تأثیر قرار داده است. طبق نتایج مشخص می‌شود که عملیات کشت و کار و خاک‌ورزی پس از تغییر کاربری جنگل، موجب کاهش ماده آلی و افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است (جدول۱). لذا می‌توان بیان کرد که کاهش ماده آلی و افزایش فشردگی سطح خاک طی تغییر کاربری جنگل، منجر به افزایش وزن مخصوص ظاهری، کاهش تخلخل و نفوذپذیری خاک شده و در پایان موجب می‌شود که حجم بیشتری از روان‌آب جاری شود. میزان روان‌آب در کاربری‌های مورد مطالعه با شن در اراضی زراعی همبستگی منفی و با درصد سیلت در اراضی باغ همبستگی معنی‌دار مثبت نشان داده است (جدول۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد که خاکهای دارای مقادیر بیشتر شن، به دلیل داشتن سرعت نفوذ آب بیشتر، روان‌آب کمتری تولید می‌کنند (۲۴)، به‌طوری که خاک‌های ریزدانه به دلیل دارا بودن خاصیت چسبندگی و تخلخل کم، دارای نفوذپذیری کم و در نتیجه حجم روان‌آب بیشتری می‌باشند. همبستگی منفی ذرات شن با میزان روان‌آب نیز در نتایج وهابی و مهدیان (۳۲) و ادکالو و همکاران (۱۰) تایید شده است.

فرسایش

طبق نتایج به دست آمده و ارائه شده در جدول (۲)، فرسایش و غلظت رسوب اندازه‌گیری شده در کاربری جنگل در مقایسه با اراضی زراعی و باغ کمتر می‌باشد. فرسایش بیشتر خاک طی تغییر کاربری جنگل به دلیل تخریب پوشش گیاهی و در ادامه کاهش ماده آلی خاک و در نتیجه کاهش پایداری خاکدانه‌ها می‌باشد. همچنین کشت و کار و عملیات خاک‌ورزی موجب تخریب خاکدانه‌های درشت به خاکدانه‌های ریزتر شده که این خاکدانه‌ها به‌نوبه خود هنگام برخورد قطرات باران متلاشی و خلل و فرج خاک را مسدود کرده و بدین ترتیب موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش روان‌آب و فرسایش می‌گردد. طبق نتایج ارائه شده در جدول (۱) مشخص می‌شود که تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و باغ موجب کاهش درصد ماده

آلی خاک شده که این مسئله می‌تواند منجر به کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش عملکرد و در نتیجه مستعد شدن اراضی برای فرسایش گردد. وجود ماده آلی در خاک مانع از فروپاشی خاکدانه (۱۴)، افزایش ظرفیت نگهداری آب و نفوذپذیری خاک (۲۷)، بهبود ساختمان خاک و ممانعت از تشکیل سله (۳۰) و بسیاری از عوامل دیگر را به دنبال دارد که نتیجه نهایی آن در خاک کاهش فرسایش (۸) می‌باشد. از این رو می‌توان بیان کرد که تخریب خصوصیات فیزیکی خاک و در نتیجه افزایش فرسایش خاک به دنبال کاهش ماده آلی در خاکهای زراعی و باغ روی می‌دهد. مهمترین عاملی که در تسریع کاهش ماده آلی در خاک تأثیر می‌گذارد کشت و کار می‌باشد که موجب افزایش تجزیه مواد آلی خاک طی عملیات شخم می‌شود (۲۸). عامل بعدی کاهش ماده آلی خاک طی تغییر کاربری جنگل، حساسیت بیشتر اراضی زراعی و باغ نسبت به فرسایش می‌باشد، به طوری که میزان ماده آلی بیشتری طی فرسایش از دسترس خارج خواهد شد. تجادا و گنزالز (۲۹) در مطالعات خود به این نکته اشاره کردند که بخش قابل توجهی از کربن آلی خاک توسط فرایند فرسایش و به صورت محلول همراه با روان‌آب از دسترس خارج خواهد شد. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که درصد رطوبت قبلی خاک در کاربری‌های جنگل، زراعی و باغ به ترتیب دارای همبستگی معنی‌دار مثبت ۰/۷۳، ۰/۶۴۰ و ۰/۶۸۰ با میزان فرسایش می‌باشد که این نتیجه با اظهارات وهابی و نیک-کامی (۳۱) مطابقت دارد. دویکر و همکاران (۱۳) بیان نمودند که رطوبت قبلی خاک عاملی مهم و تأثیرگذار در کنترل میزان فرسایش می‌باشد. تأثیر مثبت رطوبت قبلی خاک در میزان فرسایش به این دلیل می‌باشد که با افزایش رطوبت قبلی خاک، حجم بیشتری از روان‌آب جاری گشته که این امر موجب افزایش فرسایش می‌شود. البته این نکته قابل ذکر است که با وجود بیشتر بودن روان‌آب و در نتیجه قدرت حمل بیشتر در کاربری جنگل، میزان فرسایش کمتری نسبت به دو اراضی زراعی و باغ تولید شده که دلیل اصلی این نتیجه را می‌توان به بیشتر بودن درصد ماده آلی خاک و به موجب آن پایداری بیشتر خاکدانه در مقابل بارندگی دانست. طبق نتایج حاصل از این تحقیق، درصد رس در کاربری جنگل و باغ همبستگی منفی با میزان فرسایش نشان داده است (جدول۴). می‌توان اظهار داشت که ذرات رسی همانند سیمان در خاکدانه ها عمل کرده (۲) و به دلیل داشتن خاصیت چسبندگی، موجب افزایش ثبات خاکدانه‌ها و در نتیجه کاهش فرسایش می‌شوند. ژانگ و همکاران (۳۵) نیز بر این عقیده‌اند که جزء رس خاک می‌تواند به خاکدانه‌سازی و افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش میزان هدررفت آن کمک نماید. نتایج نشان داد که درصد سیلت همبستگی مثبت و معنی‌داری را با میزان فرسایش دارد (جدول۴). می‌توان بیان کرد که ذرات سیلت به این دلیل که فاقد خاصیت چسبندگی بوده و در اثر مرطوب شدن خاکدانه‌ها به سهولت شکسته شده و منتقل می‌شوند، دارای ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار با میزان فرسایش می‌باشند. همبستگی مثبت سیلت با میزان فرسایش نیز در مطالعات وهابی و نیک‌کامی (۳۱) نشان داده شده است. طبق نتایج حاصل از این تحقیق، همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد شن و میزان فرسایش تولیدی در کاربری گندم مشاهده شده است که این نتیجه با نتایج وهابی و نیک‌کامی (۳۱) مطابقت دارد. می‌توان بیان کرد که ذرات شنی از نظر انتقال خیلی درشت می‌باشند و به دلیل اینکه مواد شنی سبب افزایش نفوذپذیری خاک می‌گردند، آبدوی و درنتیجه میزان فرسایش کاهش می‌یابد (۱). همچنین بررسی نتایج بیانگر عدم رابطه معنی‌دار بین وزن مخصوص ظاهری با میزان فرسایش در کاربری‌های مورد مطالعه بود (جدول۴).

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های حاصل از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که توانایی خاکهای کاربری‌های مورد مطالعه از لحاظ پتانسیل تولید روان‌آب و فرسایش به لحاظ آماری کاملاً متفاوت بوده است. نتایج این تحقیق نشان داد کاربری جنگل به دلیل داشتن مقادیر بالای رطوبت قبلی خاک بیشترین حجم روان‌آب را دارا می‌باشد. همچنین مقدار فرسایش خاک در اراضی زراعی و باغ به ترتیب ۱/۷۶ و ۱/۳۶ برابر کاربری جنگل اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که درصد سیلت، رطوبت قبلی و وزن مخصوص ظاهری خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت و درصد شن و ماده آلی دارای همبستگی معنی‌دار منفی با میزان روان‌آب می‌باشند. همچنین متغیرهای رس، شن و ماده آلی خاک به صورت ارتباط منفی معنی‌دار و درصد سیلت و رطوبت قبلی خاک دارای همبستگی معنی‌دار مثبت با میزان فرسایش شناخته شدند. به طور کل می‌توان گفت که به دلیل تخریب پوشش گیاهی و تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری جنگل، مقدار نفوذپذیری کاهش و در نتیجه فرسایش خاک افزایش یافته است. با توجه به اهمیت اکولوژیکی جنگل‌های شمال کشور، نتایج این تحقیق ضرورت توجه بیشتر به مطالعات قابلیت، اصلاح و تغییر کاربری اراضی در این مناطق را بیش از پیش نشان می‌دهد. لذا پیشنهاد می‌شود فعالیت‌های مدیریتی متناسب با قابلیت این اراضی و با لحاظ نمودن پتانسیل بازگشت‌پذیری کیفیت خاک از دست رفته طراحی و اجرا گردد.

منابع

۱- احمدی ایلخچی ع.، حاج عباسی م.، و جلالیان ا. ۱۳۸۱. اثر تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به دیم‌کاری بر تولید روان‌آب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوراهان، چهارمهال بختیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره ۴: ۱۱۴-۱۰۳.

۲- رفاهی ح.ق. ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ۶۷۱ صفحه.

۳- زرین‌کفش م. ۱۳۷۳. خاکشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۳۶ صفحه.

۴- صادقی س.ح.ر.، هدایتی زاده ر.، نادری ح و حسین علیزاده م. ۱۳۸۷. مقایسه تولید روان‌آب و رسوب در سازندهای مختلف کواترنر در مراتع سرچاه عماری بیرجند، مجله مرتع، ۴ : ۴۶۳-۴۴۹.

۵- فیض‌نیا س.، غیومیان ج.، و خواجه م. ۱۳۸۴. بررسی اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و آب و هوایی در تولید رسوب ناشی از فرسایش سطحی خاکهای لسی (مطالعه موردی در استان گلستان). پژوهش و سازندگی، ۶۶: ۲۴-۱۴.

۶- مرادی ح.ر.، غضنفرپور ن.، و فیض‌نیا س. ۱۳۸۵. بررسی حساسیت به فرسایش و رسوبزایی نهشته‌های کواترنری دشت سجزی-کوهپایه اصفهان، آب و آبخیز، ۲ (۳): ۶۰-۵۲.

۷- وزیری ف. ۱۳۶۳. تجزیه و تحلیل رگبارها و تعیین منحنی‌های شدت- مدت مناطق مختلف ایران. انتشارات جهاددانشگاهی، مجتمع دانشگاهی فنی مهندسی تهران- واحد طرح و تحقیقات، ۵۴۰ صفحه.

۸- یوسفی‌فرد م.، جلالیان ا.، و خادمی ح. ۱۳۸۶. تخمین هدررفت خاک و عناصر غذایی در اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی با استفاده از باران‌ساز مصنوعی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی،۴۰: ۱۰۶-۹۳.

9- Adekalu K.O., Okunade D.A., and Osunbitan J.A. 2006. Compaction and mulching effects on soil loss and runoff from two southwestern Nigeria agricultural soils. Geoderma, 137: 226-230.

10- Adekalu K.O., Olorunfemi I.A., and 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.

11- Bewket W., and Stroosnijder L. 2003. Effects of agro-ecological land use succession on soil properties in Chemoga watershed, blue nil basins, Ethiopia. Geoderma, 111: 85-95.

12- Blake G.R., and 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.

13- Duiker, S.W., D.C., Flangman., and Lal R. 2001. Erodibility and infiltration characteristics of five major soils of south-west Spain. Catena, 45: 2:103–121.

14- Emadi M., Baghernejad M., and H.M, Memarian. 2009. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Land Use Policy, 26: 452–457.

15- Foltz R.B., Copeland N.S., and 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, 56: 1–9.

16- Izquierdo AE., and H, Ricardo Grau. 2009. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina. Journal of Environmental Management, 90: 858-865.

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

18- Jordan A.., Martinez-Zavala L., and Bellinfante N. 2008. Heterogeneity in soil hydrological response from different land cover types in southern Spain. Catena, 74: 137–143 pp

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

20- Ke J., Wim M.C., Donald G., Wouter S., Stefaan D.N., Junjie L., Tineke B., Huijun W., Dianxiong C., Jiyun J., and H, Roger. 2008. Soil management effects on runoff and soil loss from field rainfall simulation. Catena, 75: 191-199.

21- Martz L.W. 1992. The Variation of Soil Erodibility with Slope Position in a Cultivated Canadian Prairie Landscape. Earth Surface Processes and Landforms, 17: 543-556.

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

23- Mulumba, L., R, Lal. 2008. Mulching effects on selected soil physical properties. Soil and Tillage Research, 98: 106-111.

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

25- 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.

26- Sheridan G., Noske P., Lane P., and 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.
27- Siegrist S., Schaub D., Pfiffner L., and Mader P. 1998. Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long- term field study on loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems and Environment, 69: 253-264.
28- Six J., Paustian K., Elliott E.T., and Combrink C. 2000. Soil structure and organic matter. I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. Soil Science Society of America Journal, l64: 681–689.
29- Tejada M., and 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.
30- Troeh F.R., Hobbs J.A., and Donhue R.L. 1999. Soil and Water Conservation- Productivity and Environmental Protection. Prentice Hall, New Jersey, 610 pp.
31- Vahabi J., and Nikkami D. 2008. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. International Journal of Sediment Research, 23: 375-385.
32- Vahabi, J., and M.H, Mahdian. 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. Soil Conservation and Watershed Management Research Center, P.O. Box 13445-1136, Tehran, Iran, 95: 1439-1445.
33- Ward T.J., and 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.
34- Zehetner F., and 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.
35- Zhang K., Li. S., Peng W., and Yu B. 2004. Erodibility of agricultural soils on the loess Plateau of China. Soil and Tillage Research, 76: 157-165.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 3, July-Aug 2010, p. 490-500

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۳، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص. ۵۰۰-۴۹۰

Comparing Runoff and Soil Erosion in Forest, Dry Farming and Garden Land Uses Soils Using Rainfall Simulator

A. Azmoodeh [1*]- A. Kavian [2]- K. soleimani [3]- Gh. Vahabzadeh [4]

Abstract

Land use change, especially natural ecosystems transformation, has high effects on soil physico-chemical as well as biological characteristics and also, has effect on runoff and soil erosion. Analysis of runoff and soil erosion dynamics can be useful in improvement of management proposals and quantifying runoff and soil erosion changes. So, this research was carried out to investigate runoff and soil erosion in forest soils and to compare its results with dry farming and garden soils, which resulted from forest land use change. Also, effective quantitative soil parameters on runoff and soil erosion processes have recognized. For doing this, runoff and soil erosion were measured using simulated rainfall with 2 mm/min intensity and 15 min duration and soil samples were gathered in 15 replicates. Results showed that runoff was highest in native forest while the lowest was from garden land .Sediment yield was increased by 1.76 and 1.36 in conversion from forest to farming and garden land, respectively. Based on the results obtained from the correlation matrix, silt fraction, bulk density and antecedent soil moisture showed positive correlation with runoff and organic matter showed negative correlation with runoff. Also organic matter, clay and sand fraction reveal negative correlation with soil erosion, while antecedent soil moisture and silt fraction reveal positive correlation with erosion.

Keywords: Rainfall Simulator, Land Use Change, Runoff, Soil Erosion

1,2,3,4- A Contribiotion from Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(*- Corresponding author Email: azmoodeh63@gmail.com)