"مقاله پژوهشی"

مقایسه‌ی اثر لاشبرگ درختان بر مولفه‌های هیدرولوژیکی فرسایش سطحی در دامنه‌های با نیمرخ خطی، مقعر و محدب

کیمیا منفرد[۱]، علی طالبی[۲] و محبوبه کیانی‌هرچگانی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه یزد
۲- استاد دانشگاه یزد (نویسنده مسوول: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir)
۳- پژوهشگر، دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱
صفحه: ۱۰۲ تا ۱۱۱

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل محیط زیستی جهان فرسایش خاک است. زیرا منابع خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. استفاده از پس‌ماندهای زراعی یا باغی یکی از روش‌های جلوگیری از هدررفت خاک است که به‌عنوان یک لایه حفاظتی عمل کرده و علاوه بر جذب انرژی جنبشی قطرات باران می‌تواند مقاومت برشی سطح خاک را افزایش داده و فرسایش را کاهش دهد. در همین راستا پژوهش حاضر با هدف مقایسه‌ای اثر لاشبرگ درختان بر مولفه‌های هیدرولوژیکی فرسایش سطحی در دامنه‌های موازی با نیمرخ‌های خطی، مقعر و محدب و برای کنترل فرسایش خاک برنامه‌ریزی شده است. این پژوهش در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از دستگاه باران‌ساز انجام شد. سپس دامنه‌های مورد نظر در پلات طراحی و با خاک پر شد. در نهایت تحت شدت باران ۳۰ میلی‌متر بر ساعت مقدار حجم رواناب و هدررفت خاک در هر رگبار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقدار کل حجم رواناب در پلات حفاظتی نسبت به پلات شاهد دامنه خطی – موازی و مقعر – موازی به‌ترتیب ۳٤/۷٤ و ۲/۷۹ درصد کاهش داشت و در دامنه‌ی محدب- موازی ٤/۲۹ درصد افزایش حجم رواناب مشاهده شد. میزان هدررفت خاک برای دامنه خطی- موازی، مقعر- موازی و محدب- موازی به‌ترتیب ۷۰/۱٤، ۸۷/٦٥ و ٦۱/۹۰ درصد کاهش در تیمار حفاظتی نسبت به پلات شاهد بود. بر این اساس، دامنه‌های محدب بیشترین هدر رفت خاک را دارند.

واژه‌های کلیدی: حفاظت خاک، دامنه مرکب، شبیه‌ساز باران، هدررفت خاک

مقدمه

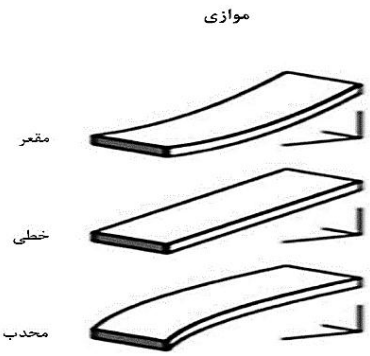
در مناطق خشک و نیمه خشک ایران به دلیل وجود اقلیم خشک و نیمه خشک و پراکنش نامناسب مکانی باران، خسارات زیادی به بار می‌آید. تخریب زمین براثر دخالت‌های انسانی منجر به توسعه بیابان و پیدایش بوم سازگان‌های ناپایدار از قبیل بسترهای خشک شده تالاب‌ها و دریاچه‌ها می‌شود (۱۳). با توجه به اهمیت خاک و افزایش وقوع سیل و به دنبال آن افزایش مشکلات مربوط به سیلاب و هدر رفت خاک، اهمیت مبارزه و ارائه روش‌های پیش‌گیری و مهار فرسایش و سیلاب دو چندان می‌شود (۲۱). باران‌های شدید منجر به فرسایش شدید خاک در مناطق وسیعی در سراسر جهان شده است (۱۰،۳). مهم‌ترین فاکتورهای موثر در سیل در حوزه آبخیز به‌ترتیب بارندگی، فاصله از رودخانه و ارتفاع می‌باشند (۱). در مناطقی که به شدت فرسایش یافته است به‌ویژه در دامنه‌های شیب‌دار که امکان استقرار پوشش گیاهی وجود ندارد برای کاهش خسارات ناشی از قطرات باران می‌توان از افزودنی‌های آلی و غیرآلی استفاده کرد. این مواد با مهار رواناب می‌توانند زمینه استقرار پوشش گیاهی را فراهم کنند (۶). لاشبرگ‌های گیاهی نقش مهمی در کاهش فرسایش خاک و افزایش مواد آلی خاک ایفا کرده و بدین وسیله از تخریب خاک جلوگیری نموده و باعث بهبود وضعیت زمین می‌شود (۱۷). در همین راستا پژوهش‌های متعدی در استفاده از کاه و کلش برای حفاظت از آب و خاک در مقیاس‌های مختلف دامنه با نیمرخ خطی و موازی استفاده شده است. صادقی و همکاران (۲۳) تاثیر بقایای برنج با پوشش ۹۰ درصد را بر زمان شروع و ضریب رواناب در پلات ۰/۲۵ مترمربع بررسی نمودند و بیان کردند زمان شروع رواناب افزایش و ضریب رواناب کاهش می‌یابد. کاویان و همکاران (۹) تغییرات زمان شروع و ضریب رواناب را با پوشش آلی (گندم) در آزمایشگاه بررسی کردند. آزمایش در شیب ۳۰ درصد و با درصد پوشش ۵۰ و ۹۰ درصد و شدت‌های باران ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت و سپس مقادیر زمان شروع رواناب و ضریب رواناب اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در شدت باران ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر بر ساعت این تیمار حفاظتی توانست زمان شروع رواناب را افزایش و ضریب رواناب را کاهش دهد. پوشش ۹۰ درصد بیشترین تاثیر در افزایش زمان شروع رواناب و کاهش ضریب رواناب داشت. غلامی و همکاران (۶) از تراشه‌های چوب به عنوان یک ماده افزودنی آلی خاک برای مهار متغیرهای رواناب (زمان شروع رواناب و ضریب رواناب) استفاده کردند. برای این منظور سه مقدار ۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع تراشه چوب را در سه تکرار با شیب ۳۰ درصد و تحت باران شبیه‌سازی شده ۶۰ میلی‌متر بر ساعت استفاده کردند. نتایج نشان داد که بعد از استفاده از تراشه چوب زمان شروع رواناب افزایش و حجم رواناب و ضریب رواناب کاهش یافتند. کله‌هویی و همکاران (۱۰) با اعمال تیمار حفاظتی کاه و کلش کلزا تاثیر معنی‌داری بر کاهش رواناب و مواد معلق داشته و مشخص شد که در تمام ترازهای

رطوبت در هر سه سطح پوشش حفاظتی حجم رواناب به‌ترتیب ۲۶/۲۹، ۱۳/۱۴ و۳/۵۲ و مواد معلق ۷۸/، ۷۲/۴۷۸ و۴۱/۲۱ کاهش یافته است. این روند کاهشی با افزایش پوشش بیش‌تر شد. به‌طوری‌که کمترین مقدار رواناب و مواد معلق تولید شده در پوشش حفاظتی ۷۵ درصد با رطوبت ۱۵ درصد و بیشترین مقدار آن در تیمار بدون پوشش حفاظتی در تراز رطوبت ۳۰ درصد بود..Pannkuk و همکاران (۱۹) آزمایشاتی را به منظور سنجش اثر پوشانیدن سطح خاک بر روی فرسایش شیاری با استفاده از دو نوع گیاه سوزنی برگ مخروطی شکل به انجام رساندند. این نتایج کاهش تصاعدی در فرسایش شیاری را هنگامی که سطح زمین به‌وسیله‌ی گیاهان سوزنی برگ مخروطی شکل پوشانده شده بود نشان داد. Yanosek و همکاران (۳۲) اثر کاه و کلش و رشته‌های چوب را در خاک‌ها و شیب‌های مختلف بررسی کردند و دریافتند که در خاک‌های درشت دانه رشته‌های چوب در مقایسه با کاه و کلش اثر یکسانی بر هدر رفت خاک داشت اما در خاک‌های ریزدانه تاثیر رشته‌های چوب بیشتر است. jiang (۸) در غرب آمریکا اثر بقایای گندم را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از آن بود که کاه و کلش توانست رواناب را تا ۶۸ درصد کاهش دهد. Liu و همکاران (۱۶) اثر لایه‌های پلاستیکی و خاک‌پوش برنج را به مدت دو سال باهم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که اثر خاک‌پوش برنج در کنترل رواناب موثرتر است. Robichaud و همکاران (۲۰) در دامنه‌های آتش‌سوزی شده کلمبیا به‌منظور کنترل رواناب و هدررفت خاک از کاه وکلش و قطعات چوب خرد شده استفاده کردند و مشاهده کردند که میزان رواناب و هدر رفت نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. Shi و همکاران (۲۶) دریافتند که پوششی از لاشبرگ به‌طور قابل توجهی بر فرسایش بین‌شیاری و گزینش مواد رسوبی تاثیر دارد. Donjadee و همکاران (۳) اثر حفاظتی کاه وکلش برنج و گیاه وتیورگراس را بر آب و خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران در سه شدت ۳۵، ۶۵ و ۹۵ میلی‌متر بر ساعت با شیب دو درصد در مقیاس پلات آزمایشگاهی سازمان کشاورزی آمریکا بررسی کردند. مقدار پوشش حفاظتی کاه و کلش برنج و گیاه وتیورگراس ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که به‌کار بردن دو نوع پوشش سبب کاهش رواناب می‌شود. از بین دو نوع پوشش به کار رفته کاه و کلش برنج تاثیر بیشتری داشت. wang و همکاران (۳۲) در مطالعه‌ای اثر کاه و کلش گندم را بر رواناب، نفوذ و فرسایش در زمین‌های کشاورزی در چین بررسی کردند. این آزمایش با استفاده از شبیه‌ساز باران با شدت ۸۰ میلی‌متر بر ساعت انجام شد. کاه و کلش توانست مقدار رواناب را از ۹۱/۹۲ درصد تا ۹۲/۸۳ درصد و مواد معلق از ۲/۴۱ تا ۳/۷۸ گرم بر متر مربع نسبت به تیمار شاهد کاهش دهد. Lee و همکاران (۱۴) اثر کاه و کلش گندم در دامنه‌های شیب‌دار مرکز تحقیقات فوجیان واقع در چین را با استفاده از شبیه‌ساز باران با شدت ۳۰ میلی‌متر بر ساعت و مدت باران ۱۰ دقیقه مورد بررسی قرار دادند. مقدار خاک پوش ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۵ درصد بود. نتایج نشان داد کاه و کلش گندم می‌تواند زمان شروع رواناب را به تاخیر اندازد و اندازه‌ی مواد معلق تولید شده را کاهش دهد. با افزایش سطح کاه و کلش گندم مقدار مواد معلق ۱۳ تا ۹۰/۳ درصد کاهش پیدا کرد. Keesstra و همکاران (۱۱) با ارزیابی استفاده از خاک‌پوش گیاهی برای کاهش فرسایش خاک نشان دادند؛ خاک‌پوش گیاهی می‌تواند به‌عنوان یک روش مدیریتی مفید برای کنترل میزان فرسایش مورد استفاده قرار گیرد. wang و همکاران (۳۲) نشان دادند که لاشبرگ‌های ترکیب شده با لایه رویی خاک بر فرسایش بین‌شیاری تاثیر می‌گذارند. لاشبرگ‌های تجزیه نشده از مزارع را جمع‌آوری و در شش مقدار (از صفر تا ۰/۵کیلوگرم در مترمربع) با خاک سطحی (۵ سانتی‌متر) مخلوط شد و شدت باران۸۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب‌های ۹ تا ۴۷ درصد اعمال شد. نتایج نشان داد که میزان اختلاط لاشبرگ‌ها در در شیب ۹ تا ۳۶ درصد به‌صورت تصاعدی کاهش یافت. با این حال در شیب ۴۷ درصد اختلاط‌ها باعث افزایش میزان فرسایش خاک شد. مطالعه و بررسی پیشینه پژوهش ارائه شده نشان‌دهنده حفاظت آب و خاک با استفاده از بقایای آلی و غیرآلی در دامنه‌های خطی و موازی صورت گرفته است و از آنجایی که شکل دامنه‌ها در طبیعت پیچیده‌تر است نیاز به بررسی رفتار دامنه‌های نه‌گانه محسوس است. قابل ذکر است که چندین پژوهش در زمینه‌ی دامنه‌های مرکب انجام شده است. گرانیان و طالبی (۵) با ارائه یک مدل آزمایشگاهی و طراحی نیمرخ طولی و پلان شیب به این نتیجه دست یافتند که تاثیر پلان دامنه بر آستانه شروع جریان سطحی قوی‌تر از اثر نیمرخ دامنه است آن‌ها اظهار داشتند که این پلان دامنه است که می تواند با تغییر حجم ذخیره در قسمت خروجی دامنه آستانه شروع جریان متفاوتی را در پلان‌های مختلف ایجاد کند. طالبی و همکاران (۲۹،۲۸) نه نوع دامنه ارائه دادند و بیان کردند که دامنه‌های محدب و دامنه‌های واگرا پایدارتر از انواع دیگر دامنه‌ها هستند و دامنه‌های مقعر و همگرا کم‌ترین پایداری را دارند. هم‌چنین طالبی و حاجی ابوالقاسمی (۳۰) با تعریف یک مدل سه بعدی فرسایش در دامنه‌های مرکب را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها بیان‌گر بیش‌ترین مقدار فرسایش در دامنه‌های خطی و همگرا بود. سبزواری و همکاران (۲۱) و Meshkat و همکاران (۱۸) دریافتند که هندسه‌ی دامنه می‌تواند دبی اوج را تا چندین برابر تغییر دهد. دامنه‌های واگرا در مقایسه با دامنه‌های موازی و همگرا دبی اوج بالاتری داشته و بالاترین دبی اوج را دامنه مقعر واگرا دارد. در همین راستا و با توجه به ضرورت توجه به کنترل فرسایش خاک و انجام فعالیت‌های مدیریتی در راستای حفاظت از آب و خاک پژوهش حاضر با هدف تحلیل اثر ماده حفاظتی لاشبرگ گیاهان بر مولفه‌های هیدرولوژیکی فرسایش سطحی شامل زمان شروع رواناب، حجم رواناب و هدررفت خاک در دامنه‌های مرکب برنامه‌ریزی شد. برای مطالعه‌ی شکل‌های مختلف دامنه در مرحله اول دامنه‌ی موازی با نیمرخ خطی، محدب و مقعر مورد مطالعه قرار گرفت.

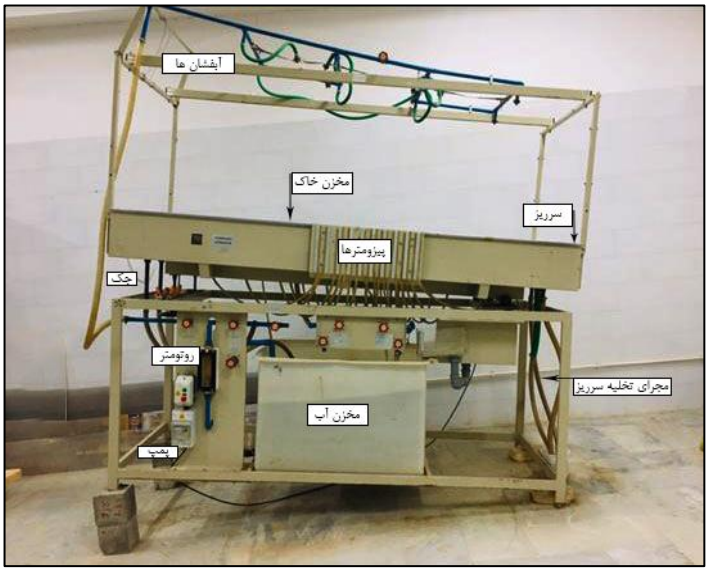
مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در راستای تحلیل اثر ماده افزودنی لاشبرگ درختان نارون (*Ulmus*) بر مولفه‌های هیدرولوژیکی در دامنه‌های موازی با نیمرخ‌های مقعر، خطی و محدب (شکل ۱) در مقیاس آزمایشگاهی در آزمایشگاه هیدرولیک، دانشکده عمران دانشگاه یزد انجام شد. دستگاه شبیه‌ساز باران مورد استفاده دراین پژوهش (دستگاه تست هیدرولوژی) Tec Quipment نام دارد و ساخت کشور انگلستان است (شکل ۲ و ۳). این دستگاه ۲ متر طول و ۱ متر عرض دارد و ارتفاع نازل‌ها نسبت به مخزن خاک ۸۰ سانتی‌متر است. مخزن خاک آن ۱/۹۰ متر طول و ۱ متر عرض و ضخامت خاک مورد آزمایش در این دستگاه ۲۰ سانتی‌متر می‌باشد. به‌دلیل بیشتر بودن ارتفاع مدل‌ها نسبت به ارتفاع مخزن خاک دستگاه در لبه‌های مخزن جداره‌هایی تعبیه شد. خاک مورد نیاز مطابق با خاک حوزه آبخیز طاحونه در استان یزد انتخاب شد (۱۸). بافت خاک مورد استفاده شنی لومی است (۶۶ درصد شن، ۲۳ درصد سیلت و ۱۱درصد رس). ماده‌ی حفاظتی مورد نظر برای پژوهش حاضر لاشبرگ درختان نارون به‌دلیل سهل‌الوصول بودن و در دسترس عموم بودن آن مدنظر قرار گرفته است. مقدار مورد استفاده ماده حفاظتی بر اساس مساحت دامنه به گونه‌ای در نظر گرفته شده است که تمام سطح خاک را بپوشاند برای این منظور یک کیلوگرم لاشبرگ درختان با پوشش صد درصد دامنه‌ها در شکل‌های مختلف مدنظر قرار گرفت. در این پژوهش شیب ۲۰ درصد برای مخزن خاک مطابق با شیب متوسط حوزه آبخیز نمونه در کاربری اراضی باغی و مرتعی در نظر گرفته شده است (۱۸). برای آماده سازی پلات ابتدا یک لایه پوکه ۱۰ سانتی‌متری در کف پلات قرار گرفت و بعد از قرار دادن گونی کنفی و آماده‌سازی خاک برای استفاده در آزمایش‌ها، دو لایه ۳ تا ۵ سانتی‌متری خاک بر روی دامنه مورد نظر ریخته شد و سپس غلتک زده شد (۱۸،۱۲). پس از انجام مراحل فوق، ماده حفاظتی لاشبرگ گیاهی در سطح خاک قرار داده شد (شکل ۳). پس از آماده شدن خاک، دستگاه شبیه ساز، شیب پلات باران یکنواختی بر سطح دامنه اعمال شد. طراحی هندسه‌ی دامنه‌های مرکب با استفاده از طرح و محاسبات ارائه شده توسط Troch و همکاران (۲۷) انجام پذیرفت. به‌نحوی که طراحی پلان دامنه با پوکه و طراحی نیمرخ دامنه‌ها با استفاده از ورقه‌های پلکسی گلاس که در داخل پلات تعبیه شدند انجام شد (۱۸). در ادامه با توجه به شدت متوسط باران در شیرکوه یزد، شدت باران ۳۰ میلی‌متر بر ساعت برای شبیه‌سازی فرسایش سطحی در دستگاه باران‌ساز تنظیم شد.

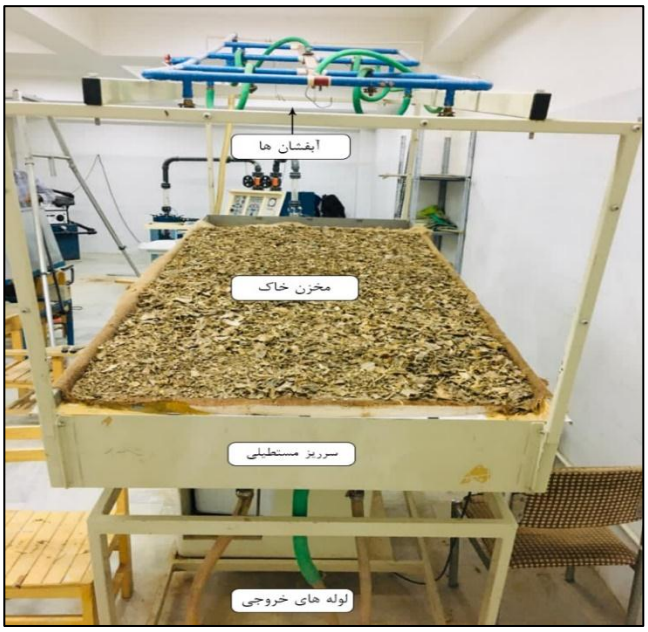
زمان شروع رواناب و همچنین زمان رسیدن رواناب به سرریز در هر آزمایش با سه تکرار ثبت شد. بعد از اتمام هر آزمایش با تداوم زمانی ۱۵ دقیقه و نمونه‌برداری رسوب و رواناب با فاصله زمانی یک دقیقه، حجم رواناب قرائت شد و نمونه‌های رسوب بعد از برجاگذاری و ته نشینی ذرات رسوب، به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار داده تا رسوبات خشک شوند و سپس رسوبات وزن شد (۳۳،۵،۶). در نهایت میانگین مقادیر رواناب و رسوب کل حاصل از پلات حفاظتی و پلات شاهد با استفاده از آزمون t در نرم افزار SPSS با نسخه ۲۶ مورد مقایسه آماری قرار گرفتند.



شکل ۱- نمایش سه بعدی دامنه‌های موازی با نیمرخ‌های مختلف (۵)
Figure 1. Three-dimensional schematic diagram of different types of parallel hillslopes



شکل ۲- شبیه‌ساز باران و فرسایش خاک
Figure 2. Rainfall simulator and soil erosion



شکل ۳- پلات حفاظتی با لاشبرگ درختان در دامنه خطی – موازی
Figure 3. treated plot with tree litter in parallel-linear hillslope

نتایج و بحث

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر لاشبرگ درختان بر تولید رواناب و رسوب ناشی از فرسایش سطحی در دامنه‌های موازی با نیمرخ خطی، مقعر و محدب تحت شدت بارندگی ۳۰ میلی‌متر بر ساعت انجام شد. نتایج حاصل از آزمایش‌ها در جدول ۱ و شکل‌های ۴تا ۸ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین زمان شروع رواناب در پلات شاهد و حفاظتی با سه تکرار در دامنه‌های موازی
Table 1. Mean start time of runoff at the control and treated plots with three replications in parallel hillslope

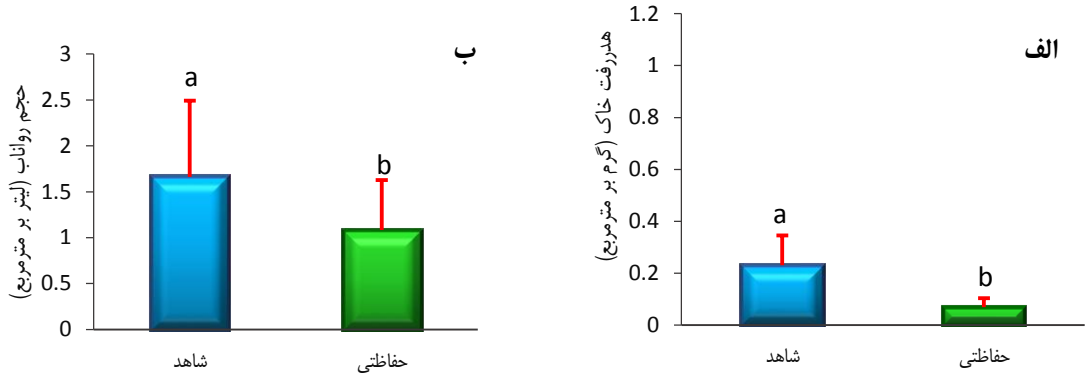
شکل دامنه	خطی – موازی		مقعر– موازی		محدب– موازی	
تیمارها	شاهد	حفاظتی	شاهد	حفاظتی	شاهد	حفاظتی
میانگین (ثانیه)	۲۱۳	۳۸۷	۳۸۴	۳۷۰	۲۸۹	۳۷۴
اشتباه استاندارد	۶/۳۰	۱۲/۸۶	۱۳/۸۹	۸/۵۸	۸/۶۳	۷/۵۱

– تحلیل زمان شروع رواناب در پلات شاهد و حفاظتی در دامنه‌های موازی با نیمرخ‌های مختلف

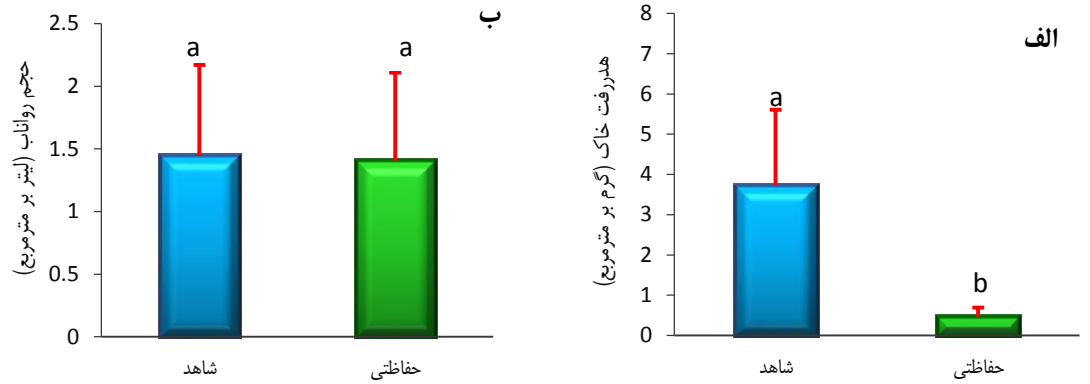
با توجه به جدول (۱) زمان شروع رواناب در دامنه‌های با نیمرخ خطی و محدب در پلات حفاظتی بیشتر مشاهده شد.لاشبرگ گیاهی باعث افزایش زمان شروع رواناب شد این موضوع با نتایج پژوهش غلامی و همکاران (۶) و کاویان و همکاران (۹) مطابقت داشت. اما در دامنه با نیمرخ مقعر در زمان شروع رواناب در تیمار حفاظتی و شاهد اختلافی مشاهده نشد که می‌تواند به دلیل انباشت و اشباع آب در قسمت مقعر دامنه و سپس خروج آب اشاره نمود که این فرآیند دارای رفتار مشابه در تیمارهای شاهد و حفاظتی بود که با یافته‌های گرانیان و همکاران (۵) و سبزواری و همکاران (۲۲) درباره فرآیند خروج رواناب از نیمرخ مقعر دامنه‌ها هم‌سو می‌باشد.

- تحلیل حجم رواناب و هدررفت خاک در تیمارهای شاهد و حفاظتی در دامنه‌های موازی با نیمرخ‌های مختلف

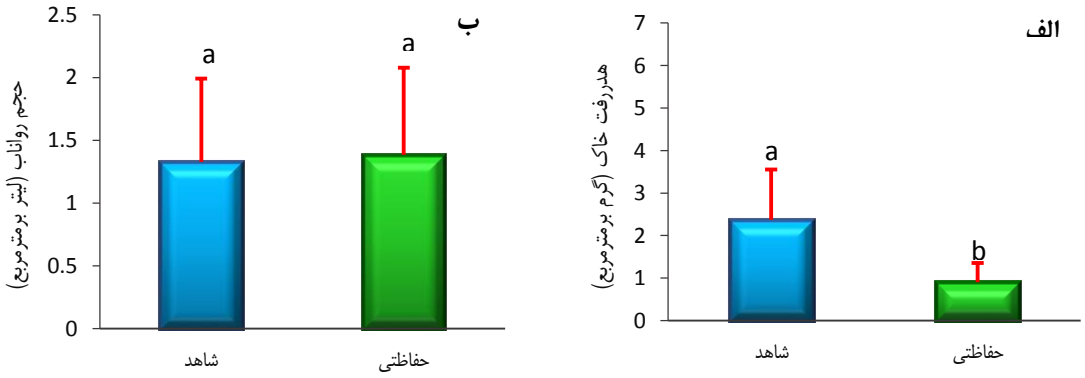
نتایج حاصل ازشکل ۴ نشان داد که در دامنه‌ی خطی- موازی مقدار متوسط هدر رفت خاک در تیمار حفاظتی نسبت به تیمار شاهد ۷۰/۱۴ درصد و حجم رواناب ۳۴/۷۴ درصدکاهش یافته است همچنین نتایج حاصل از آزمون t نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۰$) بین تیمارهای شاهد و حفاظتی بود. نتایج استخراج شده از این پژوهش با نتایج صادقی و همکاران (۲۳) و غلامی و همکاران (۶)، Wangو همکاران (۳۲) و Donjadee و همکارانش (۳) مبنی بر کاهش مقدار رواناب و هدررفت خاک در تیمار حفاظتی نسبت به شاهد مطابقت داشت.



شکل ۴- مقایسه میزان هدررفت خاک (الف) و حجم رواناب (ب) در پلات شاهد و تیمار حفاظتی دامنه خطی-موازی
Figure 4. Comparison of soil loss rate (A) and flow volume (B) of control and treated plots in parallel-linear hillslope

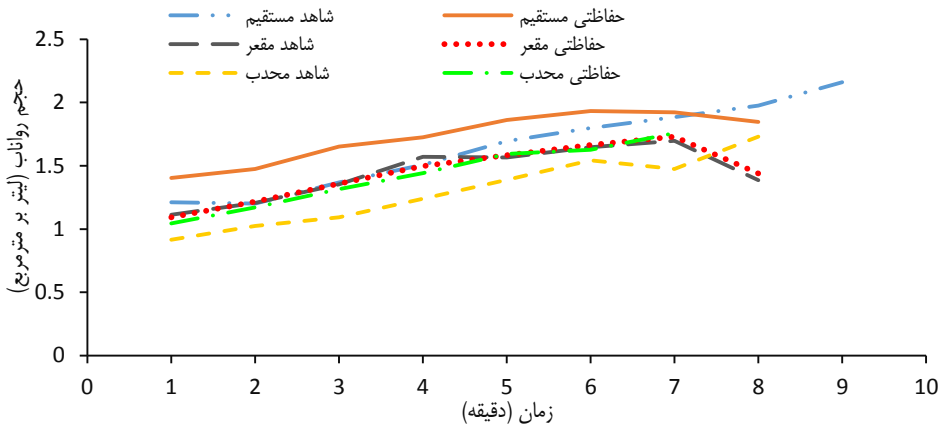


شکل۵- مقایسه میزان هدررفت خاک (الف) و حجم رواناب (ب) در پلات شاهد و تیمار حفاظتی دامنه مقعر- موازی
Figure 5. Comparison of soil loss rate (A) and runoff volume (B) of control and treated plots in parallel-convex hillslope

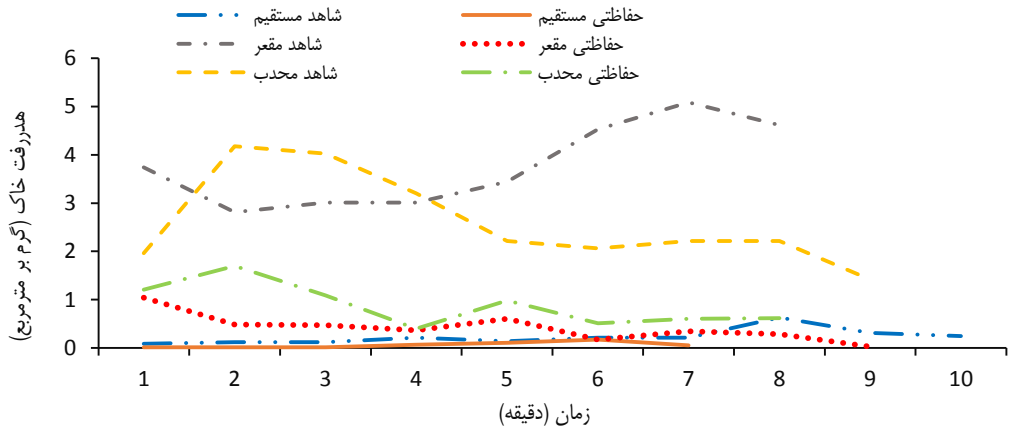


شکل ۶- مقایسه میزان هدررفت خاک (الف) و حجم رواناب (ب) در پلات شاهد و تیمار حفاظتی دامنه محدب – موازی
Figure 6. Comparison of soil loss rate (A) and its runoff volume (B) of control and treated plots in parallel- concave hillslope

در دامنه‌ی مقعر- موازی (شکل ۵) مقدار کاهش برای هدررفت خاک، ۸۷/۶۵ درصد و برای حجم رواناب ۲/۷۹ درصد بود. در همین راستا دقت در نتایج شکل ۶ نشان‌داد که در دامنه‌ی محدب-موازی مقدار هدررفت خاک نسبت به تیمار شاهد ۶۱/۹۰ درصد کاهش داشت و مقدار حجم رواناب در تیمار حفاظتی نسبت به تیمار شاهد ۴/۲۹ درصد افزایش نشان داد. هم‌چنین نتایج حاصل از آزمون t بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار ($p > ۰/۰۵$) در مقدار حجم رواناب مشاهده شده بین تیمار شاهد و حفاظتی در دامنه‌های مقعر- موازی و محدب-موازی بود در صورتی که نتایج حاصل از آزمون t بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P \leq ۰/۰۰$) برای مقدار هدررفت خاک در دامنه موازی با نیمرخ‌های مقعر و محدب به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از شکل ۷ حجم رواناب در دامنه با نیمرخ خطی نسبت به دامنه‌های با نیمرخ محدب و مقعر بیشتر بود. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده در ۸ نشان داد که در دامنه‌ی با نیمرخ محدب نسبت به دامنه‌ی با نیمرخ خطی هدررفت خاک بیش‌تری مشاهده شد که با نتایج طالبی و همکاران (۳۱) در این راستا همخوانی دارد. با توجه به شکل ۸ بیش‌ترین مقدار هدر رفت خاک مربوط به پلات شاهد دامنه‌ی مقعر است می‌توان دلیل این موضوع را از نتایج حاصل از پژوهش طالبی (۳۱) این گونه توضیح داد که دامنه‌های مقعر زود اشباع شده و لذا سرعت جریان در آن‌ها بیش‌تر می‌باشد که این امر می‌تواند منجر به افزایش هدررفت خاک شود.



شکل۷- تغییرات حجم رواناب در دامنه‌های مختلف در پلات‌های شاهد و حفاظتی
Figure 7. Runoff volume changes of control and treated plots in different hillslopes



شکل ۸- تغییرات مقدار هدررفت خاک در دامنه‌های مختلف در پلات‌های شاهد و حفاظتی
Figure 8. Soil loss rate changes of control and treated plots in different hillslopes

با توجه به نتایج حاصله می‌توان به‌طور کلی بیان کرد که نیمرخ‌های محدب و مقعر در دامنه‌های موازی بر میزان فرسایش و هدر رفت خاک تاثیر کاهشی معنی‌دار و بر میزان حجم رواناب تاثیر کاهشی غیر معنی‌دار دارد. همچنین در پژوهش حاضر صرفا نیمرخ‌های مختلف در دامنه موازی مورد مطالعه قرار گرفت که با یافته‌های گرانیان و طالبی (۵) و امانیان و همکاران (۲) مبنی بر عدم تاثیر معنی‌دار نیمرخ‌های مختلف دامنه بر آستانه شروع رواناب مطابقت دارد. آن‌ها هم‌چنین بیان کردند تغییر پلان دامنه از عوامل تاثیر گذار بر آستانه رواناب است. زیرا این پلان دامنه است که می تواند با تغییر حجم ذخیره در قسمت خروجی دامنه آستانه شروع جریان متفاوتی را در پلان های مختلف ایجاد کند.

نتیجه‌گیری

نتایج بیان‌گر تاثیر و نقش بسیار موثر لاشبرگ درختان نارون در کاهش هدر رفت خاک در تیمار حفاظتی در نیمرخ‌های مختلف خطی، مقعر و موازی بود که موید نقش مثبت لاشبرگ گیاهان در جلوگیری از وارد شدن انرژی قطرات باران به سطح خاک و تخریب خاکدانه بود و همچنین باعث نگه‌داشت رواناب در خود و کاهش رواناب مخصوصاً تاخیر در زمان شروع رواناب در دامنه‌های با نیمرخ خطی و محدب شد. لاشبرگ درختان به‌دلیل در دسترس و مقرون به‌صرفه بودن نسبت به سایر مواد حفاظتی در منطقه شیرکوه یزد توصیه می‌شود. تجزیه‌ی لاشبرگ در طول زمان باعث افزایش مواد آلی خاک شده و حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهد این عامل باعث ایجاد شرایط مناسب جهت استقرار پوشش گیاهی می‌شود. با توجه به این‌که این روش باعث بهبود وضعیت خاکدانه‌ها در طی زمان می‌شود می‌توان گفت این روش در بلند مدت توجیه اقتصادی دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مناطق با کاربری باغی و زراعی، باقی‌مانده‌ی گیاهان و لاشبرگ گیاهان در فصل پاییز و زمستان از سطح خاک جمع‌آوری نشود تا خاک را در برابر آسیب قطرات باران محافظت نموده و پس از تجزیه نیز منجر به افزایش مواد آلی خاک شود. در نهایت برای دستیابی به نتایج جامع و کاربردی آزمایش‌های دیگر در پلان‌های دیگر دامنه‌های مرکب و در شدت‌های مختلف باران، شیب‌های مختلف، پلات‌های با طول دامنه متفاوت و مقادیر متفاوت لاشبرگ درختان و همچنین در شرایط طبیعی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از آقای دکتر امانیان و آقای مهندس زارعیان برای فراهم کردن شرایط و محیط مناسب آزمایشگاهی در آزمایشگاه هیدرولیک، دانشکده عمران دانشگاه یزد و هم‌چنین از آقای مهندس ابراهیم عسگری برای همراهی و همکاری در انجام کارهای فیزیکی آزمایشگاه تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Avand, M.T., S. Janizadeh and F. Jafari. 2020. Evaluating the Efficiency of Machine Learning Models in Preparing Flood Probability Mapping. Degradation and Rehabilitation of Natural Land, 1(1): 19-32.
2. Amanian, N., M. Geranian, A. Talebi and M.R. Hadian. 2017. The Effect of Plan and Slope Profile on Runoff Initiation Threshold. Iran-Watershed Management Science & Engineering, 39(11): 105-112.
3. Donjadee, S. and T. Tingsanchali. 2016. Soil and water conservation on steep slopes by mulching using rice straw and vetiver grass clippings. Agriculture and Natural Resources, 50(1): 75-79.
4. Fu, G., J. Yu, X. Yu, R. Ouyang, Y. Zhang, P. Wang, W. Liu and L. Min. 2013. Temporal variation of extreme rainfall events in China, 1961–2009. Journal of Hydrology, 487: 48-59.
5. Granian, M., N. Amanian, A. Talebi, M. Hadian and M. Zeini. 2013. Laboratorial investigation of effect of plan shape and profile curvature on variations of surface flow in complex hillslopes. Iran Water Resources Research, 9(2): 64-72.
6. Gholami, L., A. Khaledi Darvishan and A. Kavian. 2016. Role of woodchips on runoff components control at plot scale. Journal of Watershed Engineering and Management, 10(3): 375-387.
7. Hilberts, A., E .Van Loon, P .Troch and C. Paniconi. 2004. The hillslope -storage Boussinesq model for nonconstant bedrock slope. J. Hydrol, 291: 160-161.
8. Jiang, L., I. Dami, H.M. Mathers, W.A. Dick and D. Doohan. 2011. The effect of straw mulch on simulated simazine leaching and runoff. Weed science, 59(4: 580-586.
9. Kavian, A., M. Mohammadi, M. Fallah and L. Gholami. 2015. Effect of wheat straw on changes in start time and runoff coefficient in laboratory plots under rain simulation. Journal of Soil and Water Resources Conservation, 5(2): 73-82.
10. Kalehouei. M., A. Kavian, L. Gholami and Z. Jafarian. 2018. Protective Impact of Colza Straw (*Brassica napus* L.) on Runoff and Soil Loss Control Using Rainfall Simulation. Watershed Management Research, 31(1): 73-82.
11. Keesstra, S.D., J. Rodrigo-Comino, A. Novara, A. Giménez-Morera, M. Pulido, S. Di Prima and A. Cerdà. 2019. Straw mulch as a sustainable solution to decrease runoff and erosion in glyphosate-treated clementine plantations in Eastern Spain. An assessment using rainfall simulation experiments. Catena, 174: 95-103.
12. Kiani-Harchegani, M., S.H. Sadeghi, V.P. Singh, H. Asadi and M. Abedi. 2019. Effect of rainfall intensity and slope on sediment particle size distribution during erosion using partial eta squared. Catena, 176: 65-72.
13. Kheirfam, H. and F. Asadzadeh. 2020. Creation and Restoration of Biocrusts in the Degraded Ecosystems by Cyanobacterization Technology. Degradation and Rehabilitation of Natural Land, 1(1): 132-138
14. Lee, S., C. Won, M. Shin, W. Park, Y. Choi, J. Shin and J. Choi. 2012. Application of surface cover and soil amendment for reduction of soil erosion from sloping field in Korea. In Soil and Water Engineering. International Conference of Agricultural Engineering-CIGR-AgEng 2012: agriculture and engineering for a healthier life, Valencia, Spain, 8-12 July 2012. CIGR-EurAgEng.
15. Lin, J., G. Zhu, J. Wei, F. Jiang, M.K. Wang and Y. Huang. 2018. Mulching effects on erosion from steep slopes and sediment particle size distributions of gully colluvial deposits. Catena, 160: 57-67.
16. Liu, Y., Y. Taoa, K.Y. Wana, G.S. Zhanga, D.B. Liub, G.Y. Xiongb and F. Chena. 2012. Runoff and nutrient losses in citrus orchards on sloping land subjected to different surface mulching practices in the Danjiangkou reservoir area of China. Agricultural Water Management, 110: 34-40.
17. Mosaffaei, J. and A. Talebi, 2014. A statistical look at the status of water erosion in Iran. Journal of Watershed Management Extension and Development, (5): 9-19
18. Meshkat, M., N. Amanian, A. Talebi, M. Kiani-Harchegani and J. Rodrigo-Comino. 2019. Effects of roughness coefficients and complex hillslope morphology on runoff variables under laboratory conditions. Water, 11(12): 2550.
19. Pannkuk, C.D. and P.R. Robichaud. 2003. Effectiveness of needle cast at reducing erosion after forest fires. Water Resources Research, 39(12).
20. Robichaud, P.R., P. Jordan, S.A. Lewis, L.E. Ashmun, S.A. Covert and R.E. Brown. 2013. Evaluating the effectiveness of wood shred and agricultural straw mulches as a treatment to reduce post-wildfire hillslope erosion in southern British Columbia, Canada. Geomorphology, 197: 21-33.
21. Roghani, M., M. Mahdavi and A.M. Gafoori. 2003 Introduction of a method in locating the levels affecting the peak flood discharge in order to plan flood control and reduce its damage in the country's watersheds, a case study: Rudak watershed. Research and Construction, 16(4): 18-27.
22. Sabzevari, T. and S. Noroozpour. 2014. Effects of hillslope geometry on surface and subsurface flows. Hydrogeology Journal, 22(7): 1593-1604.
23. Sadeghi, M., A. Sharifimoghadam and L. Gholami. 2014. Effect of rice straw on surface runoff and soil loss in small plots. Journal of Water and Soil Resources Conservation, 3(4):73-82
24. Sadeghi, S.H.R., Z. Hazbavi, L. Gholami and A. KhalediDarvishan. 2017. Soil and water conservation using amendments. Tarbiat Modares University Press. 467 pp.

25. Saver, E.J. 2006. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. Biological reviews, 81(1): 1-31.
26. Shi, Z.H., B.J .Yue, L. Wang, N.F. Fang, D .Wang and F.Z .Wu. 2013. Effects of mulch cover rate on interrill erosion processes and the size selectivity of eroded sediment on steep slopes. Soil Science Society of America Journal, 77(1): 257-267.
27. Troch, P.A., C. Paniconi and A.E. Emiel van Loon. 2003. Hillslope-storage Boussinesq model for subsurface flow and variable source areas along complex hillslopes: 1. Formulation and characteristic response. Water Resources Research, 39(11).
28. Talebi, A., P. Troch and R. Uijlenhoet. 2008a. A steady-state analytical hillslope stability model for complex. hillslops, Hydrological Processes, 21, doi:10.1002/hyp.6881.
29. Talebi, A., R. Uijlenhoet and P. Troch. 2008b. A low-dimensional physically based model of hydrologic control of shallow landsliding on complex hillslopes. Earth Surface Processes and Landforms, 33, Doi: 10.1002/esp.1648.
30. Talebi, A., R. Hajiabolghasemi, M.R. Hadian and N. Amanian. 2016. Physically based modelling of sheet erosion (detachment and deposition processes) in complex hillslopes. Hydrological Processes, 30(12): 1968-1977
31. Talebi, A., E. Askari and M. Kiani-Herchegani. 2019. The Role of Hillslope topography in hydrological Processes. 18th Iranian Hydraulic Conference, Faculty of Civil Engineering, University of Tehran, February 6 and 7.
32. Wang, Q., G. Zhao, Y. Liu, P. Zhang and J. Chai. 2016. Effects of vegetation types on yield of surface runoff and sediment, loss of nitrogen and phosphorus along loess slope land. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 32(14): 195-201.
33. Yanosek, K.A., R.B. Foltz and J.H. Dooley. 2006. Performance assessment of wood strand erosion control materials among varying slopes, soil textures, and cover amounts. Journal of Soil and Water Conservation, 61(2): 45-51.

Comparison of Tree Litter Effect on Hydrological Components of Sheet Erosion in Hillslopes with the Linear, Concave and Convex Profiles

Kimia Monfared[1], Ali Talebi[2] and Mahboobeh Kiani-Harchegani[3]

1- M.Sc. Student, Yazd University
2- Professor, Yazd University, (Corresponding author: m.sadeghiravesh@tiau.ac.ir)
3- Researcher, Yazd University
Received: May 13, 2021 Accepted: June 22, 2021

Abstract

Soil erosion is one of the most important environmental issues in the world, because it affects soil resources. Using crop or garden residues is an approach to prevent soil loss that acts as a protective layer, in addition to absorbing the kinetic energy of raindrops that can increase the shear strength of the soil surface and reduce erosion. Accordingly, the present study was planned with aims to compare the tree litter effect on the hydrological variables of sheet erosion in a parallel hillslope with linear, concave and convex profiles. This study was performed in laboratory conditions using a rainfall simulator. Then, the desired hillslopes were designed with different profile in the plot and filled with a sandy soil. Finally, under the 30 mm/h rainfall intensity, the amount of runoff volume and soil loss was measured in each storm event. The results showed that the total amount of runoff volume in the protected plot decreased by 34.74% and 2.79%, compared to the controlled plot of parallel-linear and parallel- concave hillslopes, respectively. Also, runoff volume in the protection plot increased by 4.29% compared to the control plot in parallel- convex hillslope. The amount of soil loss for parallel-linear, parallel-concave and parallel-convex hillslopes had 70.14%, 87.65% and 61.90% reduction in protection treatment compared to the control plot, respectively. Based on the results, the convex hillslopes have the maximum soil loss.

Keywords: Complex Hillslope, Rainfall Simulator, Soil Conservation, Soil Erosion