

بررسی تأثیر شیب بر ضریب رواناب با استفاده از شبیه ساز باران آزمایشگاهی

رضا بیات^۱، مربی، پژوهشگر حفاظت خاک و آبخیزداری
محمود عرب خدری، دانشیار، پژوهشگر حفاظت خاک و آبخیزداری
زهرا گرامی، کارشناس ارشد، پژوهشگر حفاظت خاک و آبخیزداری

چکیده

نابودی و تخریب خاک بر اثر بارش و روان آب، یکی از جدی ترین مشکلات زیست محیطی عصر حاضر است که درصد شیب زمین، اصلی ترین فاکتور تأثیرگذار بر میزان رواناب و هدررفت خاک شناخته شده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر شیب بر ضریب رواناب با استفاده از شبیه ساز باران آزمایشگاهی، با استفاده از خاک های اراضی لسی دیم کاری شده استان گلستان، در شبیه ساز باران پژوهشگر حفاظت خاک و آبخیزداری انجام شده است. آزمایش ها با طول شیب 6 متر با شدت بارندگی 64 میلی متر بر ساعت و شیب های 6، 12 و 25 درصد انجام شدند که در آزمایش ها طول شیب و شدت باران ثابت اما درصد شیب متغیر انتخاب شد. مدت زمان بارش در هر آزمایش 30 دقیقه در نظر گرفته شد. دبی رواناب و حجم زه آب در هر آزمایش، از مقادیر نمونه هایی که از ابتدا تا پایان آزمایش در مقاطع زمانی مختلف از انتهای فلوم گرفته می شد، محاسبه گردید. در انتها داده های ضریب رواناب، متوسط دبی، زمان شروع رواناب و حجم زه آب بدست آمده، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش شیب از 6 به 12 درصد زمان شروع رواناب به میزان 16 ثانیه افزایش یافته در حالی که با افزایش شیب از 12 به 25 درصد، زمان شروع رواناب به میزان 18 ثانیه کاهش یافته است. با افزایش شیب، از 6 به 12 درصد، ضریب رواناب به میزان بسیار کمی افزایش یافته است. همچنین با افزایش شیب از 12 به 25 درصد، ضریب رواناب به میزان 1/12 برابر بیش تر شده است. در مجموع می توان بیان کرد که برآورد دقیق میزان رواناب و ضریب آن در استفاده بهینه و مدیریت نزولات جوی در طراحی سطوح آبگیر باران برای ذخیره باران حائز اهمیت است.

کلمات کلیدی: دبی رواناب، زمان شروع رواناب، گلستان، لس

^۱ - (نویسنده مسئول): رضا بیات Bayat@scwmri.ac.ir

مقدمه

نابودی و تخریب خاک بر اثر بارش و روان آب، یکی از جدی ترین مشکلات زیست محیطی عصر حاضر است. با روند روز افزون فرسایش، مناطق زیادی که امروز کشت می شوند، در آینده نه چندان دور ممکن است حاصل خیزی خود را از دست بدهند (جباری و عارفی، ۱۳۸۶). فرسایش تشدید شونده خاک توسط آب پدیده ای است که دیرینه ای به قدمت تاریخ کشاورزی در جهان دارد (BSWMI, 1974). از بین عوامل متعددی که بر فرسایش آبی موثراند، پوشش، شیب و رواناب از جمله عوامل مهمی است که فرسایش خاک را تحت تاثیر قرار می دهد (بیات و همکاران ۱۳۸۵ و Pimentel و Kounang, 1998). شیب یکی از پارامترهایی است که همبستگی بالایی با فرسایش و به خصوص با نوع رخساره فرسایشی دارد (Foster, 1982; Battany و Grismer, 2000). McCool و همکاران (1987) بیان می کنند مقدار فرسایش در شیب های یکنواخت با درجه شیب رابطه مستقیم دارد. لذا می توان نتیجه گرفت که رواناب نیز تابع چنین رابطه ای باشد.

رواناب سطحی بخشی از بارندگی است که پس از تبخیر، جذب، نگهداشت سطحی و نفوذ، در سطح خاک جاری می شود و در نهایت از طریق رودخانه های اصلی از حوزه خارج می گردد. در مناطق خشک و نیمه خشک مشابه کشور ما، که ریزش های جوی ضمن ناچیز بودن، دارای پراکنش نامناسب زمانی نیز می باشند، حجم قابل توجهی از جریان تولیدی به صورت رواناب و جریان های سیلابی و تبخیر از دسترس خارج می شود. رواناب های ریزحوضه ها با تجمع و تبدیل رواناب به سیلاب، ضمن وارد آمدن خسارات جانی و مالی به مراکز صنعتی، شهری و روستایی، میزان قابل توجهی از خاک حاصل خیز سطحی حوزه ها بر اثر فرسایش از دسترس خارج می گردد. با استمرار روند فرسایش اراضی در عرصه حوزه های آبخیز، ضمن هدر رفت منابع زیستی ارزشمند، راندمان تولید در اراضی کشاورزی و مرتعی کاهش می یابد.

مقدار و کیفیت رواناب به عوامل گوناگونی از قبیل نفوذپذیری خاک، شدت بارندگی، شیب، شرایط رطوبتی خاک، کاربری اراضی، نوع و تراکم پوشش گیاهی و بافت خاک بستگی دارد. با اطلاع از مقدار رواناب در خاک های مختلف، می توان برای کاهش حجم سیلاب، کاهش هزینه خسارات سیل و فرسایش، کنترل فرسایش تشدید شونده و استفاده بهینه از نزولات جوی برنامه ریزی نمود (وهایی و مهدیان، ۱۳۸۸).

در پژوهشی که توسط Kang و همکاران (2001)، در فلات لسی چین انجام شد، درصد شیب زمین اصلی ترین فاکتور تاثیرگذار بر میزان رواناب و هدررفت خاک شناخته شده است. Zhang و همکاران (2002) نیز با بررسی فرآیند جدا شدن ذرات خاک در اثر جریان سطحی کم عمق برای ذرات کوچکتر از 5 میلی متر، دریافتند که شدت جدا شدن ذرات، با هر دو عامل دبی جریان و درجه شیب رابطه مستقیم دارد. با توجه به اینکه با گذشت زمان از شروع بارندگی خاک به تدریج اشباع می شود و میزان نفوذ پذیری کاهش یافته و به حالت تعادل می رسد، مقدار ضریب رواناب تابعی از طول مدت زمان بارندگی، یعنی تداوم بارش می باشد (رفاهی، ۱۳۸۵).

از آنجا که تعداد رخدادهای سالانه بارش که منجر به فرسایش شود در اکثر نقاط کشور ما کم است انجام تحقیقات صحرایی به زمان زیادی نیاز دارد. بعلاوه در شرایط صحرایی امکان تکرار بارشهای مورد نظر وجود نداشته و پژوهشهای مقایسه ای به سختی امکانپذیر است. به این دلیل استفاده از باران سازها در پژوهش های فرسایش توصیه شده است (Morgan, 2005).

رئیسین (1376) در یک بررسی صحرایی که با استفاده از یک دستگاه شبیه ساز باران قابل حمل انجام داد، زمان شروع رواناب در خاکهایی با کاربری زراعی و مرتعی و در شرایط رطوبتی و شیبهای مختلف را اندازه گیری نمود. نتایج به دست آمده حاکی از این است که با افزایش شیب، زمان شروع رواناب به صورت یکنواخت کاهش می یابد. محمودآبادی و همکاران (1386) در بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تولید رواناب ورسوب با استفاده از شبیه ساز باران در منطقه گل آباد اردستان به این نتیجه رسیدند که در بارشی با شدت 35 میلی متر بر ساعت در مدت 40 دقیقه در تکرار-

های مختلف با افزایش میزان رس، تولید رسوب و رواناب و همچنین غلظت رسوب افزایش یافته، در حالی که میزان شن، تولید رواناب و رسوب را کاهش می‌دهد. همچنین با افزایش pH، تولید رواناب کاهش می‌یابد.

همچنین ناطقی نیا و همکاران (1387) در بررسی تأثیر شیب و پوشش گیاهی بر ذخیره سطحی و رواناب در خاک‌های درز و شکاف دار تحت آبیاری بارانی و خاک‌های معمولی به این نتیجه رسیدند که با افزایش شیب متوسط زمین رواناب افزایش یافته به طوری که رواناب از 34 درصد در شیب 1 درصد به 43 درصد در شیب 5 درصد رسیده است.

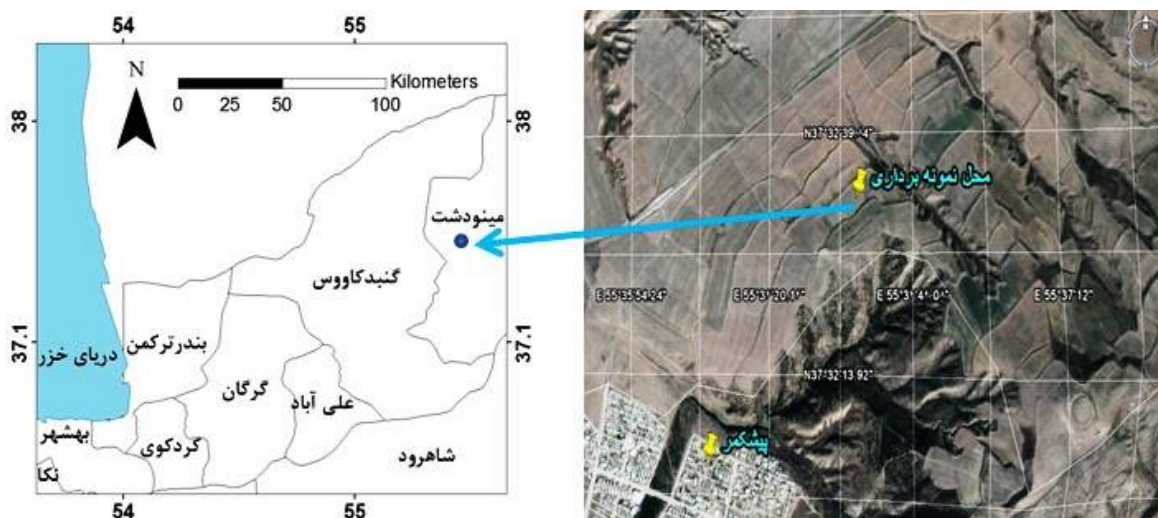
نتایج پژوهش اسمعیلی عوری و همکاران (1393) در مقایسه میزان رواناب و رسوب حاصل از بارش‌های طبیعی و باران ساز مصنوعی در منطقه‌ای در شهرستان سراب در سه شیب 5، 9 و 25 درصد و کرت‌های استاندارد (طول 1/22 متر، عرض 1/83 متر و با فواصل 1/2 متر) نشان داد که بیش‌ترین مقدار رسوب در بارشی با شدت 120 میلی متر بر ساعت، در شیب 25 درصد به میزان 101 گرم در متر مربع بوده است. همچنین بیان کردند که عامل شیب و پوشش گیاهی تأثیر معنی داری بر رواناب و رسوب داشته اند به گونه ای که شیب 25 درصد بیش‌ترین سهم را در تولید رواناب و رسوب در منطقه مورد مطالعه ایجاد کرده است. این درحالی است که در شیب 5 درصد چه با وجود پوشش گیاهی و چه با حذف پوشش گیاهی، اثری از رواناب و رسوب در بارش طبیعی و باران ساز مصنوعی مشاهده نشده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس مقادیر مختلف شیب، وجود و عدم وجود پوشش گیاهی و درصد سیلت خاک بر تمامی مؤلفه‌های رواناب و رسوب (آستانه شروع رواناب، حجم رواناب، ضریب رواناب، بار رسوب و غلظت رسوب) اثر معنی داری داشته اند.

شیخ ربیعی و همکاران (1390)، در بررسی رواناب و تلفات خاک در واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو، در مقیاس شبیه ساز باران، به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین میزان ضریب رواناب، مربوط به آهک و دولومیت، با فرسایش سطحی و شیاری، با شیب عمومی بیش از 40 درصد به میزان، 41 درصد و بیش‌ترین میزان تولید تلفات خاک مربوط به ماسه سنگ، با فرسایش سطحی و شیاری، با شیب عمومی بیش از 40 درصد به میزان چهار درصد است. همچنین میزان تولید تلفات خاک در کل حوضه هیو در نتیجه یک بارش با شدت 19 میلی متر بر ساعت و به مدت 30 دقیقه، برای کل حوضه برابر با 1058 تن است.

با توجه به اینکه تخمین و پیش‌بینی رواناب و دبی سیلاب یکی از عوامل مهم و مؤثر در مدیریت بهینه منابع آب است (جعفری و همکاران، 1390)، برآورد دقیق میزان رواناب در یک حوزه نه تنها می‌تواند منجر به برآورد دقیق سیلاب، طراحی و کاهش هزینه‌های ایمن سازی و خسارت سیل شود، بلکه در استفاده بهینه و مدیریت نزولات جوی و طراحی سطوح آبگیر باران برای ذخیره باران نیز حائز اهمیت است.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی ضریب رواناب در سه شیب مختلف با استفاده از شبیه ساز باران روی خاک اراضی لسی دیم کاری شده منطقه پیشکمر استان گلستان انجام شد که در شکل 1 موقعیت منطقه نمونه برداری شده دیده می شود.



شکل 1- موقعیت منطقه نمونه برداری شده

آزمایش های مربوط به این پژوهش در آزمایشگاه شبیه ساز باران و فرسایش پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری انجام گرفت. این آزمایشگاه، با امکان تولید بارش های با شدت 35-130 میلیمتر در ساعت از ارتفاع حدود 8 متری و همچنین با امکان تولید رواناب همزمان روی فلوم شیب پذیر (تا 60%) با طول 6 و عرض 1 متر، محل مناسبی برای شبیه سازی مطالعات فرسایش روی اراضی شخم خورده و یا به صورت آیش رها شده است (عرب خداری و همکاران، 1387).

خاک لازم برای انجام آزمایشات، از مزرعه ای در منطقه پیشکمر استان گلستان به آزمایشگاه شبیه ساز باران و فرسایش پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری منتقل شد. برای انجام آزمایشات، پس از هوا خشک کردن خاک و عبور آن از سرنده 1/5 سانتی متری، خاک در فلوم شبیه ساز باران روی یک لایه ماسه درشت به ضخامت 5 سانتی متر قرار داده شد که برای جلوگیری از مخلوط شدن خاک و ماسه درشت، از یک لایه گونی کفنی در بین خاک و ماسه استفاده شد. برای آماده سازی بستر فلوم، به منظور اینکه خاک انتقال داده شده به وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه مورد بررسی برسد، توسط یک غلطک اقدام به تحکیم خاک داخل فلوم شد. تعداد دفعات غلطک زدن از طریق آزمایش دیگری در سطح کوچک تر مورد بررسی قرار گرفته بود، تعیین شد.

برای بازسازی نسبی ساختمان خاک داخل فلوم اقدام به اشباع کردن خاک از کف فلوم تا سطح خاک و سپس تخلیه آرام آن توسط لوله های زهکش گردید. با این کار خروج هوا و سپس ورود هوا به داخل خلل و فرج خاک انجام شده و خاک داخل فلوم تا حدی دارای یکنواختی لازم برای آزمایش می شود. شروع آزمایشات پس از خروج آب اضافی مربوط به اشباع اولیه، بعد از قطع جریان زهکش، تنظیم شیب و شدت بارندگی متناسب با آزمایش های مورد نظر انجام شد. آزمایش ها با

طول شیب 6 متر با شدت بارندگی 64 میلی متر بر ساعت و شیب های 6، 12 و 25 درصد انجام شدند که در آزمایش ها طول شیب و شدت باران ثابت اما درصد شیب متغیر انتخاب شد. مدت زمان بارش در هر آزمایش 30 دقیقه در نظر گرفته شد.

دبی رواناب و حجم زه آب در هر آزمایش، از مقادیر نمونه هایی که از ابتدا تا پایان آزمایش در مقاطع زمانی مختلف از انتهای فلوم گرفته می شد محاسبه گردید. در انتها داده های ضریب رواناب، متوسط دبی، زمان شروع رواناب و حجم زه آب بدست آمده، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

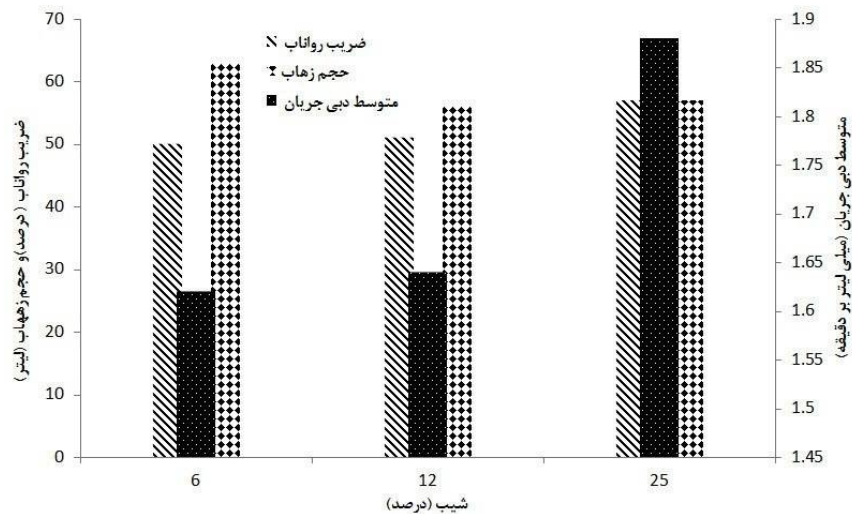
این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شیب بر ضریب رواناب با استفاده از شبیه ساز باران در اراضی لسی دیم کاری شده منطقه پیشکمر استان گلستان انجام شد. نتایج نشان داد که خاک مورد بررسی دارای وزن مخصوص ظاهری $1/50$ گرم بر سانتی متر مکعب، بافت سیلتی لوم، درصد رس، سیلت و شن به ترتیب 26، 66 و 8 درصد می باشد. همچنین میزان ماده آلی $0/39$ درصد، pH، $8/54$ و EC، $1/38$ دسی زیمنس بر متر اندازه گیری شده است. با توجه به نتایج ذکر شده این خاک از نظر بافتی از سیلت بالایی به میزان 66 درصد برخوردار است. وجود درصد زیاد سیلت در خاک، فرسایش پذیری بالایی را موجب می شود. همچنین با توجه به کم بودن ماده آلی که $0/38$ درصد اندازه گیری شد و ضعیف بودن خاکدانه سازی، این عامل نیز فرسایش پذیری را دو چندان می کند (بایبوردی، 1384). محمودآبادی و همکاران (1386) نیز بیان کردند که با افزایش میزان رس، تولید رسوب و رواناب و همچنین غلظت رسوب افزایش یافته، در حالیکه میزان شن، تولید رواناب و رسوب را کاهش می دهد.

در جدول 1 زمان شروع رواناب در سه آزمایش نشان داده شده است. با افزایش شیب از 6 به 12 درصد زمان شروع رواناب به میزان 16 ثانیه افزایش یافته در حالی که با افزایش شیب از 12 به 25 درصد، زمان شروع رواناب به میزان 18 ثانیه کاهش یافته است. نتایج پژوهش رئیسیان (1376) حاکی از این است که با افزایش شیب، زمان شروع رواناب به صورت یکنواخت کاهش می یابد. اسمعیلی عوری و همکاران (1393) نیز بیان کردند که مقادیر مختلف شیب، وجود و عدم وجود پوشش گیاهی و درصد سیلت خاک بر تمامی مؤلفه های رواناب و رسوب (آستانه شروع رواناب، حجم رواناب، ضریب رواناب، بار رسوب و غلظت رسوب) اثر معنی داری داشته اند. در حالی که نتایج این پژوهش در قسمتی (افزایش شیب 6 به 12 درصد) خلاف نظر اسمعیلی عوری و همکاران (1393) و رئیسیان (1376) است که این اختلاف می تواند به علت خطای آزمایش باشد.

جدول 1- زمان شروع رواناب در سه آزمایش

شیب (درصد)	زمان شروع رواناب (ثانیه: دقیقه)
6	2:48
12	3:04
25	2:46

نتایج نشان داد که بین ضریب رواناب شیب اول و دوم به ترتیب 50 و 51 بوده و تفاوت چندانی بین آنها نیست ولی مقدار آن در شیب سوم به 57 درصد می رسد که در شکل 2 مقایسه ضریب رواناب، حجم زه آب و متوسط دبی جریان در سه آزمایش، ارایه شده است. همانطور که در نمودار دیده می شود، با افزایش شیب، از 6 به 12 درصد، ضریب رواناب به میزان بسیار کمی افزایش یافته است. همچنین با افزایش شیب از 12 به 25 درصد، ضریب رواناب به میزان 1/12 برابر بیش تر شده است.



شکل 2- مقایسه ضریب رواناب، حجم زه آب و متوسط دبی جریان در سه آزمایش

این درحالی است که با افزایش شیب، حجم زه آب به طور متوسط 1/1 برابر کاهش یافته است. با مقایسه متوسط دبی جریان دیده می شود که با افزایش شیب دبی افزایش یافته اما در کل می توان گفت که میزان تغییرات ضریب رواناب، حجم زه آب و متوسط دبی جریان در سه آزمایش، به مقدار قابل توجهی نیست. رفاهی (1385) بیان کرد که آب در شیب های تندتر، سریع تر حرکت کرده و زودتر به محل خروجی حوضه می رسد، بنابراین در شیب های تند تر نسبت به شیب های کم-تر، مقدار دبی افزایش می یابد.

منابع

اسمعیلی عوری، ا، (1393)، "مقایسه میزان رواناب و رسوب حاصل از بارش های طبیعی و باران ساز مصنوعی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی.

بای بوردی، م، (1384)، "فیزیک خاک"، انتشارات دانشگاه تهران، 589 ص.

بیات ر، م، محمود آبادی ح، رفاهی، 1385 بررسی اهمیت عوامل مدل های تجربی MPSIAC و EPM در برآورد رسوب. مجله بیابان جلد 11 شماره 1.

- جباری، ا و م. عارفی، (1386)، " برآورد فرسایش و تولید رسوب با استفاده از اندازه گیری یک رگبار"، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، 84، صفحه 53 تا 74.
- جعفری، م، م. وفاخواه، ه. عقبری و ا. توسلی، (1390)، " پیش بینی ضریب رواناب رگبار با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در حوزه آبخیز بار اریه نیشابور"، فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، شماره 3، صفحه 85 تا 97.
- شیخ ربیعی، م، س. فیض نیا و ح. ر. پیروان، (1390)، "بررسی رواناب و تلفات خاک در واحدهای کاری حوزه آبخیز هیو، مقایسه در مقیاس شبیه ساز باران"، مجله علوم زمین، شماره 80، صفحه 57 تا 62.
- رفاهی، ح، (1385)، "فرسایش آبی و کنترل آن"، انتشارات دانشگاه تهران، 552 صفحه.
- رئیسین، ر، (1376)، " بررسی تأثیر شدت بارندگی، شیب زمین، بافت خاک و پوشش گیاهی بر میزان نفوذ و رواناب در چند حوضه آبخیز استان چهارمحال بختیاری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- عرب خدری، م، محمودآبادی، م، روحی پور، ح، حیدریان، ا. و لطف الله زاده، د، (1387)، "بررسی خصوصیات بارش و کالیبراسیون باران ساز"، گزارش نهایی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، وزارت جهاد کشاورزی، 73 ص.
- محمودآبادی، م، ا. ح. چرخابی و ح. رفاهی، (1386)، " بررسی تأثیر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر تولید رواناب و رسوب با استفاده از شبیه ساز باران"، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، 2، صفحه 1 تا 16.
- ناطق نیا، س، ب. مصطفی زاده فرد و س. ف. موسوی، (1387)، "تأثیر شیب و پوشش گیاهی بر ذخیره سطحی رواناب در خاک های درز و شکاف دار تحت آبیاری بارانی"، مجله آبیاری و زهکشی ایران، شماره 2، صفحه 19 تا 30.
- وهایی، ج و م. ح. مهدیان، (1388)، "بررسی تأثیر پارامترهای ادا فیزیکی بر مقدار رواناب با استفاده از شبیه ساز باران"، مجله پژوهش های آبخیزداری، شماره 83، صفحه 10 تا 20.
- Battany, M.C. and Grismer, M.E, (2000), "Rainfall runoff and erosion in Napa valley vineyards effect of slope cover and surface roughness", Hydrological process, 14:1289-1304.
- BSWMI, (1974), " Watershed management and sand dune stabilization record", Ministry of Agriculture and Natural Resource, Fro, No 3, 128p.
- Foster, G.R, (1982), "Modeling the erosion process. pp. 297-360, In: C.T. Haan (ed.). Hydrologic modeling of small watershed", ASAE Monogr, No. 5.
- Morgan, R. P. C, (2005), "Soil Erosion and Conservation", Wiley-Blackwell, 316P.
- McCool, D.K., Brown, L.C. Foster, G.R. Mutchler, C.K. and Meyer, L.D, (1987), "Revised slope steepness factor for the Universal soil loss equation", Trans, ASAE. 30 (4): 1387-1396.
- Pimentel D and Kounang N, (1998), "Ecology of soil erosion in ecosystem", Ecosystems, 1: 416-426.
- Zhang, G.H., Liu, B.Y., Liu, G.B., He, X.W. and Nearing, M.A, (2003), "Detachment of undisturbed soil by shallow flow" Soil Sci. Soc. Am. J, 67: 713-719.

Investigation the effect of slope on runoff coefficient using laboratory rainfall simulator

Abstract

Destruction of soil by rainfall and run off is one of the most serious environmental problems of recent time that the slope was recognized the main factor affecting on the runoff rate and soil loss. This study aimed to investigate the effect of slope on runoff coefficient using laboratory rainfall simulator, using loess soils of dry farming lands of Golestan province that has done at rain simulator of SCWMRI. Experiments have done with slope length of 6 m by rainfall intensity 64 mm per hour and slopes of 6, 12 and 25 percent that slope length and rainfall intensity was constant but the percentage of slope was various. Duration is 30 minutes per test, was considered. Runoff discharge and drainage volume in each experiment, calculated the values from the beginning to the end of the experiment at different times from the end of the plot, respectively. Finally, data of runoff coefficient, average discharge, start time of runoff and drainage volume, were analyzed. The results showed that with increasing slope of 6 to 12 percent since the start of runoff 16 second increased while increasing slope of 12 to 25 percent, the start of runoff 18 second is reduced. The steep increase, from 6 to 12 percent, runoff coefficient increased to a very small extent. But with increasing slope from 12 to 25%, the runoff coefficient is 1.12 times greater. In general, it can be said that exact estimates run off and it's coefficient in use and management of runoff and rainfall is important in the design of rainwater catchment for rainwater harvesting and storage.

Key words: Golestan, loess, run off discharge, start time of runoff