# اثر شدت و شیب و پوشش سطحی خاک بر رواناب و رسوبدهی با استفاده از دستگاه باران ساز درحوزه‌ی آبخیز دوکالی خرانق یزد

اسماعیلی معصومه[۱]، جمالی علی اکبر[۲]، حسن زاده محمد[۳]
۱- کارشناس ارشد آبخیزداری، واحد میبد، دانشگاه آزاد اسلامی، ۲- دانشیارگروه GIS و آبخیزداری، واحد میبد، دانشگاه آزاد اسلامی، میبد ایران، ۳- استادیارگروه GIS و آبخیزداری، واحد میبد، دانشگاه آزاد اسلامی، میبد ایران
(Email: maasomehesmaeili@yahoo.com )

**چکیده**

تخمین رسوب تولیدی در یک حوزه آبخیز بسیار با اهمیت است. بنابراین از اقدامات ضروری در مباحث فرسایش خاک، شناخت و کمی نمودن قدرت تولید رواناب و رسوب در بخش‌های مختلف آن می‌باشد. این پژوهش به‌منظور بررسی و مقایسه شدت بارش و شیب بر فرسایش و آستانه رواناب در حوزه آبخیز خرانق استان یزد صورت گرفته است. میزان رواناب و فرسایش خاک طی شبیه‌سازی باران در تیمارهای شدت بارش کم‌وزیاد، شیب ۱۰-۵ و ۲۰-۱۵ درصد و دو نوع پوشش سطحی خاک، سنگ و سنگریزه و بدون پوشش انجام گردید. نتایج نشان داد شدت بارش، شیب و نوع پوشش تأثیر معنی‌داری در سطح اطمینان یک درصد بر روی رواناب و رسوب دارد. بیشترین مقدار رواناب و رسوب درشیب زیاد و بدون پوشش سطحی خاک ایجادشد. افزایش شیب منجر به افزایش رواناب و رسوب، افزایش شدت بارش افزایش رسوب و نیز افزایش پوشش سطحی خاک، کاهش رسوب را در پی داشت.

واژه های کلیدی: رواناب، رسوب، باران ساز، حوزه آبخیز خرانق.

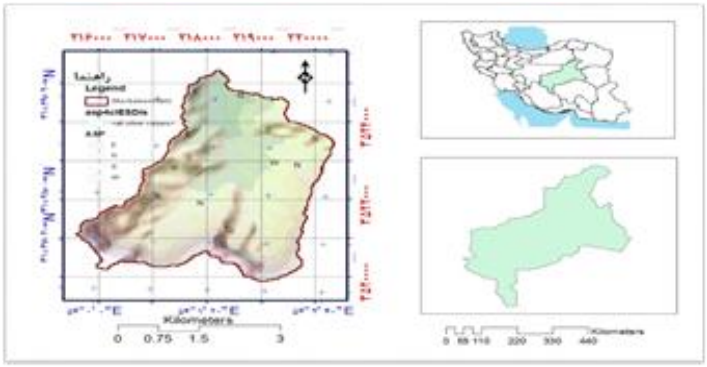
**مقدمه**

امروزه در اکثر مناطق جهان فرآیند فرسایش آبی و پیامدهای حاصل از آن از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی به شمار می‌رود که لزوم مطالعه آن فرآیند امری ضروری به نظر می‌رسد. فرسایش خاک و تولید رسوب ناشی از آن در حوضه‌ها از محدودیت‌های اساسی در دستیابی به توسعه پایدار بوده و ازاین‌رو بررسی و ارزیابی عوامل حاکم بر فرآیند فرسایش خاک و تولید رسوب از ضروریات مدیریت صحیح منابع آبخیز است. نیروی فرسایندگی باران با تخریب خاکدانه‌ها و کاهش نفوذپذیری سطحی موجب ایجاد و تقویت رواناب سطحی شده و به همین دلیل مهم‌ترین نقش در ایجاد فرسایش آبی را دارد. ازاین‌رو متناسب با شرایط مختلف شاخص‌های متعددی برای تعیین عامل فرسایندگی باران تعیین‌شده‌اند (غلامی و همکاران، ۱۳۸۷). در مقیاس جهانی، فرسایش آبی، شدیدترین نوع فرسایش خاک به شمار می‌آید. فرسایش آبی موجب فرسایش سطح خاک از طریق آب ناشی از بارش، رواناب، ذوب برف و آبیاری می‌شود. آب باران در قالب رواناب، محرک اصلی فرسایش آبی به‌حساب می‌آید (سلاجقه و همکاران، ۱۳۹۲). ازآنجاکه اندازه‌گیری شاخص فرسایش‌پذیری خاک در مناطق مختلف و در شرایط طبیعی همیشه با مشکلاتی موجه است، لذا استفاده از شبیه‌ساز باران در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی به‌عنوان وسیله‌ای برای اندازه‌گیری این شاخص مطرح‌شده است. مهم‌ترین مزایای استفاده از شبیه‌سازی باران سرعت عمل، کارایی، قابلیت کنترل و انعطاف‌پذیری بیشتر آن نسبت به باران‌های طبیعی است (محمودآبادی و همکاران، ۱۳۸۶). استفاده از این وسیله نه‌تنها موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌شود بلکه می‌توان با استفاده از آن، میزان رواناب و تولید رسوب را به همراه سایر موارد دخیل در فرسایش، مورد پایش قرارداد (فضل الهی، ۱۳۸۵). اندازه‌گیری مقدار فرسایش و رسوب برای انواع خاکهای مختلف در دامنه‌هایی با شیب‌های متفاوت و شدت‌های بارش مختلف امری ضروری برای ارائه راه‌حل‌های کاهش تولید و حمل رسوب از عرصه آبخیزها است. به این منظور پژوهش حاضر نیز با هدف بررسی و مقایسه شدت بارش و شیب بر فرسایش در حوزه آبخیز خرانق استان یزد به انجام رسیده است. در ارتباط با برآورد مقادیر رواناب و رسوب، از طرق مختلف مطالعات گسترده ای صورت گرفته که بخشی از آن به این شرح است؛اولین تحقیقات علمی درزمینه فرسایش در بین سال‌های ۱۸۷۷ و ۱۸۹۵

توسط وولنی دانشمند آلمانی انجام گرفت. او آزمایشات مختلفی را نظیر پوشش گیاهی و مالچ در ممانعت از برخورد باران و تخریب ساختمان خاک، اثر نوع خاک و شیب آن روی رواناب و فرسایش در کرت‌های کوچک به انجام رسانید. محمد زاده (۱۳۸۴) به بررسی اثر تندی وجهت شیب بر فرسایش مارن حوزه آبخیز گیوی چای در استان اردبیل پرداخت. نتایج نشان داد که با افزایش شیب مقادیر رواناب و رسوب افزایش پیداکرده است. آرمین و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی و تعیین اثر شیب دامنه، تداوم باران و بافت خاک در مقدار فرسایش خاک با شدت بارش ۶۵ میلی متر بر ساعت و شیب هایی ۵، ۱۵ و ۲۵ درصد پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر حجم رواناب و وزن رسوب در سطوح مختلف شیب و بافت خاک وجود دارد. Cheng و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از شبیه‌ساز باران به بررسی رابطه زاویه شیب وسله سطح خاک بر رواناب و هدر رفت خاک در مناطق تپه‌ماهوری فلات لسی چین پرداختند. نتایج بیانگر آن است که با افزایش شیب، ۳۰ - ۲۰ درجه، رواناب و هدر رفت خاک افزایش و با شکستن سله سطح خاک، تولید رواناب و هدر رفت خاک کاهش می‌یابد. زارع خورمیزی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی اثر شیب و خصوصیات خاک بر رواناب و هدر رفتن خاک در حوزه آبخیز چهل چای گلستان پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بین حجم رواناب و شیب، همبستگی کمی وجود دارد اما بین مقادیر خاک هدررفته و شیب، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. درمجموع حجم رواناب و هدر رفت خاک درشیب بیش از ۳۰ درصد نسبت به شیب ۰ تا ۱۰ به ترتیب ۸ و ۱۰۰ درصد افزایش داشت. Huang و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر عوامل پوشش گیاهی، شدت بارندگی، شیب و زاویه در افزایش رطوبت خاک پس از بارش و ضریب نفوذ پرداختند. نتایج نشان داد در شیب‌های کمتر، نفوذ بیشتر بوده است. شدت بارندگی، شیب و مقدار رطوبت اولیه خاک در ضریب نفوذ مؤثر هستند ولی پوشش گیاهی بیشترین و مهم‌ترین تأثیر را بر ضریب نفوذ آب دارد.

## مواد و روش‌ها

استان یزد با وسعت ۱۳۱۵۷۵ کیلومترمربع و ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۲۱۵متر و بین عرض‌های جغرافیایی۴۸ ˚ ۲۹ تا ۳۳ شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ تا ۵۶ شرقی از نصف‌النهار مبدأ واقع‌شده است. منطقه موردمطالعه در این استان حوزه آبخیز خرانق می‌باشد. حوزه آبخیز خرانق در روستای خرانق در ۸۵ کیلومتری شمال یزد و در ۵۰ کیلومتری شهرستان اردکان و در مسیر جاده اردکان به طبس بر روی طول جغرافیایی "۴۰ ′ ۲ ° ۵۴ تا "۰ ′ ° ۵۴ و عرض جغرافیایی "۲۰ ′ ۴۹ ° ۳۱ تا " ۲۰ ′ ۴۷ ° ۳۱ قرارگرفته است. روستای خرانق در ناحیه کوهستانی استان یزد واقع‌شده است. ارتفاع متوسط منطقه که عامل بسیار مهمی در تعیین میزان ونوع بارش در حوزه می‌باشد ۱۷۷۰ متر از سطح دریا و متوسط بارش سالیانه ۱۲۶/۸۵ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه خشک سرد، نوع خاک محدود و پوشش گیاهی ضعیف می‌باشد (گزارش تلفیق حوزه آبخیز خرانق، ۱۳۸۰). شکل (۱) موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد



**شکل ۱ موقعیت حوضه روی ایران و استان**

به‌منظور اندازه‌گیری مقادیر رواناب و رسوب از یک دستگاه باران ساز قابل‌حمل در صحرا استفاده‌شده است. بخش‌های تشکیل‌دهنده این دستگاه عبارت‌اند از: **الف**- قسمت پاشنده باران (با تنظیم‌کننده فشار داخلی) برای تولید بارش استاندارد. **ب**- اسکلت باران ساز و پایه قسمت پاشنده باران جهت قرار گرفتن بخش پاشنده بر روی آن و همچنین حفاظت در برابر باد.

**ج**- قاب و پلات فلزی که در داخل خاک و یا رسوب کوبیده می‌شود و از حرکات جانبی آب در کرت آزمایشی به خاک اطراف جلوگیری می‌کند و از طرفی موجب هدایت رواناب و رسوب به داخل بطری نمونه‌گیری می‌شود شکل(۲).

**شکل ۲ دستگاه در حال شبیه سازی باران در منطقه**

پس از بازدید و انجام بررسی‌های میدانی از حوزه انتخابی، منطقه‌ای در نزدیک ایستگاه هیدرومتری خرانق، رودخانه دوکالی جهت انجام آزمایشات صحرایی شناسایی شد. به‌منظور بررسی و ارزیابی اثر شدت بارش، شیب زمین و نوع پوشش سطحی خاک منطقه بر فرسایش و رسوب پس از استقرار صحیح شبیه‌ساز باران و تنظیم ارتفاع پایه‌های دستگاه جهت تراز نمودن در سطح منطقه به‌وسیله دستگاه تراز، مبادرت به‌اندازه گیری میزان رواناب و رسوب طی انجام شبیه‌سازی باران با شدت‌های ۷۷/۴ و۱۳۳/۳ میلی‌متر بر ساعت درشیب‌های ۱۰-۵ و۲۰-۱۵ درصد در دو نوع پوشش سطحی خاک در سه تکرار و درنهایت ۲۴ نمونه شد همچنین در ارتباط بازمان نمونه‌برداری باید ذکر نمود که زمان برداشت نمونه‌ها در فصل پاییز و در نیمه مهرماه و روش نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام پذیرفت. پس از انجام نمونه‌برداری و برداشت‌های صورت گرفته از مقادیر فرسایش و رسوب، نمونه‌ها به‌منظور اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل به آزمایشگاه خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی میبد منتقل شدند. پس از جمع‌آوری نمونه‌های رواناب و رسوب در بطری‌های کدگذاری شده، میزان رواناب در آزمایشگاه تعیین گردید. به‌منظور جداسازی رواناب از رسوب از استوانه مدرج، قیف و کاغذ صافی واتمن ۴۰ استفاده شد. رواناب در هر نمونه به‌وسیله استوانه مدرج اندازه‌گیری و برحسب لیتر (lit) تعیین گردید. پس از جداسازی رواناب از رسوب به‌وسیله کاغذ صافی واتمن ۴۰، رسوبات باقی‌مانده از هر نمونه به ظرف‌های فلزی کدگذاری شده منتقل و در دستگاه خشک‌کن [1] قرار داده شدند. ازآنجایی‌که وزن نمونه‌های رسوب در حالت خشک مدنظر بود رسوبات به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه خشک‌کن باقی ماندند و پس از خشک شدن رسوبات، رسوب در هر نمونه به‌وسیله ترازوی دیجیتالی وزن و برحسب گرم بر لیتر ($^{gr}/_{lit}$) تعیین گردید.

## نتایج وبحث

در این پژوهش، به‌منزله‌ی تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری spss[2] و SAS[3] استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر شدت بارش، شیب زمین، رخساره و اثر متقابل آن‌ها بر متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک شامل رواناب، رسوب در حد توصیفی و با ارائه جداول(۱) و (۲) صورت گرفته است و در تحلیل از آمار استنباطی استفاده شده است.

1-oven
2 -statisical package for social science
3 -statisical Analysis system

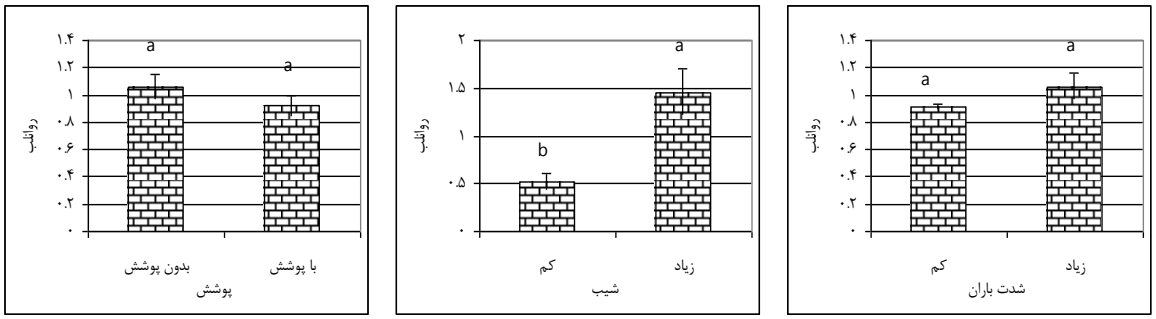
**جدول ۱ آنالیز واریانس مربوط به مقایسه‌ی حجم رواناب در نمونه‌های مختلف**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | مقدار F | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|---|
| نمونه ها | ۷ | ۶,۸۹۰۰۹۵۸۳ | ۰,۹۸۴۲۹۹۴۰ | ۲۱,۷۵ | ۰۰۰۱.> |
| خطا | ۱۶ | ۰,۷۲۴۰۰۰۰۰ | ۰,۰۴۵۲۵۰۰۰ | | |
| کل | ۲۳ | ۷,۶۱۴۰۹۵۸۳ | | | |

**جدول ۲ آنالیز واریانس مربوط به مقایسه‌ی میزان رسوب در نمونه‌های مختلف**

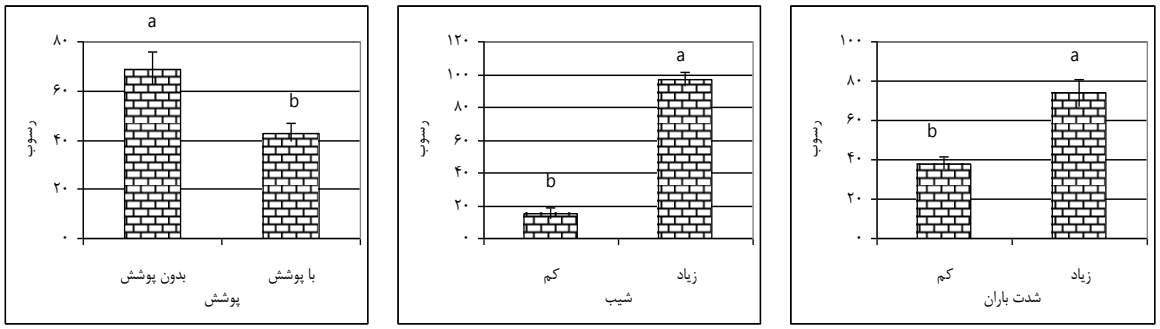
| منبع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | مقدار F | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|---|
| نمونه ها | ۷ | ۵۶۶۲۵,۰۲۴۷۲ | ۸۰۸۹,۲۸۹۲۵ | ۱۴,۲۰ | ۰۰۰۱.> |
| خطا | ۱۶ | ۹۱۱۷,۸۴۳۸۷ | ۵۶۹,۸۶۵۲۴ | | |
| کل | ۲۳ | ۶۵۷۴۲,۸۶۸۵۸ | | | |

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش شدت بارش و پوشش مقدار رواناب تغییر قابل‌توجهی نداشته ولی با افزایش شیب زمین مقدار رواناب افزایش‌یافته است.. بنابراین تأثیر شدت بارش و پوشش بر روی مقدار رواناب معنی‌دار نمی‌باشد درحالی‌که تأثیر شیب زمین‌بر روی مقدار رواناب در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد شکل (۳).




**شکل ۳ تأثیر شدت بارش، شیب زمین و پوشش بر روی مقدار رواناب**

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش شدت بارش و شیب زمین مقدار رسوب نیز افزایش‌یافته ولی با افزایش مقدار پوشش مقدار رسوب کاهش‌یافته است. بنابراین تأثیر شدت بارش، شیب زمین و پوشش بر روی مقدار رسوب در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشد شکل (۴).




**شکل ۴ تأثیر شدت بارش، شیب زمین و پوشش بر روی مقدار رسوب**

نتایج نشان داد، با افزایش شیب زمین مقدار رواناب افزایش‌یافته است که با یافته‌های محمد زاده (۱۳۸۴) مطابقت دارد. Chaplot و Bissonnais (۲۰۰۰) در مطالعه‌ای مشخص کردند که میزان رواناب با افزایش درصد شیب افزایش می‌یابد. آرمین و همکاران (۱۳۸۶) و Cheng و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان می‌کنند اختلاف معنی‌داری بین مقادیر حجم رواناب در سطوح مختلف شیب وجود دارد. رئوف و همکاران (۱۳۹۰) بیان می‌کنند، سرعت نفوذ نهایی در اراضی شیب‌دار کمتر از اراضی افقی

است و با افزایش شیب مقدار سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی کاهش می‌یابد و درنتیجه مقدار رواناب افزایش می‌یابد. درحالی‌که ارشم و همکاران (۱۳۸۸) و زارع خورمیزی و همکاران (۱۳۸۹) بیان می‌کنند، درصد شیب همبستگی کمی با مقدار رواناب دارد. درحالی‌که Huang و همکاران (۲۰۱۳) بیان می‌کنند ضریب نفوذ و مقدار رواناب به مقدار زیادی به‌شدت بارندگی بستگی دارد. آذین مهر و جندقی (۱۳۸۹) در مطالعات خود به این نتیجه دست یافتند که شدت بارش نقش مؤثری در تولید رواناب و ایجاد فرسایش دارد. نتایج نشان داد که پوشش تأثیر معنی‌داری بر روی مقدار رواناب ندارد درحالی‌که نجفیان و همکاران (۱۳۸۹) به این نتیجه رسیدند که افزایش پوشش گیاهی در کاهش رواناب دخالت مستقیم دارد. همچنین صادقی وهمکاران (۱۳۸۷) و Foltz و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان نمودند که تخریب پوشش باعث افزایش رواناب می‌گردد. Molina و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیان نمودند که همبستگی قابل قبولی بین پوشش گیاهی و مقدار رواناب وجود دارد. نتایج نشان داد، مقدار رواناب با مقدار رسوب دارای همبستگی مثبت در سطح یک درصد می‌باشد. نتایج بررسی تأثیر شیب‌بر روی مقدار رسوب نشان داد که با افزایش شیب زمین مقدار رسوب افزایش می‌یابد. شبان و همکاران (۱۳۹۰) نیز این مطلب را تأیید نمودند. همچنین،همدمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز بیان نمودند که شیب‌های مختلف بر روی تولید رسوب تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین نتایج نشان داد، با افزایش شدت بارش مقدار رسوب افزایش‌یافته، در این زمینه همدمی و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند که بین شدت‌های مختلف بارش، اختلاف معنی‌داری در تولید رسوب وجود دارد. جوادی و همکاران (۱۳۸۴) نیز بیان می‌دارند که با بالا رفتن شدت بارندگی، میزان رسوب‌دهی افزایش پیدا می‌کند. نتایج به‌دست‌آمده توسط سیرجانی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که شدت جدا شدن ذرات و تولید رسوب با افزایش دبی جریان، درصد شیب و قدرت جریان افزایش می‌یابد و همچنین شدت جدا شدن به‌خوبی می‌تواند به‌عنوان تابعی از درصد شیب، دبی جریان و قدرت جریان توصیف شود. نتایج نشان داد، با افزایش مقدار پوشش مقدار رسوب کاهش‌یافته است، نجفیان و همکاران (۱۳۸۹)، Foltz و همکاران (۲۰۰۹) و Chartieو همکاران (۲۰۱۳) این مطلب را تأیید می‌کنند.

## منابع

آذین‌مهر مریم، و جندقی نادر، ۱۳۸۹. مقایسه داده‌های شدت، مدت و فراوانی بارش مدل وزیری و قهرمان با داده‌های ایستگاه ( مطالعه موردی: ایستگاه اهواز)، ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۱۳۸۹، ۶ص.

اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان یزد، ۱۳۸۰. گزارش تلفیق حوزه‌ی آبخیز خرانق، ۱ جلد.

جوادی پدیده، روحی پور حسن، و محبوبی علی‌اکبر، ۱۳۸۴. نقش پوشش سنگریزه‌ای روی میزان فرسایش و رواناب با استفاده از فلوم و شبیه‌سازی باران، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، سال ۱۳۸۴، ۶ص.

رئوف مجید، اشرف صدرالدینی سید علی، ناظمی امیر حسین، و معروفی صفر، ۱۳۹۰. بررسی تأثیر شیب زمین روی میزان نفوذ و برخی از مشخصه های فیزیک خاک، مجله دانش آب و خاک، جلد ۲۱ شماره ۱، سال ۱۳۹۰، ۱۲ ص.

زارع خورمیزی مهناز، نجفی نژاد علی، نورا نادر، و کاویان عطاأ...، ۱۳۹۱. اثر شیب و خصوصیات خاک بر رواناب و هدر رفتن خاک با استفاده از شبیه ساز باران حوزه ی آبخیز چهل چای گلستان، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک جلد نوزدهم، شماره دوم، ۱۳۹۱، ۱۴ ص.

سلاجقه علی، سیدعلیپور محمدحسین، و حسینعلی‌زاده محسن، ۱۳۹۲. اصول مدیریت و حفاظت خاک (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۶۴۳ص.

سیرجانی الهام، محمودآبادی مجید، میرزایی، و وروئی منصور، ۱۳۹۱. مطالعه نقش شیب و دبی جریان رواناب بر شدت فرسایش ورقه‌ای، مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، سال چهارم، شماره ۱، ۱ص.

شبان مجید، سادات سادات، احمدی حسن، و پیروان حمیدرضا، ۱۳۹۰. بررسی میزان فرسایش و رسوب در واحد های مارنی اطراف دریاچه سد طالقان با استفاده از شبیه ساز باران، هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.

صادقی سیدحمیدرضا، هدایتی زاده رویا، نادری حسین، و حسینعلی زاده محسن، ۱۳۸۷. مقایسه تولید رواناب و رسوب در سازندهای مختلف کواترنر در مراتع سرچاه عماری بیرجند. دانشگاه تربیت مدرس ، مجله مرتع زمستان ۱۳۸۷; ۲(۴):۴۴۹-۴۶۳.

غلامی وحید، بشیرگنبد محمد، عضدی محمد، و جوکار عیسی، ۱۳۸۷. بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی در ایجاد رواناب و خطر سیلاب حوزه آبخیز کسیلیان، مجله علمی_ پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، جلد ۳، شماره ۹، ص ۵۵-۵۷.

فضل الهی آقاملکی ع، ۱۳۸۵. بررسی رسوبزائی پادگانه‌های آبرفتی با استفاده از باران ساز و عامل فرسایش‌پذیری (منطقه موردمطالعه: زیر حوزه عباس‌آباد جاجرود)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۶۵ ص.

محمدزاده ع، ۱۳۸۴. بررسی اثر تندی و جهت شیب در فرسایش مارن‌ها با استفاده از باران‌ساز مصنوعی در حوزه‌ی آبخیز گیوی چای در استان اردبیل، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، تهران، ۹-۶ شهریور ۱۳۸۴: ۶۷۸-۶۷۳.

محمودآبادی مجید، روحی‌پور حسن، عرب خدری محمود، و رفاهی حسینقلی، ۱۳۸۶. واسنجی، توزیع مکانی و خصوصیات بارش‌های شبیه سازی شده، مجله‌ی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال اول، شماره اول، ۱۲ص.

نجفیان لیلا، کاویان عطاأ...، قربانی جمشید، و تمرتاش رضا، ۱۳۸۹. اثر فرم رویشی و مقدار پوشش گیاهی بر تولید رواناب و رسوب اراضی مرتعی منطقه ی سوادکوه مازندران، مجله علمی- پژوهشی مرتع، تابستان ۱۳۸۹، سال چهارم، ش ۲، ص ۳۳۴-۳۴۷.

Chaplot V., Le Bissonnais Y. 2000. Field measurements of interrill erosion under different slopes and plot sizes. Earth Surface Processes and Landforms 25, 145-153.

Chartier M.P, Rostagno C.M, and Videla L.S, 2013. Selective erosion of 0northeastern Patagonia, Argentina Original Research Article Journal of Arid Environments, Volume 88, Pages 43-49.

Cheng Q., Ma W., and Cai Q. 2008. The relative importance of soil crust and slope angle in runoff and soil loss: a case study in the hilly areas of the Loess Plateau, north China. GeoJournal. 71(2-3): 117-125.

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.

Huang Jun, Wu Pute, and Zhao Xining, 2013. Effects of rainfall intensity, underlying surface and slope gradient on soil infiltration under simulated rainfall experiments Original Research Article CATENA.

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.

**Comparison of Rain Intensity and Slope on Soil Erosion and Runoff Using Rainfall Simulator (Case Study: Dokaly Watershed – Kharanaq)**

M. Esmaeili [1], A. A. Jamali.[2,] M. Hasanzadeh [3]
Senior Watershed, Meybod, Islamic Azad University, Email:maasomehesmaeili@yahoo.com
Associate professor, Department of GIS and Watershed, MGT, Maybod Branch, Islamic Azad University, Maybod Iran, E-mail jamaliaa@Maybodiau.ac.ir
Assistant professor, Department of GIS and Watershed, MGT, Maybod Branch, Islamic Azad University, Maybod Iran, Email: mhasanzadeh@yahoo.com

**Abstract**

Estimates of the produced sediment in a watershed are very important. In one of the necessary steps in soil erosion issues is identifying and quantifying the potential of runoff and sediment production in different parts of it's the watershed. Thus, the aim of this study was to evaluate and compare the changes in rainfall intensity, gravel cover on the surface and slope on the soil erosion and the threshold of runoff in the Kharanaq watershed of Yazd province. Three treatments including high and low intensity of rainfall, slopes of 5-10% and 15-20%, and two types of soil surface gravel cover and no coverage was used in three replications. The results showed there is a significant difference at a confidence level of 0.01 between the intensity of rainfall, slope and gravel coverage. The most amount of runoff and sediment has produced in a bare soil surface and steep slopes. Also, slope increasing leads to an increase in runoff and deposition, and an increase in rainfall intensity were followed by an increase in deposition.

**Keywords**: Kharanaq watershed, sediment, runoff, rainfall simulator