مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد نوزدهم، شماره دوم، ۱۳۹۱
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر شیب و خصوصیات خاک بر رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران، حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان

مهناز زارع‌خورمیزی[۱]، *علی نجفی‌نژاد[۲]، نادر نورا[۳] و عطاا... کاویان[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۸

چکیده

مطالعه فرآیندهای فرسایش خاک و ارزیابی عوامل کنترل آن از نیازهای مدیریت صحیح منابع آب و خاک است. این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات شیب و خصوصیات خاک بر رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران در حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان انجام گرفت. به این منظور، براساس نقشه واحد اراضی، ۳ واحد اراضی در مناطق زراعی انتخاب شد. در هر ۳ واحد اراضی، ۳ طبقه شیب ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ و بیش‌تر از ۳۰ درصد تعیین شد. سپس، در هر طبقه شیب ٤ پلات ۱۰×۱۰ متر به‌طور تصادفی انتخاب و در هر یک به‌طور تصادفی اقدام به شبیه‌سازی باران و اندازه‌گیری میزان رواناب و هدررفت خاک در ٤ تکرار گردید. با استفاده از باران‌ساز، بارشی با شدت ۲ میلی‌متر بر دقیقه و به‌مدت ۱۵ دقیقه در هر پلات ایجاد و هم‌زمان نمونه‌برداری از خاک داخل هر پلات انجام شد. نتایج نشان داد که بین حجم رواناب و شیب، همبستگی کمی وجود دارد و در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد. اما بین مقادیر خاک هدررفته و شیب، در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج همبستگی پیرسون نشان داد، درصد شن ریز در سطح ۱ درصد و درصد آهک و سیلت در سطح ۵ درصد، همبستگی مثبت و معنی‌دار با رواناب دارد. همچنین درصد رطوبت، همبستگی مثبت و مقاومت خاک سطحی، همبستگی منفی و معنی‌دار با هدررفت

* مسئول مکاتبه: najafinejad@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

خاک نشان داد. در مجموع، حجم رواناب و هدررفت خاک در شیب بیش از ۳۰ درصد نسبت به شیب ۱۰-۰ درصد به‌ترتیب ۸ و ۱۰۰ درصد افزایش داشت و با افزایش شیب مقاومت ذرات خاک کاهش و هدررفت خاک افزایش، نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آبخیز چهل‌چای، باران‌ساز، رواناب، هدررفت خاک

مقدمه

هدررفت خاک از اساسی‌ترین معضلات زیست‌محیطی، کشاورزی و تولید غذا در جهان است که اثرات مخربی بر تمام اکوسیستم‌های طبیعی و تحت مدیریت انسان دارد (شکل‌آبادی و همکاران، ۲۰۰۳). هدررفت خاک به‌عنوان یک مشکل جدی زیست‌محیطی شناخته شده است (اکو و همکاران، ۲۰۰۹)، که ظرفیت نگهداری آب را در اثر ایجاد رواناب و کاهش ماده آلی خاک، کم می‌کند (دوران زوازو و رودریگز پلگوزوالو، ۲۰۰۸). رواناب فرآیند مهمی است که از طریق هدررفت خاک و اثرات محیطی عملیات کشاورزی، در هدررفت عناصر غذایی مؤثر می‌باشد (پیریزلاتور و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین، بررسی رواناب به‌عنوان یکی از فرآیندهای اصلی فرسایش خاک، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. از طرفی، به‌دلیل محدودیت‌های مالی و زمانی، شرایط سخت فیزیکی آبخیزها و نیز نوسانات غیرقابل پیش‌بینی اقلیمی مانند خشک‌سالی‌های درازمدت، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به جنبه‌های مختلف فرآیندهای هدررفت خاک در پهنه‌های طبیعی دشوار می‌باشد (بارتز و روس، ۲۰۰۲)، از این‌رو، شبیه‌ساز باران به‌عنوان ابزاری در پژوهش‌های هدررفت خاک و فرایندهای مربوط به آن، به‌طور وسیع مورد استفاده قرار گرفته است (صادقی، ۲۰۱۰). باران‌سازها امکان اندازه‌گیری‌های متعدد در اراضی مختلف را به‌منظور تعیین فاکتورهای مؤثر بر رواناب و فرسایش فراهم می‌نمایند که از داده‌های به‌دست از آن برای اهداف مختلف می‌توان استفاده نمود. با وجود چالش‌های موجود، استفاده ار باران‌سازها به‌دلیل برتری‌های متعدد در پژوهش‌های هدررفت خاک و تولید رسوب در جهان رایج می‌باشد (سیگر، ۲۰۰۷).

ناواز (۱۹۹۳) تولید رسوب را در بوته‌زارهای نیمه‌خشک اسپانیا با استفاده از باران‌ساز مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که شیب، پوشش گیاهی و نوع خاک به‌طور معنی‌داری بر مقدار رواناب و رسوب تأثیر دارد. همچنین، مقدار رواناب با هدررفت خاک همبستگی مثبت دارد و بیش‌ترین مقدار رواناب و فرسایش در کرت‌های با شیب تند ایجاد می‌شود. گومز و نیرینگ (۲۰۰۵) رواناب و هدررفت خاک سطوح ناهموار و مسطح را در دو شیب ۵ و ۲۰ درصد و در شرایط آزمایشگاه، با

Archive of SID

www.SID.ir

۵ بارش شبیه‌سازی شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تفاوت آماری در مقدار رواناب و هدررفت خاک در شیب ۲۰ درصد وجود ندارد و مقدار هدررفت خاک در سطوح با شیب ۵ درصد بیش‌تر است. آسولاین و بن‌هور (۲۰۰٦) به بررسی نفوذ، رواناب و هدررفت خاک پرداختند و به این منظور از شبیه‌ساز باران در ۵ شیب مختلف و دو شدت بارش ۲٤ و ٦۰ میلی‌متر در ساعت استفاده شد. چنگ و همکاران (۲۰۰۸)، با استفاده از شبیه‌ساز باران به بررسی رابطه زاویه شیب و سله سطح خاک بر رواناب و هدررفت خاک در مناطق تپه ماهوری فلات لسی چین پرداختند. نتایج بیانگر آن است که با افزایش شیب، ۳۰-۲۰ درجه، رواناب و هدررفت خاک افزایش و با شکستن سله سطح خاک، تولید رواناب و هدررفت خاک کاهش می‌یابد. وهابی و مهدیان (۲۰۰۸)، در حوزه طالقان از یک باران‌ساز در پلاتی به ابعاد ۱/۲×۰/۸۹ متر، به‌منظور مطالعه اثر شیب، پوشش گیاهی، بافت خاک و رطوبت اولیه خاک بر رواناب استفاده نمودند. آن‌ها گزارش کردند که پوشش گیاهی و رطوبت اولیه خاک در هر دو بارش به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیر منفی و مثبت را بر رواناب دارد ولی درصد شیب همبستگی کمی با رواناب نشان داد.

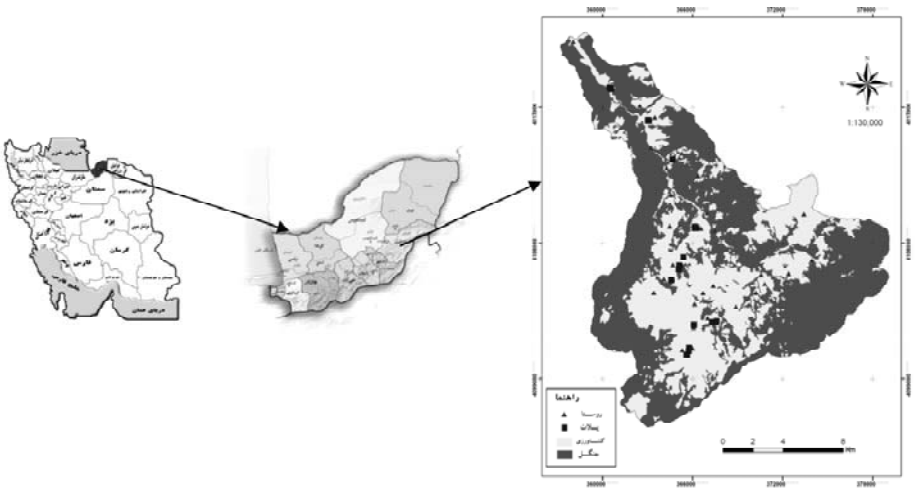
براساس مطالعات انجام شده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که عوامل متعددی در تولید رواناب و هدررفت خاک نقش دارد. شناخت این عوامل می‌تواند در ارایه پیشنهادهای مدیریتی و کمی نمودن تغییرات رواناب و هدررفت خاک مفید واقع شود. با توجه به این موارد، هدف این پژوهش بررسی تغییرات رواناب و هدررفت خاک با تغییر طبقات شیب و شناخت خصوصیات مختلف خاک بر وقوع آن در حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۵٦۸۳/۱ هکتار در طول‌های جغرافیایی شرقی ۵۵ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۳۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرض‌های جغرافیایی شمالی ۳٦ درجه و ۵۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه واقع شده است (شکل ۱). این منطقه از زیرحوضه‌های بزرگ گرگانرود است. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۷۳ متر و حداکثر آن حدود ۲۵٦۰ متر می‌باشد. در حدود ۵۹ درصد حوزه در شیب ٦۰-۳۰ درصد قرار دارد و متوسط بارش سالانه ۷٦٦ میلی‌متر است. متوسط حداکثر و حداقل دمای هوای سالانه به‌ترتیب ۲۱ و ٦ درجه سانتی‌گراد است. کاربری‌های عمده منطقه را جنگل و زراعت دیم تشکیل می‌دهد و مناطق مسکونی دارای کم‌تر از ۵ درصد مساحت حوزه است (مهندسین مشاور رواناب، ۲۰۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان و نقاط نمونه‌برداری.

ویژگی باران‌ساز مورد استفاده و اطلاعات بارندگی: باران‌ساز مورد استفاده، باران‌ساز صحرایی ساخته شده در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری می‌باشد که با پلات ۰/۰۹ مترمربع و به‌راحتی قابل حمل است. باران‌ساز از سه قسمت آب‌پاش با تنظیم‌کننده فشار برای ایجاد بارش استاندارد، پایه و قاب فلزی، تشکیل شده است (کاویان و همکاران، ۲۰۱۰). به‌منظور دست‌یابی به مشخصات بارندگی منطقه مورد مطالعه، از داده‌های ایستگاه هواشناسی لزوره استفاده شد و بر این اساس، حداکثر شدت ۱۵ دقیقه‌ای با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله (زهتنر و میلر، ۲۰۰٦) از روش وزیری (۱۹۸٤) استخراج شد. همچنین، شدت و مدت بارندگی برای تمام شبیه‌سازی‌های انجام شده، ثابت و به‌ترتیب برابر ۲ میلی‌متر بر دقیقه و با مدت زمان ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد.

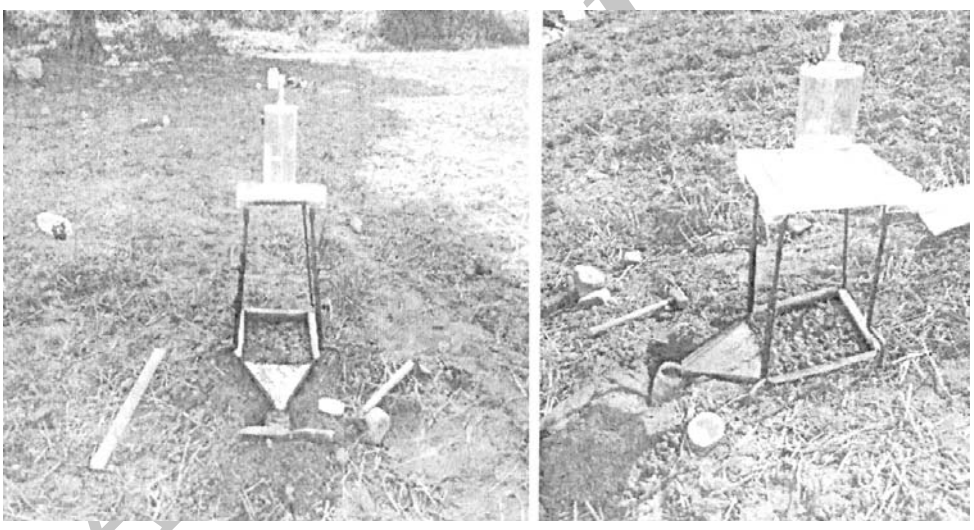
انتخاب محل نمونه‌برداری و برداشت نمونه‌های رواناب، رسوب و خاک: برای تعیین محل آزمایش‌ها، با توجه به نقشه واحد اراضی منطقه، ۳ واحد اراضی در زمین‌های زراعی انتخاب شد و در هر ۳ واحد اراضی، با استفاده از شیب‌سنج، ۳ طبقه شیب ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ و بیش‌تر از ۳۰ درصد مشخص شد (جردن و مارتینززاوالا، ۲۰۰۸). در هر محل ٤ پلات ۱۰×۱۰ متر (در مجموع ۳٦ پلات) انتخاب شد و در هر پلات با ٤ تکرار (در مجموع ۱٤٤ تکرار)، اقدام به استفاده از باران‌ساز شد (شکل ۲). هم‌زمان در هر پلات، مقاومت خاک سطحی در نقاط مختلف، با استفاده از مقاومت‌سنج قابل حمل[1] با ۱۵ تکرار

1- Pocket Penetrometer

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شد (سچجونینگ، ۱۹۹٤). مقاوت‌سنج مورد استفاده، توان اندازه‌گیری مقاومت ۵ میلی‌متر از سطح خاک را دارد. نمونه‌برداری خاک، در داخل هر پلات، به‌صورت کاملاً تصادفی انجام شد، به این ترتیب که از هر پلات با اوگر و سیلندر ۵ سانتی‌متری، یک نمونه دست‌نخورده برای تعیین وزن مخصوص و یک نمونه دست‌خورده از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر (جردن و مارتینززاوالا، ۲۰۰۸)، برای بررسی سایر فاکتورهای موردنظر برداشت شد. به‌منظور یکسان‌سازی شرایط، شدت و مدت بارش، میکروتوپوگرافی و شرایط سطحی هر پلات در تمامی آزمایش‌های شبیه‌سازی باران، ثابت و یکسان در نظر گرفته شد و برای کاهش اثر میکروتوپوگرافی در رواناب و هدررفت خاک، سطح پلات یکنواخت شد (زهتنر و میلر، ۲۰۰٦). به‌منظور حذف عامل تاج پوشش گیاهی در تولید رواناب و هدررفت خاک و یکسان‌سازی شرایط در تمامی آزمایش‌ها و با توجه به سطح محدود پلات، مناطق عاری از پوشش گیاهی انتخاب شد (فیض‌نیا و همکاران، ۲۰۰۵).



شکل ۲- نحوه شبیه‌سازی بارش.

عملیات آزمایشگاهی: حجم رواناب تولیدی پس از هر شبیه‌سازی باران، با استفاده از استوانه درجه‌بندی شده اندازه‌گیری شد (مارکوز و همکاران، ۲۰۰۷). رسوب تولیدی نیز پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ٤۰ در آون قرار گرفت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، خشک و توزین شد (سیگر،

www.SID.ir

۲۰۰۷). همچنین، از تقسیم میزان هدررفت خاک بر حجم رواناب، غلظت رسوب بر حسب گرم در لیتر محاسبه شد. رطوبت قبلی خاک به روش وزنی (جین و همکاران، ۲۰۰۸)، وزن مخصوص ظاهری از طریق سیلندر و با توجه به رابطه بین وزن خاک خشک و حجم سیلندر محاسبه شد (تجادا و گنزالز، ۲۰۰۷). نمونه‌های دست‌خورده در هوای آزاد خشک و کوبیده شد و بعد از عبور از الک ۲ میلی‌متری آزمایش‌های موردنظر روی آن‌ها صورت گرفت (تجادا و گنزالز، ۲۰۰۷). بافت خاک شامل درصد رس (کوچک‌تر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر)، سیلت (۰/۰۵-۰/۰۰۲ میلی‌متر) و ماسه (۲-۰/۰۵ میلی‌متر) به روش هیدرومتری بایکوس[1] تعیین شد (جردن و همکاران، ۲۰۰۸) و برای تعیین درصد شن ریز (۰/۱-۰/۰۵ میلی‌متر) و شن درشت (۲-۰/۱ میلی‌متر) به‌وسیله الک تر جداسازی صورت گرفت (ایدو، ۲۰۰۳). درصد آهک از روش تیتراسیون (واعظی و همکاران، ۲۰۰۸)، درصد ماده آلی به روش والکی بلکی (دویکر و همکاران، ۲۰۰۱) و درصد ازت از رابطه بین ازت و کربن آلی محاسبه شد.

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها برای تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS۱۶ استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در سطح آماری ۵ درصد بررسی شد (گیسن و همکاران، ۲۰۰۹). آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. با روش همبستگی پیرسون، میزان تأثیر هر یک از متغیرهای موردنظر خاک بر میزان رواناب و هدررفت خاک مورد بررسی قرار گرفت (مولینا و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری متغیرهای فیزیکوشیمیایی خاک در طبقات مختلف شیب در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، مقاومت خاک سطحی در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد، کم‌تر از سایر طبقات شیب می‌باشد و با افزایش شیب، درصد آهک نیز افزایش یافته است. نتایج مربوط به شبیه‌سازی باران در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان رواناب و هدررفت خاک در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد نسبت به سایر طبقات شیب بیش‌تر است. نتایج آنالیز واریانس با سطح معنی‌داری ۵ درصد نشان می‌دهد که بین حجم رواناب و طبقات مختلف شیب در منطقه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین‌ها به روش

1- Bouyoucos

Archive of SID

www.SID.ir

دانکن، حداقل و حداکثر حجم رواناب به‌ترتیب در طبقات شیب ۳۰-۱۰ درصد و بیش‌تر از ۳۰ درصد می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس مقایسه غلظت رسوب در طبقات مختلف شیب، در جدول ۳ ارایه شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین غلظت رسوب و طبقات شیب مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و حداکثر میزان غلظت رسوب مربوط به شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد می‌باشد. از طرفی، بین طبقات شیب ۱۰-۰ درصد و ۳۰-۱۰ درصد اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. به‌منظور شناخت ارتباط خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک با میزان رواناب و غلظت رسوب در طبقات شیب مورد مطالعه، ماتریس همبستگی تشکیل شد که نتایج آن در جدول‌های ٤ و ٥ ارایه شده است.

جدول ۱- برخی شاخص‌های آماری متغیرهای خاک سطحی در طبقات شیب مورد مطالعه.

متغیر	شیب ۱۰-۰ درصد		شیب ۳۰-۱۰ درصد		شیب > ۳۰ درصد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
مقاومت خاک (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	۱/٤۸	۰/٤۹	۱/۲۳٤	۰/٥۹	۱/۱۱	۰/۳۳
درصد رطوبت	۹/٤۷	۳/٦۸	۹/۲۲٥	۲/۸۲	۱۰/۹٥	۳/۲۹
درصد آهک	۱۱	٦/۳۷	۱۱/۹۱۷	۱۱/۰۷	۱٥/۳۷	۱۱/٦۱
درصد ازت	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۱۲٦	۰/۰٥	۰/۰۹	۰/۰٥
درصد کربن آلی	۱/۱٦	۰/۲۹	۱/۱٦۰	۰/۲۹	۰/۸۹	۰/٥٥
درصد رس	۱۲/٦۷	۱/۹۷	۱۳/٥	٤/۱۰	۱۳/٥	٥/۲۷
درصد سیلت	۷۲/٥	٥/٤۰	٦۹/۸۳۳	۷/٥٥	٦۸/۳۳	۹/۸۳
درصد شن درشت	٥/۹۹	۳/٦٤	۷/٦٥٥	۳/٦۷	۸/۳٤	٥/۳۹
درصد شن ریز	۸/۸۳	۲/٦۱	۹/۰۱۲	۲/۷۸	۹/۸۲	۲/۸۰
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۱/۲۷	۰/۱۰	۱/۲۳۷	۰/۱۱	۱/۲٤	۰/۱٤

جدول ۲- نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی باران در طبقات شیب مورد مطالعه.

متغیر	شیب ۱۰-۰ درصد		شیب ۳۰-۱۰ درصد		شیب >۳۰ درصد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
حجم رواناب (لیتر)	۰/۳۸	۰/۱٦	۰/۳٦	۰/۱٥	۰/٤۱	۰/۱۹
غلظت رسوب (گرم بر لیتر)	۹/٦۳	۳/٤٦	۱۲/۸٤	٥/۱۸	۱۹/٤٥	۹/۷٥

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- آنالیز واریانس مقایسه رواناب و غلظت رسوب در طبقات شیب مختلف.

	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
رواناب (لیتر)	تغییر شیب	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۰۷	۰/۲۶۳	۰/۷۷
	خطا	۰/۹۱۳	۳۳	۰/۰۲۸		
	کل	۰/۹۲۸	۳۵			
غلظت رسوب (گرم بر لیتر)	تغییر شیب	۵۹٤/۸۳۷	۲	۲۹۷/٤۱۸	٦/٦٦٥	۰/۰۰٤
	خطا	۱٤۷۲/٦۷۹	۳۳	٤٤/٦۲۷		
	کل	۲۰٦۷/۵۱٦	۳۵			

جدول ٤- ضریب همبستگی ویژگی‌های خاک با تولید رواناب در طبقات مختلف شیب.

متغیر	شیب ۱۰-۰ درصد		شیب ۳۰-۱۰ درصد		شیب >۳۰ درصد	
	همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری
مقاومت خاک سطحی (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	۰/۱۰۳	۰/۷۵۱	۰/۳۹۹	۰/۱۹۹	۰/۳٦۷	۰/۲٤۱
درصد رطوبت	۰/۰٦	۰/۸۵۲	۰/۳۲۸	۰/۲۹۷	۰/۳۹۲	۰/۲۰۸
درصد آهک	۰/۵۰۱	۰/۰۹۷	۰/٦۷۲*	۰/۰۱۷	۰/۵۱	۰/۰۹
درصد ازت	-۰/٤۱٤	۰/۱۸۱	-۰/۲٦۸	۰/٤	-۰/۲٦۸	۰/٤
درصد ماده آلی	-۰/۳۷۱	۰/۲۳٦	-۰/۲۷۲	۰/۳۹۳	-۰/۲۵۸	۰/٤۱۹
درصد رس	۰/۱٤٤	۰/٦۵٦	۰/۲٤۷	۰/٤۳۹	۰/٤۳۹	۰/۱۵٤
درصد سیلت	۰/۳۳۳	۰/۲۹	۰/۵٦۷*	۰/۰۵	۰/٤۲۵	۰/۱٦۸
درصد شن درشت	-۰/۰۰٦	۰/۹۸۵	-۰/٤۵۲	۰/۱٤	-۰/۲٤۹	۰/٤۳٦
درصد شن ریز	۰/۷۸۷**	۰/۰۰۲	۰/۵۵۲	۰/۰٦۳	۰/۱۹	۰/۵۵۵
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۰/۳۳۱	۰/۳۲٦	۰/۵۲۷	۰/۰۷۸	۰/۱۸۱	۰/۵۷٤

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰۵.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک با غلظت رسوب در طبقات شیب مختلف.

متغیر	شیب ۱۰-۰ درصد		شیب ۳۰-۱۰ درصد		شیب >۳۰ درصد	
	همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری	همبستگی	معنی‌داری
مقاومت خاک سطحی (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	-۰/۲۸۶	۰/۳۶۷	-۰/۲۴۱	۰/۴۵	-۰/۶۵۵*	۰/۰۲۱
درصد رطوبت	۰/۵۶۵*	۰/۰۴۹	۰/۰۰۲	۰/۹۹۵	۰/۰۲۴	۰/۹۴
درصد آهک	-۰/۴۸۲	۰/۱۱۳	-۰/۴۰۶	۰/۱۹	-۰/۰۱۳	۰/۹۶۸
درصد ازت	-۰/۰۱۸	۰/۹۵۶	-۰/۳۱۱	۰/۳۲۶	-۰/۳۲۵	۰/۳۰۲
درصد ماده آلی	-۰/۰۰۶	۰/۹۸۶	-۰/۲۹۵	۰/۳۵۳	-۰/۳۲۲	۰/۳۰۸
درصد رس	۰/۲۱۱	۰/۵۱۰	۰/۱۲۲	۰/۷۰۷	-۰/۱۸۵	۰/۵۶۵
درصد سیلت	۰/۲۰۵	۰/۵۲۳	۰/۰۸۳	۰/۷۹۷	۰/۳۶۶	۰/۲۴۱
درصد شن درشت	-۰/۱۴۷	۰/۶۴۹	-۰/۴۱۱	۰/۱۸۴	-۰/۴۱۳	۰/۱۸۲
درصد شن ریز	-۰/۳۷۸	۰/۲۲۶	۰/۱۳۷	۰/۶۷۱	-۰/۱۴۴	۰/۶۵۵
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۰/۲۶۲	۰/۴۱۱	۰/۰۳۴	۰/۹۱۶	-۰/۰۸۷	۰/۷۸۹

**معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، *معنی‌داری در سطح ۰/۰۵.

بحث

در این پژوهش، طبقات شیب ۱۰-۰، ۳۰-۱۰ و بیش‌تر از ۳۰ درصد از نظر پتانسیل تولید رواناب و غلظت رسوب مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه بین حجم رواناب و شیب در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). نتایج میزان تولید رواناب در طبقات شیب مورد مطالعه، نشان داد که شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد بیش‌ترین میزان رواناب را دارد (جدول ۲) که با نتایج مطالعات ناواز (۱۹۹۳) هم‌خوانی دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که در شیب ۱۰-۰ درصد فقط شن ریز با رواناب همبستگی مثبت معنی‌دار داشته است (۰/۷۸۷). می‌توان علت آن را ریزی ذرات دانست که باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب می‌شود که با یافته‌های واعظی و همکاران (۲۰۰۸)، مغایرت دارد. همچنین در شیب ۳۰-۱۰ درصد، میزان رواناب با درصد آهک و سیلت همبستگی مثبت معنی‌دار نشان داد (جدول ٤). خاک‌های ریزدانه به‌دلیل خاصیت چسبندگی و تخلخل کم، نفوذپذیری کم و حجم رواناب بیش‌تری دارند. همبستگی

Archive of SID

www.SID.ir

مثبت سیلت با رواناب با نتایج به‌دست آمده از پژوهش‌های واعظی و همکاران (۲۰۰۸) و وهابی و مهدیان (۲۰۰۸) مطابقت دارد. آهک نیز باعث مقاومت سطح خاک و در نتیجه افزایش رواناب می‌شود که با نتایج واعظی و همکاران (۲۰۰۸)، مغایرت دارد. در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد، رواناب با خصوصیات خاک همبستگی معنی‌داری نداشته است.

نتایج نشان داد، غلظت رسوب در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد در مقایسه با طبقات شیب ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ درصد، مقدار بیش‌تری داشته است (جدول ۲). ناواز (۱۹۹۳)، اکو و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعات خود به افزایش میزان هدررفت خاک با افزایش شیب اشاره نمودند. آسولاین و بن‌هور (۲۰۰٦) گزارش نمودند، هدررفت خاک بیش‌تر از رواناب تحت‌تأثیر شیب قرار دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده بین غلظت رسوب و شیب، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳). این نتیجه با یافته‌های بارتز و روس (۲۰۰۲)، مطابقت و با یافته‌های وهابی و نیک‌کامی (۲۰۰۸) مغایرت دارد. هدررفت بیش‌تر خاک در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد، به‌دلیل کاهش مقاومت خاک سطحی می‌باشد. همچنین، رطوبت قبلی خاک در شیب ۱۰-۰ درصد دارای همبستگی مثبت معنی‌دار (۰/٥٦٥) با غلظت رسوب می‌باشد. جردن و مارتینززاوالا (۲۰۰۸) و وهابی و نیک‌کامی (۲۰۰۸) به همبستگی مثبت رطوبت قبلی خاک با هدررفت خاک اشاره کردند. دویکر و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که رطوبت قبلی خاک عامل مهم و تأثیرگذار در کنترل میزان هدررفت خاک می‌باشد. تأثیر مثبت رطوبت قبلی خاک در میزان هدررفت خاک به این دلیل است که با افزایش رطوبت قبلی خاک، حجم بیش‌تری از رواناب جاری شده و این موضوع باعث افزایش هدررفت خاک می‌شود. غلظت رسوب در شیب ۳۰-۱۰ درصد با هیچ‌کدام از فاکتورهای خاک همبستگی معنی‌داری نشان نداد. با توجه به نتایج، مقاومت خاک سطحی در تمام طبقات شیب همبستگی منفی با غلظت رسوب دارد که در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد همبستگی معنی‌دار (۰/٦٥٥-) وجود دارد. چنگ و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که افزایش شیب باعث کاهش پایداری خاک می‌شود. بنابراین، نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج بارتز و روس (۲۰۰۲)، مبنی بر همبستگی منفی مقاومت خاک با هدررفت خاک مطابقت و با نتایج سچجونینگ (۱۹۹٤)، مبنی بر نبود رابطه مقاومت خاک با هدررفت خاک مغایرت دارد. سچجونینگ (۱۹۹٤)، علت نبود این ارتباط را به‌دلیل شرایط اندازه‌گیری گزارش نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که در منطقه مورد مطالعه میزان رواناب در طبقات مختلف شیب، تفاوت چندانی با یکدیگر ندارد و به‌نظر می‌رسد کم بودن طول کرت‌های آزمایشی (۳۰ سانتی‌متر)، عامل اصلی آن باشد. طول دامنه در بررسی نقش این عامل در مقدار رواناب تعیین‌کننده بوده و باید مورد توجه قرار گیرد. میزان هدررفت خاک در طبقات مختلف شیب از نظر آماری کاملاً متفاوت بوده و بیش‌ترین میزان هدررفت خاک در شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد می‌باشد. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد شن ریز، آهک و سیلت با مقدار رواناب وجود دارد. همچنین، درصد رطوبت دارای همبستگی مثبت و مقاومت خاک سطحی دارای همبستگی منفی و معنی‌دار با هدررفت خاک می‌باشند. پیشنهاد می‌شود، با توجه به نقش مؤثر شیب در هدررفت خاک و با توجه به کاربری زراعی اراضی مورد مطالعه، اقدامات مدیریتی مناسب به‌منظور کاهش شیب و کنترل فرسایش صورت گیرد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر مجید عظیم‌محسنی به پاس راهنمایی و کمک‌هایشان در آنالیزهای آماری سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Assouline, S., and Ben-Hur, M. 2006. Effects of rainfall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil surface sealing. Catena. 66: 211-220.
2.Barthes, B., and Roos, E. 2002. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several level. Catena. 47: 133-149.
3.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. Geo. J. 71: 117-125.
4.Duiker, S.W., Flanagan, D.C., and Lal, R. 2001. Erodibility and filtration characteristics of five major soils of southwest Spain. Catena. 45: 103-121.
5.Duran Zuazo, V.H., and Rodriguez Pleguezuelo, C.R. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. Agron. for Sust. Develop. 28: 65-86.

Archive of SID

www.SID.ir

6.Ekwue, E.I., Bharat, C., and Samaroo, K. 2009. Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. Bios. Engine. 102: 236-243.
7.Feiznia, S., Ghauomian, J., and Khajeh, M. 2005. The study of the effect of physical, chemical, and climate factors on surface erosion sediment yield of loess soils (Case study in Golestan province). J. Paj. and Saz. 66: 14-24. (In Persian)
8.Geissen, V., Sanchez-Hernandez, R., Kampichler, C., Ramos-Reyes, R., Sepulveda-Lozada, A., Ochoa-Goana, S., De Jong, B.H.J., Huerta-Lwanga, E., and Hernández-Daumas, S. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils-An example from southeast Mexico. Geoderma. 151: 87-97.
9.Gomez, J.A., and Nearing, M.A. 2005. Runoff and sediment losses from rough and smooth soil surfaces in a laboratory experiment. Catena. 59: 253-266.
10.Idowu, O.J. 2003. Relationships between aggregate stability and selected soil properties in humid tropical environment. Commun. In Soil Sci. and Plant Anal. 34: 695-708.
11.Jin, K., Cornelis, W.M., Gabriels, D., Schiettecatte, W., De Neve, S., Lu, J., Buysse, T., Wu, H., Cai, D., Jin, J., and Hartmann, R. 2008. Soil management effects on runoff and soil loss from field rainfall simulation. Catena. 75: 191-199.
12.Jordan, A., and Martinez-Zavala, L. 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. Forest Eco. and Manage. 255: 913-919.
13.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.
14.Kavian, A., Azmoodeh, A., Soleimani, K., and Vahabzadeh, Gh. 2010. Effect of soil properties on runoff and soil erosion in forest lands. Iran. J. Natur. Resour. 63: 1. 89-104. (In Persian)
15.Marques, M.J., Bienes, R., Jimenez, L., and Perez-Rodriguez, R. 2007. Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots. Sci. of the Total Environ. 378: 161-165.
16.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.
17.Navas, N. 1993. Soil losses under simulated rainfall in semi-arid shrublands of the Ebro Valley, Spain. Soil Use and Manage. 9: 4. 152-156.
18.Perez-Latorre, F.J., Castro, L.D., and Delgado, A. 2010. A comparison of two variable intensity rainfall simulators for runoff studies. Soil and Till. Res. 107: 11-16.
19.Runoff Consulting Engineers. 2005. Multi-objective forestry project, Chelchay watershed. Department of Agriculture of Gorgan and Gonbad, Golestan, Iran, 6: 51. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

20.Sadeghi, S.H.R. 2010. Study and measurement of water erosion. Tarbiat Modares University. 195p. (In Persian)
21.Schjonning, P. 1994. Soil erodibility in relation to soil physical properties. Rickson, R.J. (ed.). Conserving soil resources European perspectives, Pp: 78-86.
22.Seeger, M. 2007. Uncertainty of factors determining runoff and erosion processes as quantified by rainfall simulations. Catena. 71: 56-67.
23.Sheklabadi, M., Khademi, H., and Charkhabi, A.H. 2003. Runoff and sediment generation in soils with different parent material in Gelabad watershed. J. Sci. and Technol. Agric. and Natur. Resour. 7: 2. 85-100. (In Persian)
24.Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2007. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. Soil and Till. Res. 93: 197-205.
25.Vaezi, A.R., Bahrami, H.A., Sadeghi, S.H.R., and Mahdian, M.H. 2008. Spatial variations of runoff in a port of calcareous soils of semi-arid region in northwest of Iran. J. Agric. Sci. and Natur. Resour. 15: 5. 213-225. (In Persian)
26.Vahabi, J., and Mahdian, M.H. 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. Current Sci. 95: 1439-1445.
27.Vahabi, J., and Nikkami, D. 2008. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. Inter. J. Sed. Res. 23: 375-385.
28.Vaziri, F. 1984. Rainfall events analysis to determine intensity-duration curves in some regions of Iran. Jahad Daneshgahi Press, 540p. (In Persian)
29.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.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 19(2), 2012
http://jwfst.gau.ac.ir

Effects of slope and soil properties on runoff and soil loss using rainfall simulator, Chehel-chai watershed, Golestan province

M. Zare Khormizi[1], *A. Najafinejad[2], N. Noura[3] and A. Kavian[4]

[1]M.Sc. Graduated, Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, [4]Assistant Prof., Dept. of Watershed Management, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources

Received: 2011/02/28; Accepted: 2012/01/08

Abstract

Study of soil erosion process and assessment of the control factors are the most important prerequisite for proper management of soil and water resources. This research was carried out to investigate effects of slope and soil properties on runoff and soil loss using rainfall simulator in Chehel-chai watershed, Golestan province. Also, considering the land unit map of the area, three land units were selected in the farm lands. In each land unit, three slope classes of 0-10%, 10-30% and highes than 30% were determined. Then four 10×10 m plots were selected in each slope class. Runoff and erosion were measured in each plot randomly using rainfall simulator with 2 mm/min intensity and 15 min duration in 4 replicates. Soil samples were taken in each plot as well. Results showed that there was a weak correlation between runoff and slope and there was no significant relationship at 0.05 confidence level but there was a significant and positive correlation between soil loss and slope at 0.01 confidence level. Based on the results of the Pearson correlation matrix, the contents of the fine sand in 1% confidence level and lime and silt at 5% confidence level had positive correlation with runoff and soil moisture content had positive correlation and soil surface resistance had negative correlation with soil loss. However, runoff volume and soil loss increased 8% and 100%, respectively in slope class of more than 30% in comparison with 0-10% slope class. With increasing slope, soil resistance decreased and soil loss increased.

Keywords: Chehel-chai watershed, Rainfall simulator, Runoff, Soil loss

* Corresponding Author; Email: najafinejad@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir