اثر برخی ویژگی‌های خاک بر تولید رواناب و هدررفت خاک در اراضی کشاورزی حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان

مهناز زارع خورمیزی[۱]، علی نجفی نژاد[۱*]، نادر نورا[۱]، عطاءالله کاویان[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۴)

چکیده

فرسایش یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت و کمیت خاک است و از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران می‌باشد و می‌تواند آثار مخربی بر اکوسیستم داشته باشد. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر برخی ویژگی‌های خاک بر رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران در اراضی کشاورزی حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان انجام گرفت. به این منظور در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳۶ کرت ۱۰×۱۰ متر از اراضی کشاورزی حوزه آبخیز چهل‌چای، میزان رواناب و هدررفت خاک در چهار تکرار به وسیله شبیه‌ساز باران با شدت ثابت ۲ میلی‌متر بر دقیقه و مدت زمان ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری گردید. نمونه‌برداری خاک نیز به صورت همزمان در داخل هر کرت انجام شد. نمونه‌برداری‌ها در مهر ماه سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. نتایج هم‌بستگی پیرسون نشان داد که از بین متغیرهای خاک، درصد آهک، سیلت و شن ریز در سطح ۱ درصد هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با رواناب داشته‌اند. هم‌چنین مقاومت خاک سطحی در سطح ۱ درصد، درصد ماده آلی و ازت نیز در سطح ۵ درصد هم‌بستگی منفی و معنی‌داری با هدررفت خاک داشتند. در نهایت نتایج مدل چند متغیره نشان داد که درصد آهک تنها عامل مؤثر در شدت تولید رواناب تولیدی بوده است. هم‌چنین مقاومت خاک سطحی و درصد ماده آلی نیز از عوامل مؤثر در میزان هدررفت خاک بودند.

واژه‌های کلیدی: باران‌ساز، مدل چند متغیره، ویژگی‌های خاک

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: najafinejad@yahoo.com

مقدمه

فرسایش خاک یک مشکل جهانی است که به طور جدی منابع آب و خاک را تهدید می‌کند (۲۴) و باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک و افزایش غلظت رسوب در آب می‌شود (۲۷). هر چند فرسایش خاک در طول تاریخ وجود داشته، ولی در دهه‌های اخیر به دلیل کاربری نامناسب اراضی شدت یافته است (۳). به طور کلی باید اظهار داشت که نوع بهره‌برداری از زمین و فرسایش رابطه نزدیکی با یکدیگر داشته است (۲۳) و در اثر عدم توجه به مسأله قابلیت و تناسب کاربری زمین، بیشتر اراضی به صورت نامناسب و نامعقول استفاده می‌شوند که این استفاده نادرست، به شدت فرسایش و تولید رسوب حوزه‌های آبخیز را افزایش می‌دهد (۱). فرسایش خاک شامل جداشدن و انتقال ذرات خاک توسط رواناب می‌باشد (۲۸). بنابراین تولید رواناب فرآیند مهمی است که با هدررفت خاک و اثرات محیطی عملیات کشاورزی به سبب دخالت آن در هدررفت عناصر غذایی مرتبط می‌باشد (۲۶).

در نتیجه بررسی میزان رواناب تولیدی به عنوان یکی از فرآیندهای اصلی فرسایش خاک، امری ضروری می‌باشد. از آنجایی که اندازه‌گیری میزان فرسایش خاک تحت شرایط طبیعی بارندگی، زمان بر و پر هزینه است (۳۱)، شبیه‌ساز باران به عنوان ابزاری در تحقیقات، به طور وسیعی در شناخت فرسایش خاک و فرآیندهای مربوط، مورد استفاده قرار گرفته‌است (۵). باران‌سازها امکان اندازه‌گیری مکرر در زمین‌های مختلف برای تعیین عوامل مؤثر بر رواناب و فرسایش را فراهم می‌کنند (۲۱). باید توجه داشت که استفاده از باران‌سازها خود با محدودیت‌هایی مواجه بوده، به‌طوری‌که باران‌سازها هرگز نمی‌توانند شرایط طبیعی بارندگی را به طور کامل ایجاد کنند (۱۸). اما به رغم چالش‌های موجود، استفاده از شبیه‌سازها به دلیل مزایای ذکر شده برای پژوهش در زمینه‌های مختلف فرسایش خاک و تولید رسوب در سطح جهان رایج می‌باشد (۳۰). تاکنون تحقیقات زیادی در رابطه با شناسایی ویژگی‌های مؤثر فیزیکی- شیمیایی خاک در میزان رواناب و فرسایش صورت گرفته است. فیض‌نیا و همکاران (۶) به بررسی اثر برخی عوامل محیطی در تولید رسوب ناشی از فرسایش سطحی خاک‌های لسی استان گلستان پرداختند. به این منظور از باران‌سازی با شدت بارش ۶ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. نتایج مربوط به ویژگی‌های خاک نشان داد که درصد رس و ماده آلی هم‌بستگی منفی و معنی‌دار و درصد سیلت و درصد کربنات کلسیم هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با تولید رسوب داشتند. واعظی و همکاران (۸) اثر ویژگی‌های خاک آهکی بر رواناب را تحت باران طبیعی در جنوب استان آذربایجان شرقی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شن درشت، ماده آلی و آهک، تولید رواناب را به طور معنی‌داری کاهش دادند. ناواز (۲۵) تولید رسوب را در بوته‌زارهای نیمه‌خشک اسپانیا با استفاده از باران‌ساز مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که شیب، پوشش گیاهی و نوع خاک به طور معنی‌داری بر مقدار رواناب و رسوب تأثیر داشته است. مقدار رواناب نیز با هدررفت خاک هم‌بستگی مثبت داشت. دویکر و همکاران (۱۳) به بررسی فرسایش‌پذیری پنج نوع خاک غالب با استفاده از باران‌ساز در جنوب اسپانیا پرداختند. نتایج مربوط به هدررفت خاک نشان داد که درصد رس، درصد ماده آلی، درصد کلسیم و منیزیم هم‌بستگی منفی و درصد شن خیلی ریز و درصد شن ریز به علاوه سیلت هم‌بستگی مثبت با میزان هدررفت خاک داشته است. کاسرمیرو و همکاران (۱۲) به بررسی تأثیر نوع پوشش گیاهی و متغیرهای موجود در خاک و ارتباط آن با فرسایش در مادرید اسپانیا پرداختند.

نتایج نشان داد که متغیرهای اندازه‌گیری شده در خاک هم‌بستگی ضعیفی را با میزان بار رسوب داشتند و تنها درصد سیلت با رواناب هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری داشته است. هم‌چنین درصد ماده آلی خاک و نوع پوشش گیاهی عوامل مؤثر بر کاهش فرسایش بودند. وهابی و نیک‌کامی (۳۵) به بررسی اثر بافت خاک، رطوبت اولیه خاک، شیب و پوشش گیاهی در میزان رسوب تولیدی با استفاده از باران‌ساز در حوزه آبخیز طالقان پرداختند. نتایج نشان داد که درصد رس، سیلت و رطوبت اولیه خاک هم‌بستگی مثبت و درصد شن نیز هم‌بستگی منفی با میزان رسوب تولیدی داشته است.

با توجه به بررسی مطالعات انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که عوامل متعددی در تولید و تشدید رواناب و فرسایش خاک نقش دارند که بسته به شرایط منطقه نقش برخی از این عوامل بارزتر می‌شود. در این میان می‌توان به نقش ویژگی‌های خاک توجه ویژه‌ای داشت. بدیهی است دستیابی به اثر واقعی عوامل مؤثر بر رواناب و فرسایش می‌تواند از قدم‌های اولیه و در عین حال اساسی جهت ارائه مدلی برای برآورد رواناب و هدررفت خاک در شرایط حاکم بر آبخیزهای ایران باشد. هم‌چنین با شناخت عوامل مؤثر بر هدررفت خاک می‌توان راه حل مناسبی را برای حل این مشکل ارائه کرد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر ویژگی‌های خاک بر تولید رواناب و هدررفت خاک در اراضی کشاورزی حوزه آبخیز چهل‌چای و ارائه مدل مناسب جهت برآورد رواناب و هدررفت خاک است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

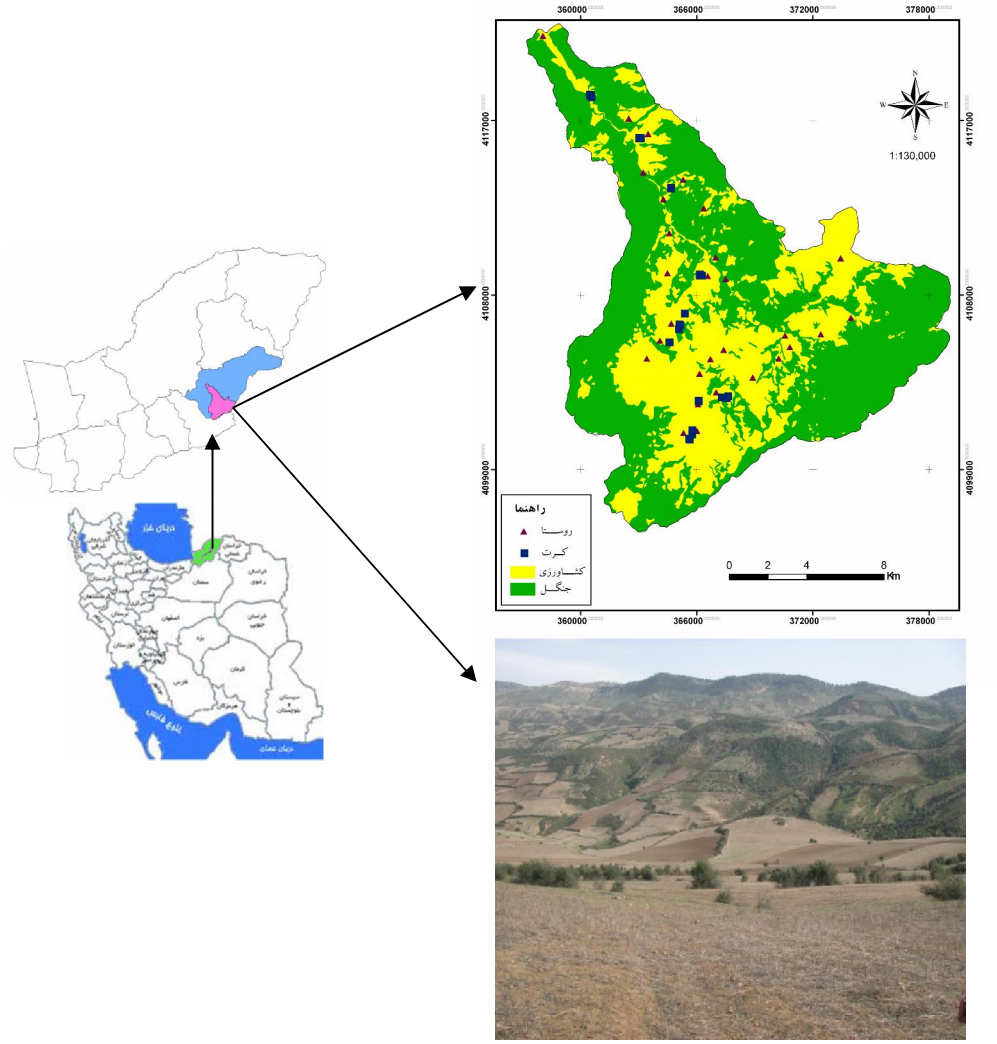
حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۵۶۸۳/۱ هکتار در طول‌های جغرافیایی شرقی ″۳۰، ′۲۲ ، °۵۵ الی ″۳۰، ′۳۷، °۵۵ و عرض‌های جغرافیایی شمالی ″۳۰، ′۵۷، °۳۶ الی ′۱۵، °۳۷ واقع شده است (شکل ۱). حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۷۳ متر و حداکثر ارتفاع آن حدود ۲۵۶۰ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط شیب حوزه ۴۵/۸۲ درصد و هم‌چنین متوسط بارش سالانه ۷۶۶ میلی‌متر است. کاربری بخش زیادی از حوزه حدودا از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۵ از جنگل به زراعت تغییر یافته است و هم‌چنان نیز کاربری توسط اهالی منطقه در حال تغییر می‌باشد. به همین علت فرسایش شدید خاک بر منطقه حاکم است. در حال حاضر کاربری‌های عمده منطقه جنگل (۵۵ درصد) و زراعت (۴۵ درصد) می‌باشد (۷).

ویژگی باران‌ساز مورد استفاده و اطلاعات بارندگی

باران‌ساز مورد استفاده، باران‌ساز صحرایی ساخته شده در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور می‌باشد. این باران‌ساز در اندازه کرت ۰/۰۹ مترمربعی براساس نمونه موجود در دانشگاه واگنینگین هلند طراحی شده است و به راحتی قابل حمل و نقل می‌باشد. باران‌ساز 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. به منظور دستیابی به مشخصات بارندگی منطقه مورد مطالعه از داده‌های مربوط به ایستگاه هواشناسی لزوره واقع در خروجی حوزه استفاده گردید. مطابق با این داده‌ها، ماکزیمم شدت ۱۵ دقیقه‌ای با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله از روش وزیری (۹) استخراج گردید. برای همه شبیه‌سازی‌های انجام شده، شدت و مدت بارندگی ثابت و به ترتیب برابر ۲ میلی‌متر بر دقیقه و با مدت زمان ۱۵ دقیقه بوده است. از آنجایی که شدت‌های بالای بارش، پاسخ خاک به تولید رواناب و فرسایش خاک را بیشتر منعکس می‌کند، در بررسی‌های کرتی از بارش‌هایی با شدت بالا بهره‌گیری می‌شود. فیض نیا و همکاران (۶)، آرنائز و همکاران (۱۰) و کاتو و همکاران (۱۹) از جمله پژوهشگرانی هستند که از شدت‌های بارش بالا در بررسی‌های خود استفاده کردند.

انتخاب محل نمونه‌برداری و عملیات آزمایشگاهی

محل آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳۶ کرت ۱۰×۱۰ متر از اراضی کشاورزی حوزه آبخیز چهل‌چای انتخاب شد (۱۳). به‌طوری‌که در هر کرت با چهار تکرار (در مجموع ۱۴۴ تکرار) اقدام به استفاده از باران‌ساز شد (شکل ۲). ۱۵ بار مقاومت خاک سطحی نیز به طور همزمان در نقاط مختلف هر کرت، توسط مقاومت سنج قابل حمل (Pocket penetrometer) اندازه‌گیری شد (۲۹). مقاوت سنج مورد استفاده ساخت شرکت ایکلکامپ هلند می‌باشد که توان اندازه‌گیری مقاومت ۵ میلی‌متر از سطح خاک را دارد. نمونه‌برداری خاک نیز به صورت تصادفی در داخل همان کرت‌ها، صورت گرفت. به این ترتیب که از هر کرت به وسیله سیلندر ۵ سانتی‌متری، یک نمونه دست‌نخورده برای تعیین جرم مخصوص و برای بررسی سایر



شکل۱. موقعیت جغرافیایی و نمایی از حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان و کرت‌های نمونه‌برداری

شکل ۲. نحوه شبیه‌سازی بارش در حوزه مورد مطالعه

عوامل مورد نظر، یک نمونه دست‌خورده از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر (۱۲) گرفته شد. نمونه‌برداری‌ها در مهر ماه سال ۱۳۸۸ انجام شد.

بعد از هر بارش، ابتدا حجم رواناب جمع‌آوری شده توسط استوانه مدرج تعیین شد (۲۲). رسوب تولیدی نیز پس از عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۰، توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، خشک و سپس توزین گردید (۳۰). پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، رطوبت قبلی خاک به روش جرمی (۱۷) و جرم مخصوص ظاهری از طریق سیلندر (۲۰) محاسبه شد. نمونه‌های دست‌خورده در هوای آزاد خشک و کوبیده شد و بعد از عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری آزمایشات مورد نظر روی نمونه‌ها صورت گرفت (۳۲). بافت خاک شامل درصد رس، سیلت و شن به روش هیدرومتر تعیین گردید (۱۴) و هم‌چنین برای به‌دست آوردن درصد شن ریز و شن درشت به وسیله الک تر جداسازی صورت گرفت (۱۶). درصد آهک از روش تیتراسیون (۳۳)، درصد ماده آلی به روش والکلی- بلک (۱۳) و درصد ازت از رابطه بین ازت و کربن آلی به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها برای آنالیز آماری از نرم‌افزار SPSS18 استفاده شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در سطح احتمال ۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت (۱۵). سپس از روش هم‌بستگی پیرسون، رابطه متغیرهای مورد نظر با میزان رواناب و هدررفت خاک مورد بررسی قرار گرفت (۳۴). در انتها با بهره‌گیری از متغیرهای مؤثر در میزان رواناب و فرسایش، اقدام به توسعه مدل‌های خطی جهت برآورد رواناب و هدررفت خاک با استفاده از رگرسیون چند متغیره گردید.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های خاک سطحی در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج مشخص شد که درصد سیلت منطقه به نسبت ماسه و رس بیشتر می‌باشد (۷۰/۲۲) که این عامل باعث بالا رفتن رواناب و فرسایش خاک می‌گردد. در این زمینه مورگان (۲۴) بیان می‌کند که بین مقدار سیلت خاک و فرسایش ارتباط نزدیکی وجود دارد. از طرفی دیگر نتایج نشان می‌دهد، درصد ماده آلی و ازت در اراضی کشاورزی مورد مطالعه کم می‌باشد، که می‌توان چنین برداشت کرد که تغییر کاربری و استفاده مستمر از این اراضی باعث چنین امری شده است.

نتایج حاصل از آنالیزشبیه‌سازی باران در حوزه آبخیز مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. براساس نتایج به دست آمده، مشخص می‌شود که غلظت رسوب به نسبت میزان رواناب تولیدی زیاد می‌باشد. که دلیل آن می‌تواند برداشت خاک حاصل از فرسایش پاشمانی در شبیه‌سازی بارش انجام شده باشد. به منظور شناخت ارتباط بین ویژگی‌های خاک با میزان رواناب و هدررفت خاک در اراضی کشاورزی منطقه، ماتریس هم‌بستگی شکل گرفت که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که متغیرهای آهک، سیلت و شن ریز در سطح ۱ درصد هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با رواناب نشان داد. هم‌بستگی مثبت شن ریز با رواناب تولیدی به دلیل ویژگی چسبندگی، تخلخل کم و در نتیجه نفوذپذیری کم و حجم رواناب تولیدی بیشتر این ذرات می‌باشد. در صورتی‌که واعظی و همکاران (۸) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که شن ریز اثر معنی‌داری بر حجم رواناب نداشته است. ذرات سیلت نیز باعث تشکیل سله، افزایش تراکم و درنتیجه کاهش نفوذپذیری می‌گردد. هم‌بستگی مثبت سیلت با رواناب با نتایج حاصل از تحقیقات کاسرمیرو و همکاران (۱۲)، واعظی و همکاران (۸) و وهابی و مهدیان (۳۴) مطابقت دارد. آهک نیز باعث افزایش مقاومت سطح خاک و سفت شدن سطح خاک می‌شود (۲) و در نتیجه موجب افزایش رواناب می گردد که با نتایج شیخ ربیعی و همکاران (۴) مطابقت و با نتایج واعظی و همکاران (۸) مغایرت دارد. هم‌چنین متغیر مقاومت خاک سطحی در سطح احتمال ۱ درصد، کربن آلی و ازت در سطح

جدول ۱. مشخصه‌های آماری متغیرهای خاک سطحی در حوزه آبخیز مورد مطالعه

متغیر	حداقل	میانگین	حداکثر	انحراف معیار
مقاومت خاک (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	۰/۵۷	۱/۲۷	۲/۵۶	۰/۴۹
درصد رطوبت قبلی خاک	۵/۲	۹/۹۸	۲۲/۵	۳/۶
درصد آهک	۱	۱۲/۷۶	۴۸	۹/۸۶
درصد ازت	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۲۳	۰/۰۴
درصد کربن آلی	۰/۲۷	۱/۰۹	۲/۲۶	۰/۴۷
درصد رس	۸	۱۳/۲۲	۲۶	۳/۹۲
درصد سیلت	۴۴	۷۰/۲۲	۸۰	۷/۷۷
درصد شن درشت	۲/۳۸	۷/۳۳	۱۹/۲۲	۴/۳۰
درصد شن ریز	۴/۹۱	۹/۲۲	۱۴/۵۳	۲/۶۹
جرم مخصوص(گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۰/۹۹	۱/۲۴	۱/۵۱	۰/۱۱

جدول ۲. مقادیر حجم رواناب، غلظت رسوب و آستانه شروع رواناب در آزمایشات شبیه‌سازی باران در حوزه آبخیز مورد مطالعه

متغیر	حداقل	میانگین	حداکثر	انحراف معیار
حجم رواناب (لیتر)	۰/۰۹	۰/۳۸	۰/۷۵	۰/۱۶
غلظت رسوب (گرم بر لیتر)	۶	۱۳/۹۹	۴۲/۴۲	۷/۶۸
آستانه شروع رواناب (دقیقه)	۰/۹۷	۲/۰۲	۲/۹۸	۰/۵۳

جدول ۳. هم‌بستگی بین مقادیر رواناب و غلظت رسوب با ویژگی‌های فیزیک وشیمیایی خاک در حوزه آبخیز مورد مطالعه

خصوصیات خاک	رواناب (لیتر)	غلظت رسوب (گرم بر لیتر)
مقاومت خاک سطحی (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	۰/۲۴۱	-۰/۴۳۳**
درصد رطوبت	۰/۰۷۴	۰/۰۱۴
درصد آهک	۰/۵۵۴**	-۰/۰۵۹
درصد ازت	-۰/۳۱۴	-۰/۳۶۵*
درصد ماده آلی	-۰/۳۰۲	-۰/۳۶۴*
درصد رس	-۰/۲۷۱	-۰/۰۱۶
درصد سیلت	۰/۴۳۴**	۰/۱۰۹
درصد شن درشت	-۰/۲۳۷	-۰/۱۸۵
درصد شن ریز	۰/۴۸۲**	۰/۰۰۴
جرم مخصوص(گرم بر سانتی‌مترمکعب)	۰/۰۲۶	۰/۱۲

**: معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

*: معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

جدول ۴. ضرایب رگرسیونی اثر ویژگی‌های خاک بر تولید رواناب

مدل	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد	t	معنی‌داری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۰/۲۶۶	۰/۰۳۸		۷/۰۴۴	۰/۰۰۰
درصد آهک	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۵۵۴	۳/۸۷۷	۰/۰۰۰

جدول ۵. ضرایب رگرسیونی اثر ویژگی‌های خاک بر هدررفت خاک

مدل	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد	t	معنی‌داری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۲۶/۷۴۴	۳/۸۲۲		۶/۹۹۷	۰/۰۰۰
مقاومت خاک سطحی (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	-۵/۹۰۹	۲/۳۶۹	-۰/۳۷۸	-۲/۴۹۴	۰/۰۱۸
درصد ماده آلی	-۴/۷۷۶	۲/۴۷۴	-۰/۲۹۲	-۱/۹۳	۰/۰۴۳

جدول ۶. مدل‌های نهایی برآورد رواناب و هدررفت خاک

	رابطه	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده
رواناب	R= 0.266 + 0.009TNV	۰/۳۰	۰/۲۸
هدررفت خاک	SL= 26.744 - 5.909SR- 4.776OC	۰/۲۷	۰/۲۴

R= رواناب برآوردی، TNV= آهک، SL= هدررفت خاک برآوردی، SR= مقاومت خاک سطحی، OC= کربن آلی

احتمال ۵ درصد هم‌بستگی منفی و معنی‌داری با هدررفت خاک داشتند. هرچه مقاومت خاک سطحی بیشتر باشد، خاکدانه‌ها در مقابل برخورد قطرات باران مقاومت بیشتری را نشان می‌دهند. بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بارتز و روس (۱۱) و واعظی و همکاران (۳۳) مبنی بر هم‌بستگی منفی مقاومت خاک سطحی با هدررفت خاک مطابقت و با نتایج سچجونینگ (۲۹) مبنی بر عدم رابطه مقاومت خاک با هدررفت خاک و هم‌چنین با نتایج آرنائز و همکاران (۱۰) مبنی بر هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار مقاومت خاک با هدررفت خاک مغایرت دارد. ماده آلی باعث افزایش نفوذپذیری خاک و افزایش ظرفیت نگهداری می‌شود و ماده آلی نقش کلیدی در پایداری ساختمان خاک و مقاومت به فرسایش خاک دارد. این نتیجه با گزارشات فیض نیا و همکاران (۶)، دویکر و همکاران (۱۳) کاسرمیرو و همکاران (۱۲) و تجادا و گنزالز (۳۲) مطابقت دارد. هم‌چنین ازت نیز باعث افزایش نفوذپذیری (۱۴) و در نتیجه کاهش هدررفت خاک می‌شود.

در ادامه جهت شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رواناب و هدررفت خاک در حوزه مورد مطالعه از بین خصوصیات خاک سطحی، از تحلیل رگرسیون استفاده گردید. در تحلیل رگرسیون، رواناب و هدررفت خاک به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای آهک، سیلت، شن ریز، مقاومت خاک سطحی، ازت و کربن آلی به عنوان متغیرهای مستقل (براساس نتایج حاصل از

هم‌بستگی خطی نشان داده شده در جدول ۳) در نظر گرفته شد. ضرایب رگرسیونی اثر خصوصیات خاک بر رواناب و هدررفت خاک به ترتیب در جداول ۴ و ۵ آورده شده است. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که از بین عوامل مؤثر بر رواناب، تنها درصد آهک با سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱ بیشترین تأثیر را در تولید شدت تولید رواناب داشته است. هم‌چنین با توجه به جدول ۵ مشخص شد که متغیرهای مقاومت خاک سطحی و ماده آلی به ترتیب بیشترین تأثیر را در میزان هدررفت خاک داشتند. اثر کاهشی مقاومت خاک سطحی بر هدررفت خاک در سطح احتمال ۰/۰۵ و اثر کاهشی ماده آلی بر هدررفت خاک نیز در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار شد. در نهایت بر اساس نتایج حاصل و با توجه به ضریب تبیین و ضریب تبیین تعدیل شده مدل مناسب انتخاب گردید (جدول۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین نتیجه گرفت که خصوصیات خاک از جمله درصد آهک، سیلت و شن ریز در میزان رواناب تولیدی و مقاومت خاک سطحی، درصد ازت و درصد ماده آلی نیز در هدررفت خاک نقش بسزایی دارند. هم‌چنین نتایج نشان داد که با وارد شدن این متغیرها به مدل می‌توان براساس متغیر آهک (P-Value = ۰/۰۰۰)، رواناب تولیدی و براساس متغیرهای مقاومت خاک سطحی (P-Value = ۰/۰۱۸) و ماده آلی (P-Value = ۰/۰۴۳) هدررفت خاک را برآورد نمود. در نهایت پیشنهاد می‌شود با توجه به این‌که تحقیق حاضر در اراضی کشاورزی منطقه انجام شده است، مطالعه‌ای نیز در کاربری جنگل حوزه آبخیز مورد مطالعه انجام شود و با نتایج حاضر مقایسه گردد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود این تحقیق را با باران‌سازی با ابعاد بزرگ‌تر و یا تحت شرایط بارش طبیعی انجام داد و با مقایسه نتایج، مدل‌های بهتری را برای برآورد رواناب تولیدی و هدررفت خاک ارائه نمود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله ازکشاورزان حوزه چهل‌چای شهرستان مینودشت به خاطر در اختیار قرار دادن زمین‌های کشاورزی به منظور انجام آزمایشات سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع مورد استفاده

۱. پیشداد سلیمان‌آباد، ل.، ع. نجفی‌نژاد، ع. سلمان‌ماهینی و ح. خالدیان. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر فرسایش خاک در حوزه آبخیز چراغ‌ویس. علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۱۵(۱): ۱۴۲-۱۴۹.

۲. زارع خورمیزی، م.، ع. نجفی‌نژاد، ن. نورا و ع. کاویان. ۱۳۸۹. ارتباط مقاومت خاک سطحی با برخی از خصوصیات خاک-مطالعه موردی حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان. ششمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۳. شکل‌آبادی، م.، ح. خادمی و ا.ح. چرخابی. ۱۳۸۲. تولید رواناب و رسوب در خاک‌های با مواد مادری متفاوت در حوزه آبخیز گل‌آباد، اردستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۲): ۸۵-۱۰۰.

۴. شیخ‌ربیعی، م.، س. فیض‌نیا و ح. پیروان. ۱۳۸۹. میزان تولید رواناب و رسوب در واحدهای کاری حوزه آبخیز فشند، در مقیاس شبیه‌ساز باران. ششمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۵. صادقی، س.ح. ۱۳۸۹. *مطالعه و اندازه‌گیری فرسایش آبی*. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۶. فیض‌نیا، س.، ج. غیومیان و م. خواجه. 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.

۷. مهندسین مشاور رواناب. ۱۳۸۴. طرح جامع جنگلداری چند منظوره، حوزه آبخیز ۹۲ مینودشت (چهل‌چای). اداره کل کشاورزی گرگان و گنبد.

۸. واعظی، ع.، ح. بهرامی، س.ح. صادقی و م. مهدیان. ۱۳۸۷. تغییرات مکانی رواناب در بخشی از خاک‌های آهکی ناحیه نیمه‌خشک در شمال غربی ایران. علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۱۵(۵): ۲۱۳-۲۲۵.

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

10. Arnaez, J., T. Lasanta, P. Ruiz-Flano and L. Ortigosa. 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. Soil Tillage Res. 93: 324–334.
11. Barthes, B. and E. Roos. 2002. Aggregate Stability as an Indicator of soil susceptibility to runoff and erosion;Validation at several level. Catena 47: 133-149.
12. Casermeiro, M.A., J.A. Molina, M.T. Dela Cruz Caravaca, J. Hernando Costa, M.I. Hernando Massanet and P.S. Moreno. 2004. Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. Catena 54: 91-107.
13. Duiker, S.W., D.C. Flanagan and R. Lal. 2001. Erodibility and filtration characteristics of five major soils of southwest Spain. Catena 45: 103-121.
14. Evrendilek, F., I. Celik and S. Kilic. 2004. Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grassland and cropland ecosystems in Turkey. J. Arid Environ. 59: 743-752.
15. Geissen, V., R. Sanchez-Hernandez, C. Kampichler, R. Ramos-Reyes, A. Sepulveda-Lozada, S. Ochoa-Goana, B.H.J. de Jong, E. Huerta-Lwanga and S. Hernandez-Daumas. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils-An example from southeast Mexico. Geoderma 151: 87-97.
16. Idowu, O.J. 2003. Relationships between aggregate stability and selected soil properties in humid tropical environment. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 34: 695-708.
17. Jin, K., W.M. Cornelis, D. Gabriels, W. Schiettecatte, S. De Neve, J. Lu, T. Buysse, H. Wu, D. Cai, J. Jin and R. Hartmann. 2008. Soil management effects on runoff and soil loss from field rainfall simulation. Catena 75: 191-199.
18. Jordan, A., L. Martinez-Zavala and N. Bellinfante. 2008. Heterogeneity in soil hydrological response from different land cover types in southern Spain. Catena 74: 137-143.
19. Kato, H., Y. Onda, Y. Tanaka and M. Asano. 2009. Field measurement of infiltration rate using an oscillating nozzle rainfall simulator in the cold, semiarid grassland of Mongolia. Catena 76: 173–181.
20. Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. part 1(Physical and Mineralogical Methods). Am. Soc. Agron., Madison, WI.
21. Lange, J., N. Greenbaum, S. Husary, M. Ghanem, C. Leibundgut and A.P. Schick. 2003. Runoff generation from successive simulated rainfalls on a rocky, semi-arid, Mediterranean hillslope. Hydrol. Process 17: 279-296.
22. Marques, M.J., R. Bienes, L. Jimenez and R. Perez-Rodriguez. 2007. Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots. Sci. Total Environ. 378: 161-165.
23. Molina, A., G. Govers, V. Vanacker, J. Poesen, E. Zeelmaekers and F. Cisneros. 2007. Runoff generation in a degraded Andean ecosystem: Interaction of vegetation cover and land use. Catena 71: 357-370.
24. Morgan, R.P.C. 2005. Soil Erosion and Conservation. 3rd ed., Black Well Pub., ؟؟؟ مکان ناشر
25. Navas, N. 1993. Soil losses under simulated rainfall in semi-arid shrublands of the Ebro Valley, Spain. Soil Use Manage. 9(4): 152-156.
26. Perez-Latorre, F.J., L.D. Castro and A. Delgado. 2010. A comparison of two variable intensity rainfall simulators for runoff studies. Soil Tillage Res. 107: 11-16.
27. Qiang Deng, Z., J.L.M.P. De Lima and H. Shin Jung . 2008. Sediment transport rate-based model for rainfall-induced soil erosion. Catena 76: 54-62.
28. Romkens, M.J.M., k. Helming and S.N. Prasad. 2001. Soil erosion under different rainfall intensities, surface roughness, and soil water regimes. Catena 46: 103-123.
29. Schjonning, P. 1994. Soil erodibility in relation to soil physical properties. PP.78-86. *In*: Rickson, R.J.(Ed.), Conserving soil resources European perspectives.
30. Seeger, M. 2007. Uncertainty of factors determining runoff and erosion processes as quantified by rainfall simulations. Catena 71: 56-67.
31. Sheridan, G., P. Noske, P. Lane and C. Sherwin. 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.

32. Tejada, M. and J.L. Gonzalez. 2007. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. Soil Tillage Res. 93: 197-205.
33. Vaezi, A., S.H. Sadeghi, H. Bahrami and M. Mahdian. 2008. Modelling the USLE K-factor for calcareous soils in northwestern Iran. Geomorphology 97: 414-423.
34. Vahabi, J. and M. Mahdian. 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. Current Sci. 95: 1439-1445.
35. Vahabi, J. and D. Nikkami. 2008. Assessing dominant factors affecting soil erosion using a portable rainfall simulator. Intl. J. Sediment Res. 23: 375-385.

J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour., Water and Soil Sci., Vol. 17, No. 64, Summer 2013, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

The Effects of Soil Properties on Runoff and Soil Loss Generation in the Farm Lands of the Chehel-Chai Watershed, Golestan Province

M. Zarea Khormizi[1], A. Najafinejad[1]*, N. Noura[1] and A. Kavian[2]

(Received : Sep. 27-2011 ; Accepted : Sep. 25-2012)

Abstract

Soil erosion is one of the most important factors affecting soil quantity and quality and is environmental problems in developing countries like Iran. It can have deteriorating effects on ecosystems. This research was carried out in farm lands of the Chehel-Chai watershed, Golestan province to investigate the effect of soil properties on runoff and soil loss. Runoff and soil loss were measured in a completely randomized design in 36 plots with 10×10 m sizes in farm lands. For this reason, this study was conducted using rainfall simulator with 2 mm/min intensity and 15 min duration in 4 replicates. Soil samples were also taken in each plot. Sampling was conducted in October 2009. Results of the Pearson correlation showed that among soil properties, the contents of the lime, silt and fine sand had positive correlations with runoff at 1% confidence level. Also, soil surface resistance at 1% confidence level, the contents of the organic matter and nitrogen at 5% confidence level had negative correlations with soil loss. Finally, the results of multiple linear models showed that the content of lime is effective in estimating runoff and soil surface resistance, and organic matter is effective in estimating soil loss.

Keywords: Rainfall simulator, Multiple model, Soil properties.

1. Dept. of Watershed Manage., Gorgan Univ. of Agric. Sci. and Natur. Resour., Gorgan, Iran.
2. Dept. of Watershed Manage., Sari Univ. of Agric. Sci. and Natur. Resources., Sari, Iran.
*: Corresponding Author, Email: najafinejad@yahoo.com