نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری
Extension and Development of Watershed Management

سال یازدهم- شماره ۴۳- زمستان ۱۴۰۲

Vol. 11, No. 43, Winter 2024

تغییرات رواناب و هدررفت خاک در خاک برداشت‌شده از کاربری جنگل تحت شدت‌های مختلف بارندگی

سارا امینی[۱]، عطاالله کاویان*[۲]، لیلا غلامی[۳] و نبیه کریمی[۴]

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۱۱/۲۹

DOI: 10.22034/WMJI.2024.2021201.1051

چکیده

زمین به‌عنوان یک منبع طبیعی و ضروری برای بشریت و حفظ بوم‌سازگان‌ها[5] می‌باشد و اندازه‌گیری میزان فرسایش خاک به‌عنوان یکی از بحث‌های مهم در سراسر جهان مطرح است. هدف این پژوهش بررسی تغییرات مقادیر رواناب و رسوب تولیدشده تحت چهار شدت ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت در خاک برداشت‌شده از کاربری جنگل در مقیاس کرت است. شبیه‌سازی باران با استفاده از سامانه شبیه‌ساز باران و کرت‌هایی با اندازه۰/۵ مترمربع در سه تکرار انجام شد. پس از اندازه‌گیری رواناب در فواصل زمانی دو دقیقه‌ای و به مدت ده دقیقه در خروجی کرت‌ها و سپس توزین هدررفت خاک، نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS23 و Excel مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. میانگین حجم رواناب سه کرت در شدت‌های بارندگی ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب ۰/۹۸، ۱/۳، ۲/۰۳ و ۲/۴۳ لیتر بود و میانگین هدررفت خاک به ترتیب ۸/۲۱، ۱۴/۸۵، ۴۶/۷ و ۶۳/۲۷ گرم بود. نتایج نشان داد که اثر شدت بارندگی بر مؤلفه‌های رواناب و هدررفت خاک در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین نشان داد که کم‌ترین حجم رواناب و هدررفت خاک مربوط به شدت‌های ۳۰ و ۶۰ میلی‌متر بر ساعت و بیش‌ترین حجم رواناب و هدررفت خاک مربوط به دو شدت ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت بود که نشان‌دهنده روند افزایشی حجم رواناب و هدررفت با افزایش شدت بارندگی است؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد که در شرایط طبیعی برای کاهش این مؤلفه‌ها از روش‌های حفاظتی ازجمله کاربرد افزودنی‌ها استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: *رواناب، سامانه شبیه‌ساز باران، شدت بارش، پلات‌های فرسایش، هدررفت خاک.*

مقدمه

خاک سامانه‌ای پیچیده و پویا بوده که همواره در تعامل با سامانه‌های طبیعی و انسانی می‌باشد و در دستیابی به اهداف توسعه پایدار از اهمیت بالایی برخوردار است [۵ و۱۹]. افزایش اثربخشی انسان بر محیط‌زیست و رشد دانش انسانی بر فرآیند فرسایش طبیعی، که امروزه یک تهدید بزرگ جهانی برای تخریب خاک به شمار می‌رود، تأثیرگذار است. در حقیقت فعالیت‌های انسانی یکی از محرک‌های اصلی فرسایش بوده و درک ماهیت آن کلید حفظ تعادل اکوسیستم می‌باشد [۶، ۲۰ و ۲۲]. تسریع فرسایش خاک[6] و تخریب خاک جزو چالش‌های محیطی بوده که منجر به تخریب اکوسیستم و کاهش بهره‌وری خاک می‌شود. پیش‌بینی‌ها در سطح جهانی نشان داده‌اند که تا سال ۲۰۷۰ فرسایش خاک بین ۳۰ تا ۶۶ درصد افزایش می‌یابد [۷]. امروزه بیش‌ترین میزان فرسایش در قاره‌های آسیا و آفریقا مشاهده می‌شود که عمدتاً به دلیل بارش با شدت بالا، افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش مناطق زراعی و شهری اتفاق می‌افتد و درنتیجه موجب از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی می‌شود.

شدت بارندگی عامل مهمی در تولید رواناب می‌باشد و جنگل‌ها و سایر پوشش‌های گیاهی همیشه قادر به حفظ مقدار زیادی از آب ناشی از بارش نیستند [۱]. رژیم بارش به‌عنوان نیروی محرکه اولیه و اصلی برای تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک شناخته شده‌است. الگوی بارش می‌تواند تأثیر مهمی بر نفوذ و جریان‌های سطحی داشته باشد و متعاقباً بر فرآیندهای هیدرولوژیکی و فرسایش تأثیر بگذارد [۱۷ و ۲۶]. فرسایش خاک توسط رواناب عمدتاً به شیب زمین، شدت بارندگی و مدت بارندگی و همین‌طور به ویژگی‌های خاک و کاربری زمین بستگی دارد. ذرات خاک تحت تأثیر برخورد قطرات باران روی سطح زمین، از خاک سطحی حاصلخیز جدا شده

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران و نویسنده مسئول Email: a.kavian@sanru.ac.ir
۳- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۴- دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

5. Ecosystem

6. Soil Erosion

و با سرعتی که بستگی به شیب زمین و میزان رواناب دارد، جابه‌جا می‌شوند [۲۲].

در این زمینه، لازم به ذکر است که شبیه‌سازهای باران می‌توانند توزیع یکنواخت بارندگی را با تقلید مناسب از اندازه قطرات و انرژی جنبشی مشابه با بارش طبیعی ارائه دهند. مزیت اصلی چنین ابزارهایی این است که می‌توانند طیف گسترده‌ای از شدت بارندگی را در یک محیط کنترل‌شده بدون نیاز به انتظار برای بارش طبیعی تولید کنند. داده‌های تولیدشده از شبیه‌ساز باران برای ارزیابی رواناب و فرسایش خاک بسیار مهم بوده و موجب ایجاد سامانه‌ای برای برنامه‌ریزی کنترل فرسایش می‌باشد. شبیه‌سازهای باران می‌توانند درک ما را از فرآیندهای هیدرولوژیکی مؤثر بر رواناب افزایش دهند [۲].

مطالعات فراوانی در ارتباط با تأثیر شدت بارش بر میزان رواناب و هدررفت خاک انجام‌شده است. در میان پژوهش‌های انجام‌شده در داخل و خارج از کشور، وهابی و همکاران [۲۴] با استفاده از سامانه شبیه‌ساز باران دو شدت مختلف بارندگی را در ۱۴۵ کرت از حوضه آبخیز طالقان شبیه‌سازی و حجم رواناب را اندازه‌گیری کردند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق تأثیر تراکم پوشش گیاهی در بین متغیرهای مؤثر بر تولید رواناب در شرایط شبیه‌سازی‌شده، در اولویت قرار گرفته‌است. علی‌رمایی و همکاران [۳] اثر شدت بارندگی و شیب را بر رواناب سطحی و نفوذ در دیم‌زارهای منطقه کلاله در استان گلستان بررسی کردند. باران‌هایی به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت‌های ۳۳، ٦٤، ۸۰ و ۱۱۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب‌های ٦، ۱۲ و ۲۵ درصد انتخاب و میزان نفوذ و رواناب سطحی در چهار کرت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش شدت بارندگی و شیب، شدت متوسط نفوذ کاهش و ضریب متوسط رواناب افزایش یافت. کاویان و همکاران [۱۲] تأثیر کاه و کلش گندم بر فرآیندهای فرسایش خاک را در خاک لومی شنی انتقال‌یافته از مراتع ییلاقی شمال ایران با شدت‌های شبیه‌سازی‌شده ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر در ساعت در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر متقابل شدت بارندگی و حفاظت خاک برای متغیرهای غلظت رسوب و فرسایش خاک معنی‌دار بود. غلامی و همکاران [۱۰] تأثیر الگوی بارش را بر فرسایش خاک مراتع آسیب‌دیده بررسی کردند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش با اشباع شدن خاک، با افزایش شدت بارندگی حجم رواناب نیز افزایش‌یافته و بین شدت بارندگی و حجم رواناب همبستگی مثبت وجود دارد. سعیدیان و همکاران [۲۱] اثر متقابل کاربری اراضی، شدت باران و فرسایش در سازندهای گچساران و آغاجاری را در بخشی از حوضه آبخیز مرغا و کوه گچ در شهرستان ایذه مقایسه کردند. طبق نتایج ایشان در هر دو سازند، تفاوت معناداری در میزان اثر متقابل کاربری‌های مختلف و شدت باران در میزان رواناب، رسوب، نفوذپذیری و شروع رواناب و فرسایش مشاهده شد. کاربری‌ها و اثر متقابل کاربری و شدت باران بیش‌ترین تأثیر را در تولید رسوب نشان داد. بالاکو [٤] تأثیر شدت بارندگی و شیب را در محیط آزمایشگاهی بر فرسایش بین‌شیاری در خاک لومی شنی در جنوب ایتالیا بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که شیب و شدت باران تأثیر معنی‌داری بر میزان رسوب دارند اما تأثیر کم‌تری بر رواناب می‌گذارند. کاهش بارندگی و شیب موجب کاهش درصد خروج رسوب شده است، درحالی‌که رواناب با شدت بارندگی افزایش‌یافته اما به شیب حساسیت زیادی نشان نداده است. غلامی و همکاران [۸] اثر مالچ کاه و کلش بر نفوذ، فرسایش پاشمانی، رواناب و رسوب را در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد اثر شدت بارندگی بر ضریب زهکشی، پاشمان پایین‌دست، هدررفت خاک و غلظت رسوب معنی‌دار است. خالدی درویشان و همکاران [۱٤] تأثیر شدت باران و رطوبت اولیه خاک را بر پاسخ‌های هیدرولوژیکی در شرایط آزمایشگاهی مطالعه کردند. طبق نتایج ایشان شدت بارندگی عامل غالب مؤثر بر فرسایش، رواناب و رسوب است. هم‌چنین همبستگی مثبت بین شدت بارندگی و حجم رواناب در این مطالعه اثبات شد. ژائو و همکاران [۲۷] اثرات شدت بارندگی و شیب را بر ویژگی‌های فرسایش خاک قرمز در آزمایشگاهی در شهر گوانگژو[1] در جنوب چین بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که تولید رواناب تحت تأثیر شدت بارش پس از یک روند افزایشی ناپایدار با افزایش مدت بارندگی وضعیت ثابتی داشته و با افزایش شیب افزایش نمی‌یابد. هم‌چنین رسوب‌دهی تحت شدت بالای بارش با محدودیت جداشدگی و سپس تحت شدت کم بارش با محدودیت جابه‌جایی، قابل‌کنترل است. در شدت بارندگی کم و متوسط، افزایش میزان فرسایش با زاویه شیب ایجادشده در آزمایش، می‌تواند جدایش ذرات خاک را افزایش داده و اثر حفاظتی لایه سطحی خاک را محدود کند. لو و همکاران [۱۸] تأثیر بارندگی و جریان ورودی رواناب بر فرسایش خاک در کرت و شدت بارندگی ۱/۵، ۲/۰ و ۲/۵ میلی‌متر بر دقیقه را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که شدت بارندگی و میزان جریان ورودی بر رواناب و فرسایش خاک تأثیر زیادی داشت. در دنیای امروز افزایش فرسایش و هدررفت آب‌وخاک یک مشکل اساسی به شمار می‌آید و از مهم‌ترین معضلات محیط‌زیستی می‌باشد و ویژگی‌های بارندگی ازجمله شدت بارش بر میزان رواناب و به‌تبع آن بر فرسایش تأثیرگذار می‌باشد. پژوهش حاضر در جهت بررسی تغییرات فرسایش خاک در اراضی کشاورزی که دارای شرایط تخریب بوده می‌تواند استفاده شود و به بهبود شرایط موجود کمک خواهد کرد و هم‌چنین پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران می‌توانند از نتایج طرح استفاده کنند.

1. Guangzhou

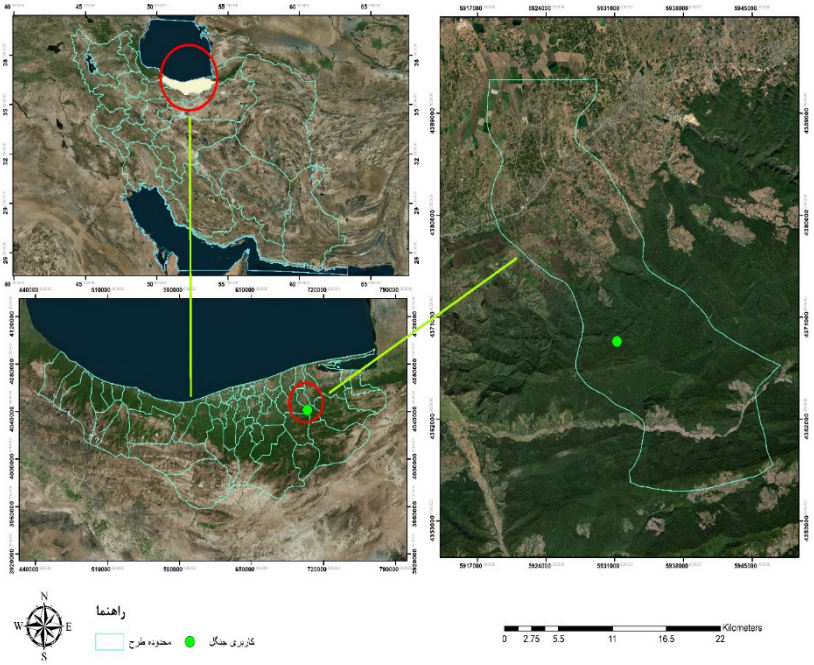
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

خاک مورداستفاده از محدوده مطالعاتی بخشی از جنگل روستای دارابکلا، واقع در جنوب شرقی شهرستان ساری در استان مازندران برداشت شد. شکل (۱) نمایی از موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد. میانگین بارندگی در این جنگل ۷۵۰–۷۰۰ میلی‌متر در سال برآورد شده است. تیپ غالب این جنگل ممرز–راش همراه با تک‌پایه‌های افرا می‌باشد. ساختمان خاک در بالا ریزدانه و در عمق درشت بوده و بافت آن کمی سنگین تا سنگین و میزان نفوذپذیری خاک ضعیف تا متوسط است. هم‌چنین میزان تاج پوشش و میزان پوشش کف جنگل به ترتیب ۷۰ درصد و ۲۰ درصد می‌باشد.

تهیه نمونه‌های خاک و عملیات آزمایشگاهی

خاک مربوط به پژوهش حاضر از عمق ۲۰–۰ سانتی‌متری سطح خاک از پارسل چهارده در سری یک این جنگل برداشت‌شده و بعد از انتقال به آزمایشگاه و هوا خشک شدن، کلوخه‌ها از آن جدا و در مرحله آخر از الک ٤ میلی‌متری عبور داده شد که شکل (۲) نمایی از این مراحل را نشان می‌دهد. سپس خاک‌ها درون کرت‌هایی با اندازه ۰/۵ مترمربع آزمایشگاهی منتقل و فشرده (تا حد شرایط طبیعی خاک برداشت‌شده و با استفاده از غلطک) شده است. در ادامه کرت‌ها با سه تکرار تحت چهار شدت بارندگی توسط سامانه شبیه‌ساز باران قرار گرفتند [۸]. شکل (۳) قرارگیری کرت‌ها در زیرسامانه شبیه‌ساز باران را نشان می‌دهد. برای شبیه‌سازی باران از دو نازل ویجت ۸۰۱۰۰ با قطر روزنه ٤/۵ میلی‌متر و قابلیت جابه‌جایی روی ریلی با طول دو متر استفاده گردید. انتقال آب به نازل‌ها از شلنگی به قطر ۱۵ میلی‌متر متصل به یک پمپ الکتریکی انجام‌شده است. به‌منظور شبیه‌سازی باران در چهار شدت ۳۰، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت یک برد کنترلی باقابلیت برنامه‌نویسی و اجرای چندین برنامه بارشی با خصوصیات مختلف و به‌صورت خودکار و متوالی به کار گرفته شد [۱٦].



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

شکل ۲: مراحل هوا خشک شدن و الک کردن خاک برداشت‌شده از جنگل

شکل ۳: قرارگیری کرت‌های آزمایشگاهی در زیرسامانه شبیه‌ساز باران

شکل ٤: خشک‌کردن رسوب در کوره آزمایشگاهی و توزین نمونه‌های خشک‌شده

اندازه‌گیری حجم رواناب و هدررفت خاک

پس از ثبت زمان شروع رواناب، برداشت رواناب و رسوب در فاصله‌های زمانی دو دقیقه‌ای به مدت‌زمان ۱۰ دقیقه انجام شد. پس از گذشت ٢٤ ساعت و ته‌نشینی کامل رسوب، آب اضافی را جدا کرده و رسوب باقیمانده به مدت ٢٤ ساعت در کوره آزمایشگاهی[1] با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس توزین شد [۱۵] (شکل ٤).

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

درنهایت پس از اندازه‌گیری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS23 و Excel تجزیه‌وتحلیل آماری انجام شد. ابتدا به‌منظور تعیین معنی‌دار بودن آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه توسط نرم‌افزار SPSS23 انجام شد و در مرحله بعدی همبستگی بین پارامترهای رواناب و هدررفت خاک توسط آزمون دانکن به دست آمد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجم رواناب

نتایج مربوط به حجم رواناب در سه تکرار، تحت چهار شدت ۳۰، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت در جدول ۱ ارائه‌شده است.

با توجه به نتایج جدول ۱ میانگین حجم رواناب سه کرت در شدت‌های بارندگی ۱۲۰، ۹۰، ٦۰ و ۳۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب ۲/٤۳، ۲/۰۳، ۱/۳ و ۰/۹۸ لیتر بود و میانگین هدررفت خاک به ترتیب ٦۳/۲۷، ٤٦/۷، ۱٤/۸۵ و ۸/۲۱ گرم بود و این نتایج حاکی از اثرپذیری مستقیم مقدار رواناب و هدررفت خاک تحت تأثیر شدت بارندگی است. لیانگ و همکاران [۱۷] رژیم بارش را به‌عنوان نیروی محرکه اولیه برای تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک و اصل اساسی برای ارزیابی اثرات نهایی فرسایش و تخریب زمین شناسایی کردند و بیان کردند که تولید رواناب و رسوب تحت تأثیر مستقیم شدت بارندگی است. این مطالعه نقش حیاتی شدت بارش را در تولید رواناب و هدررفت خاک از دامنه‌های دارای پوشش گیاهی نشان داده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. با

1. Oven

جدول ۱: نتایج تغییرات رواناب و هدررفت خاک تحت شدت‌های مختلف بارندگی در شرایط آزمایشگاهی

متغیر	تکرار	شدت ۳۰ (میلی‌متر بر ساعت)	شدت ٦۰ (میلی‌متر بر ساعت)	شدت ۹۰ (میلی‌متر بر ساعت)	شدت ۱۲۰ (میلی‌متر بر ساعت)
حجم رواناب (لیتر)	۱	۱/۰٤	۱/۳	۲/٦	۲/۲٥
	۲	۰/۸٥	۱/۷۲	۲/۳٤	۲/۷
	۳	۱/۰۷	۰/۹	۱/۹۸	۲/۳٦
	میانگین	۰/۹۸	۱/۳	۲/۳	۲/٤۳
	انحراف معیار	۰/۱۱	۰/٤۱	۰/۳۱	۰/۲۳
	ضریب تغییرات	۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۰۹
هدررفت خاک (گرم)	۱	۱۳	۱٦/٤	٥٥/۷۷	٥۹/۹۳
	۲	٤/۸٤	۱۹/۸٤	٤٦/۰۳	٥۱/٤
	۳	٦/۷۹	۸/۳۲	۳۸/۲۹	۷۸/٤۸
	میانگین	۸/۲۱	۱٤/۸٥	٤٦/۷	٦۳/۲۷
	انحراف معیار	٤/۲٥	٥/۹۱	۸/۷٥	۱۳/۸٤
	ضریب تغییرات	۰/٥۱	۰/۳۹	۰/۱۸	۰/۲۱

جدول ۲: نتایج آزمون تجزیه واریانس تغییرات هدررفت خاک و رواناب بین شدت‌های مختلف بارندگی در شرایط آزمایشگاهی

مؤلفه	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره	معنی‌داری
رواناب	بین گروهی	٤ /٦۸	۳	۱ /٥٦		
	درون‌گروهی	۰ /٦٦	۸	۰/ ۰۸٤	۱۸/ ٦٦	۰ /۰۰۱
	کل	٥ /۳٤	۱۱			
هدررفت خاک	بین گروهی	٦۱٤۲ /۸	۳	۲۰٤۷/ ٦۰	۲٥ /٤۷	۰/ ۰۰۰
	درون‌گروهی	٦٤۳/ ۰۸	۸	۸۰ /۳۸		
	کل	٦۷۸٥ /۸۸	۱۱			

استناد به اطلاعات ثبت‌شده در کتابچه اداره منابع طبیعی استان مازندران، به دلیل نفوذپذیری کم در خاک موردمطالعه، خاک به‌سرعت اشباع‌شده و رواناب در شدت‌های پایین نیز دیده می‌شود. این نتایج بامطالعه وانگ و همکاران [۲٥] مطابقت داشته و همانند نتایج آن‌ها تأثیر انرژی جنبشی و شدت بارش بر میزان فرسایش بعد از ایجاد رواناب مشهود است.

بررسی نتایج آزمون آماری

آزمون آنالیز واریانس توسط نرم‌افزار SPSS23 انجام شد و نتایج مربوطه در جدول ۲ ارائه‌شده است.

در این پژوهش نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که اثر شدت بارندگی در کاربری جنگل بر مؤلفه‌های رواناب و هدررفت خاک در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بود. با افزایش شدت بارندگی انرژی جنبشی و تعداد قطرات بارانی که به خاک برخورد می‌کند افزایش می‌یابد و درنهایت میزان هدررفت خاک بیش‌تر می‌شود که با نتایج سلطانی گردفرامرزی و همکاران [۲۳] مبنی بر افزایش فرسایش ناشی از افزایش انرژی جنبشی باران مطابقت دارد. در باران با شدت بیش‌تر، علاوه بر آنکه غلظت رسوب به دلیل افزایش قدرت تخریبی باران افزایش می‌یابد، حجم رواناب نیز به‌مراتب بیش‌تر می‌شود و این دو عامل در کنار یکدیگر موجب افزایش هدررفت خاک در شدت بالای بارندگی می‌شود که بامطالعه کرد و همکاران [۱٦] مطابقت دارد.

با افزایش شدت بارندگی و برخورد قطرات باران به خاکدانه‌ها ساختمان آن‌ها تغییر می‌کند و به‌موجب آن تخلخل و نفوذ آب در خاک کاهش پیدا می‌کند و درنتیجه افزایش حجم رواناب مشاهده می‌شود. این نتایج بامطالعه خزائی و همکاران [۱۳]، کاویان و همکاران [۱۱]، غلامی و همکاران [۱۰] مطابقت دارد. هم‌چنین در پژوهش غلامی و همکاران [۸] اختلاف معنی‌داری در الگوهای مختلف بارندگی روی حجم رواناب در سطح ۹۹ درصد وجود داشت. در پژوهش علی‌رمائی و همکاران [۳] نیز اثر شدت بارندگی برشدت متوسط نفوذ و رواناب سطحی با سطح اعتماد ۰/۹۹ معنی‌دار تشخیص داده شد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو می‌باشند.

جدول ۳ نیز تفکیک و همگن‌بندی سطوح شدت بارندگی بر حجم رواناب و هدررفت خاک با استفاده از آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۳: تفکیک و همگن‌بندی سطوح شدت بارندگی با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد

متغیر	زیرگروه‌ها	
	۱	۲
رواناب	۶۰،۳۰ (۱/۳۰۶)،(۰/۹۸۶)	۱۲۰،۹۰ (۲/۴۳۶)،(۲/۳۰۶)
هدررفت خاک	۶۰،۳۰ (۱۴/۸۵۵)،(۸/۲۱۳)	۱۲۰،۹۰ (۶۳/۲۷۵)،(۷۰۰/۴۶)

طبق نتایج جدول ۳ تفکیک و همگن‌بندی سطوح شدت بارندگی بر حجم رواناب و هدررفت خاک با استفاده از آزمون دانکن، شامل دو زیرگروه شد. نتایج نشان داد شدت بارندگی ۳۰ و ۶۰ در زیرگروه یک و شدت بارندگی ۹۰ و ۱۲۰ در زیرگروه دو قرار گرفتند به عبارتی کم‌ترین حجم رواناب و هدررفت خاک مربوط به زیرگروه یک (شدت ۳۰ و ۶۰) و بیش‌ترین حجم رواناب و هدررفت خاک مربوط به زیرگروه دو (شدت ۹۰ و ۱۲۰) بود که نشان‌دهنده روند افزایشی حجم رواناب و هدررفت خاک با افزایش شدت بارندگی است. بالاکو [۴] و یو و همکاران [۲۶] نیز در مطالعه خود بر تأثیر معنی‌دار شدت بارش بر رواناب اشاره‌کرده است و هم‌چنین کرد و همکاران [۱۶] در مطالعات خود تأثیر معنادار شدت بارش بر هدررفت خاک و تأثیر بیش‌تر این عامل در خاک‌هایی با بافت ریز نسبت به سایر خاک‌ها را نتیجه‌گیری کرد و در این پژوهش نیز با استناد به اطلاعات ثبت‌شده در کتابچه اداره منابع طبیعی استان مازندران ساختمان خاک که در سطح ریزدانه بوده تأثیر معناداری از شدت بارش بر هدررفت خاک نشان داد. شدت بارندگی به‌صورت مستقیم و یا با تأثیر بر سایر عوامل موجب افزایش هدررفت خاک می‌شود.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر باهدف بررسی تغییرات رواناب و رسوب در خاک برداشت‌شده از کاربری جنگل تحت شدت‌های مختلف بارندگی واقع در جنوب شرقی شهرستان ساری در استان مازندران انجام شد. نتایج نشان داد افزایش شدت بارندگی موجب افزایش حجم رواناب و هدررفت خاک می‌شود با توجه به مطالب ذکرشده می‌توان چنین جمع‌بندی کرد که فرسایش‌پذیری خاک به‌سرعت ضربه قطرات باران و انرژی جنبشی تولیدشده در سطح خاک و همین‌طور به خواص مختلفی چون بافت، ساختار، تخلخل، نفوذپذیری، مواد آلی و میزان رطوبت خاک نیز بستگی دارد. در حقیقت در میان ویژگی‌های بارندگی، شدت و انرژی جنبشی عوامل اصلی مؤثر بر فرآیندهای فرسایش هستند و رابطه نزدیکی بین فرسایش آبی و شدت بارندگی وجود دارد. افزایش شدت بارندگی موجب افزایش انرژی جنبشی قطرات باران هنگام برخورد به سطح خاک می‌شود و درنتیجه بر افزایش میزان رواناب و هدررفت خاک تأثیرگذار است. افزایش شدت باران از سویی موجب افزایش تأمین آب در سطح خاک و کاهش شدید نفوذپذیری خاک و افزایش رواناب شد و از سویی ضربه مکانیکی قطرات باران عامل مهمی در تخریب خاکدانه‌ها، تشکیل سله و کاهش تخلخل و نفوذپذیری خاک است. هم‌چنین ضربه قطرات باران موجب افزایش درصد ذرات فرسایش‌پذیر در سطح خاک می‌شود. تمامی این عوامل موجب افزایش هدررفت خاک نیز می‌شود. هم‌چنین خاک موردمطالعه دارای بافت سنگین با نفوذپذیری ضعیف بوده و این موارد نیز بر ایجاد رواناب حتی در شدت‌های کم تأثیرگذار می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Ahmadi-Sani, N., Razaghnia, L. and Pukkala, T. 2022. Effect of Land-Use Change on Runoff in Hyrcania. Land 2022, 11, 220.

2. Aksoy, H., Unal, N.E., Cokgor, S., Gedikli, A., Yoon, J., Koca, K., Inci, S.B and Eris, E. 2012. Therefore, it is suggested to use protective methods including the use of additives to reduce these components in natural conditions. Catena, 98: 63-72.

3. Aliramayee, R., Khaledi Darvishan, A. and Arabkhedri, M. 2018. Effect of rainfall intensity and slope gradient on infiltration and surface runoff in rainfed lands of Kalaleh region, Golestan Province. Watershed Engineering and Management, 10(4): 714-726. (In Persian)

4. Balacco, G. 2013. The interrill erosion for a sandy loam soil. International Journal of Sediment Research, 28(3): 329-337.

5. Brevik, E. C., Hannam, J., Krzic, M., Muggler, C. and Uchida, Y. 2022. The importance of soil education to connectivity as a dimension of soil security. Soil Security, 7, 100066.

6. Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J. E., Alewell, C., and Ballabio, C. 2020. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(36): 21994-22001.

7. Gholamahmadi, B., Jeffery, S., Gonzalez-Pelayo, O.,

Prats, S. A., Bastos, A. C., Keizer, J. J. and Verheijen, F.G. 2023. Biochar impacts on runoff and soil erosion by water: A systematic global scale meta-analysis. Science of the Total Environment, 871, 161860.

8. Gholami, L., Banasik, K., Sadeghi, S. H., Darvishan, A. K. and Hejduk, L. 2014. Effectiveness of straw mulch on infiltration, splash erosion, runoff and sediment in laboratory conditions. Journal of Water and Land Development.

9. Gholami, L., Kavian, A., Khaledi Darvishan, A., Alipour, A. and Besarand, Z. 2018. The effect of rainfall pattern on changes of time to runoff and runoff coefficient at plot scale. Watershed Engineering and Management, 10(4): 516-528. (In Persian)

10. Gholami, L., Khaledi Darvishan, A., Spalevic, V., Cerdà, A. and Kavian, A. 2021. Effect of storm pattern on soil erosion in damaged rangeland; field rainfall simulation approach. Journal of Mountain Science, 18(3): 706-715.

11. Kavian, A., Gholami, L., Mohammadi, M., Spalevic, V. and Soraki, M. F. 2018. Impact of wheat residue on soil erosion processes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 46(2): 553-562.

12. Kavian, A., Mohammadi, M., Fallah, M. and Gholami, L. 2016. Effect of wheat straw on changing time to runoff and runoff coefficient in laboratory plots under rainfall simulation. Journal of Water and Soil Resources Conservation, 5(2): 73-82.

13. Khazaei, M., Bayat, R. and Saleh, I. 2022. Effects of Rainfall and Slope Components on Runoff and Soil Erosion in Dry Lands (Case Study: Gachsaran Dry Lands). Journal of Watershed Management Research, 12(24): 182-192.

14. Khaledi Darvishan, A., Banasik, K., Hamidreza Sadeghi, S., Gholami, L. and Hejduk, L. 2015. Effects of rain intensity and initial soil moisture on hydrological responses in laboratory conditions. International Agrophysics, 29(2).

15. Khaledi Darvishan, A., Sadeghi, S. H., Homaee, M. and Arabkhedri, M. 2014. Measuring sheet erosion using synthetic color-contrast aggregates. Hydrological Processes, 28(15): 4463-4471.

16. Kord, M., Vaezi, A. R. and Mahdian, M. H. 2020. Study of Changes in Sediment Concentration and Soil Loss and Its Temporal Variation in Different Conditions of Slope and Rainfall Intensity. Water and Soil Science, 30(2): 59-73.

17. Liang, Y., Gao, G., Liu, J., Dunkerley, D. and Fu, B. 2023. Runoff and soil loss responses of restoration vegetation under natural rainfall patterns in the Loess Plateau of China: The role of rainfall intensity fluctuation. Catena, 225: 107013.

18. Lou, Y., Wu, T., Sun, G., Cen, Y., Su, B. and Gao, Z. 2022. Effect of combined rainfall and inflow on soil erosion of spoil tips. Journal of Soils and Sediments, 22(8): 2229-2245.

19. Martin, P. and Lawson, A. 2022. Money, soils and stewardship–creating a more fruitful relationship? Soil Security, 6: 100029.

20. Peake, L. R. and Robb, C. 2022. The global standard bearers of soil governance. Soil Security, 6, 100055.

21. Saeediyan, H. and Moradi, H. 2023. Comparison of runoff and erosion simultaneous threshold in the soil of different land uses. Watershed Engineering and Management, 15(1): 68-79.

22. Shojaei, S., Kalantari, Z. and Rodrigo-Comino, J. 2020. Prediction of factors affecting activation of soil erosion by mathematical modeling at pedon scale under laboratory conditions. Scientific Reports, 10(1): 20163.

23. Soltani-Gerdefaramarzi, S., Ghezelseflue, N. and Boroghani, M. 2014. Change of splash erosion rate in rainfall different duration and intensity on marl soils. Environmental Erosion Research Journal, 4(15): 72-84.

24. Vahabi, J. and Mahdian, M. H. 2009. Investigating the effect of edaphic parameters on runoff using a rainfall simulator. Watershed Management Researches Journal. (In Persian)

25. Wang, L., Li, Y., Wu, J., An, Z., Suo, L., Ding, J., and Jin, L. 2023. Effects of the Rainfall Intensity and Slope Gradient on Soil Erosion and Nitrogen Loss on the Sloping Fields of Miyun Reservoir. Plants, 12(3): 423.

26. Yu, Y., Zhu, R., Ma, D., Liu, D., Liu, Y., Gao, Z., and Rodrigo-Comino, J. 2022. Multiple surface runoff and soil loss responses by sandstone morphologies to land-use and precipitation regimes changes in the Loess Plateau, China. Catena, 217: 106477.

27. Zhao, Q., Li, D., Zhuo, M., Guo, T., Liao, Y. and Xie, Z. 2015. Effects of rainfall intensity and slope gradient on erosion characteristics of the red soil slope. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 29: 609-621.

نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری

Extension and Development of Watershed Management

Vol. 11, No. 43, Winter 2024

سال یازدهم- شماره ۴۳- زمستان ۱۴۰۲

Abstract

Changes in Runoff and Soil Loss Components in Soil Harvested From Forest use Under Different Rainfall Intensities

S. Amini[1], A. Kavian[2]*, L. Gholami[3] and N. Karimi[4]

Received: 2024/01/24 Accepted: 2024/02/18

Earth is a natural and essential resource for humanity and the preservation of ecosystems, and the measurement of soil erosion is one of the most important discussions around the world. In this study, changes in the amount of runoff and sediment produced under four intensities of 30, 60, 90 and 120 mm/h were investigated at the plot scale in soil harvested from forest land. To achieve the study purposes, rainfall simulation was performed using rainfall simulator system and 0.5 m2 plots in three replications. After measuring the runoff at 2-min intervals and for 10 min at the outlet of the plots and then weighing the soil loss, the results were analyzed using SPSS23 and Excel software. The average runoff volumes of three plots at rainfall intensities of 120, 90, 60, and 30 mm/h were 2.43, 2.03, 1.3, and 0.98 lit, respectively, and the average soil loss was 63.27, 46.7, 14.85 and 8.21 gr, respectively. The results showed that the effect of rainfall intensity on runoff and soil loss components is significant at 99% confidence. It also showed that the lowest volume of runoff and soil loss were related to intensities of 30 and 60 mm/h and the highest volume of runoff and soil loss was related to two intensities of 90 and 120 mm/h respectively, indicating an increasing trend of the volume of runoff and loss with increasing rainfall intensity. Therefore, it is suggested to application of protective methods including the conditioners usage to reducing these components in natural conditions.

Keywords: Plot, Runoff, Rainfall simulator, Rainfall intensity, Soil loss.

1. Master Student Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2. Professor, Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: a.kavian@sanru.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
4. Ph.D. Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.