نشریه علمی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال شانزدهم- شماره ۵۸- پاییز ۱۴۰۱

Vol. 16, No. 58, Fall 2022

تأثیر تغییر کاربری اراضی بر مؤلفه‌های رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران چهار زبر علیا دراستان کرمانشاه

عاطفه السادات حقانی [۱]، رضا حسین حیدری [۲] و سهیلا آقابیگی امین [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۱

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر کاربری جنگل بر متغیرهای فرسایش و رواناب و مقایسه با کاربری‌های مرتع و کشاورزی در بخشی از حوزه آبخیز مرگ در استان کرمانشاه انجام شد. در ابتدا سه توده جنگلی مشخص و به سه رده تراکمی (کم، متوسط و زیاد) تقسیم و اندازه‌گیری پارمترهای هیدرولوژیکی در هر توده جنگلی و نیز کاربری‌های کشاورزی و مرتع با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران صورت گرفت. شبیه‌سازی باران با شدت ۸۳ میلی‌متر در ساعت، به مدت ۲٤ دقیقه و با ۱۸ تکرار انجام شد. نتایج هیدرولوژیکی در توده‌های جنگلی نشان داد توده دو (با تراکم متوسط) نسبت به توده یک ۳۲/٦ درصد و نسبت به توده سه ۳۳/۵ درصد رواناب بیش‌تری ایجاد کرده است. اما در سایر متغیرها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید. هم‌چنین مقایسه این متغیرها در سه کاربری (جنگل، مرتع و کشاورزی) نشان داد اگرچه مقدار رواناب خروجی از پلات‌های مستقر در جنگل ٦۱/۵ درصد بیش‌تر از کاربری مرتع و ٥٤/۲ درصد بیش‌تر از کاربری کشاورزی بوده است، اما مقدار رسوب خروجی از این کرت‌ها ٦۲ درصد کم‌تر از کاربری مرتع و ۹۱ درصد کم‌تر از کاربری کشاورزی بوده است. این کاهش در کاربری مرتع نسبت به کشاورزی ۷٦/۲٦ درصد بوده است.

کلیدواژه‌ها: ***پاسخ هیدرولوژیکی، پوشش اراضی، تغییر کاربری، جنگل‌های زاگرس، شبیه‌سازی باران.***

مقدمه

فرسایش یکی از تهدیدهای اصلی خاک است که بسیار تحت تأثیر نوع استفاده از زمین یا کاربری اراضی است [۱۰]. کاربری جنگل با ممانعت از فرسایش خاک و افزایش قدرت نگهداشت آب در خاک و مواد مغذی در آن به خصوص در مناطق پر شیب و کوهستانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تغییر پوشش اصلی و اولیه آبخیزها توسط انسان تأثیرات چشم‌گیری بر عکس‌العمل هیدروژیکی آن‌ها دارد. تغییرات مهم ثبت شده در کاربری اراضی شامل تخریب مناطق وسیعی از اراضی جنگلی و تبدیل به کشاورزی است. قطع یک‌سره درختان جنگل و تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی، موجب تخریب یا اخلال در اکوسیستم‌های طبیعی و کاهش ظرفیت تولید فعلی یا آینده خاک می‌شود [۱۷]. وسعت جنگل‌های زاگرس به‌دلیل تخریب‌های صورت گرفته به صورت عمدی و غیر عمدی توسط انسان از چندین سال پیش تقریبا از ده میلیون هکتار به کم‌تر از پنج میلیون هکتار رسیده است. رابطه بین کاربری‌های مختلف زمین و شدت فرسایش خاک نشان داده است که معمولاً بیش‌ترین مقدار مربوط به اراضی تحت کشت است [۲۱].

مطالعات هم‌چنین نشان داده است که رهاکردن زمین‌های کشاورزی به دلیل بهره‌وری پایین آن‌ها و تغییرات اقتصادی و اجتماعی تأثیرات قابل‌توجهی بر فرسایش خاک داشته است. در این اراضی به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه و کاهش پوشش‌گیاهی، میزان رواناب و فرسایش خاک افزایش چشم‌گیری می‌یابد. مطالعات متعددی ارتباط بین تغییر کاربری جنگل به سایر کاربری‌ها با پارامترهای هیدرولوژیکی مورد بررسی قرار داده‌اند؛ از جمله تغییر کاربری جنگل به کشاورزی و افزایش میزان رواناب و فرسایش در مطالعات ژانگ و همکاران [٤۳]، ژو و همکاران [٤٤]، آزموده و همکاران [۳]، مجددی و همکاران [۲۷]، کوچ و همکاران [۱۷]، بهرهی و همکاران [٤] و تغییر از جنگل به مرتع در مطالعات کوستا و همکاران [٥]، پیکینگ و همکاران [۳۰]، الدج و همکاران [۷]، فریرا و همکاران [۱۰]، اتحادی‌ابری و همکاران [۸ و ۹] مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به تخریب روز افزون جنگل و تغییر کاربری اراضی جنگلی به مراتع و کشاورزی، برآورد درست از میزان رواناب و فرسایش خاک ناشی از این تغییر کاربری و شناخت عوامل موثر بر رخداد آن امری ضروری به‌نظر می‌رسد. اما یکی از مشکلات بررسی و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به جنبه‌های مختلف فرآیند فرسایش

۱- دانش آموخته جنگلداری، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- استادیارجنگلداری، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- نویسنده مسئول و استادیارآبخیزداری، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، پست الکترونیک:
saghabeigi@yahoo.com

خاک در عرصه‌های طبیعی، نبود ایستگاه‌های نمونه‌برداری در بسیاری از حوزه‌های آبخیز و هم‌چنین نوسانات غیر قابل پیش‌بینی اقلیمی از قبیل خشک‌سالی‌های دراز مدت می‌باشد. این در حالی است که استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران بسیاری از این محدودیت‌ها را رفع کرده و امکان مطالعه تحت شرایط کنترل شده در دوره زمانی کوتاه مدت را فراهم آورده است [۱۸]. این مزایا جذابیت بالایی را برای محققان در استفاده از این دستگاه در مطالعات فرایندهای فرسایش خاک و آب به‌وجود آورده است ازجمله شریفی و همکاران [۳٤]، برای بررسی عوامل مؤثر در تعیین آستانه شروع رواناب از یک باران‌ساز قابل حمل در حوزه‌های کسیلیان، کارده، امامه، لیقوان، کن و کامه استفاده کردند. نتایج آزمایشات شبیه‌ساز باران نشان داد که متغیرهای موثر در تعیین آستانه شروع رواناب ترکیبی از ویژگی‌های بارش، درصد پوشش، درصد شن، درصد رس و درصد شیب می‌باشد. وهابی و همکاران [۳۹]، برای بررسی درصد تراکم پوشش گیاهی و رطوبت خاک بر مقدار رواناب در حوزه آبخیز طالقان، از یک دستگاه شبیه‌ساز باران استفاده کردند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از ماتریس همبستگی حاصل از متغیرهای مستقل و وابسته مورد مطالعه، از میان متغیرهای موثر در میزان رواناب در دو شدت بارندگی شبیه‌سازی شده، درصد تراکم پوشش گیاهی از نظر درجه تاثیر در اولویت اول قرار داشت. همچنین دو رابطه رگرسیونی برای پیش‌بینی مقدار رواناب در شرایط مختلف از نظر تغییرات متغیرهای مستقل ارائه دادند. آزموده و همکاران [۳]، به‌منظور بررسی رواناب و فرسایش خاک در خاک‌های تحت پوشش اراضی جنگلی و مقایسه آن با اراضی زراعی و باغ که منتج از تغییر کاربری جنگل بوده و هم‌چنین شناسایی فاکتورهای مؤثر در رواناب و فرسایش خاک از بین متغیرهای کمی خاک در محدوده شهرستان ساری پژوهشی انجام دادند. نتایج حاصله نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان رواناب به‌ترتیب در کاربری جنگل و باغ ایجاد شده است. هم‌چنین مقدار فرسایش خاک در اراضی زراعی و باغ به ترتیب ۱/۷٦ و ۱/۳٦ برابر بیش‌تر از کاربری جنگل اندازه‌گیری کردند. بهرهی و همکاران [٤]، با هدف بررسی تأثیر نوع کاربری اراضی (مرتع، جنگل و زراعت) و طبقات شیب (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) بر هدررفت فسفر و پتاسیم در رواناب تولید شده، از دستگاه شبیه‌ساز باران استفاده کردند. نتایج نشان داد که هدررفت فسفر در رواناب در شیب‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و هدررفت پتاسیم در رواناب در شیب ۳۰ درصد معنی‌دار نبود. ولی اثر کاربری بر مقدار هدررفت پتاسیم در شیب ۱۰ درصد در سطح پنج درصد و در شیب ۲۰ درصد در سطح یک درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر شیب بر هدررفت فسفر در کاربری جنگل در سطح یک درصد و زراعت در سطح پنج درصد معنی‌دار ولی در کاربری مرتع معنی‌دار نشد. اثر شیب بر هدررفت پتاسیم در کاربری‌های مرتع و جنگل معنی‌دار نبود و تنها در کاربری زراعت معنی‌دار شد. با افزایش شیب غلظت هدررفت فسفر روند افزایشی و غلظت هدررفت پتاسیم روند کاهشی نشان داد. مقدمی‌راد و همکاران [۲٦] به‌منظور بررسی تأثیر درصد تراکم پوشش گیاهی بر مقدار رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک، آستانه ظهور رواناب و ضریب رواناب در سطح پلات یک مترمربعی با استفاده از یک دستگاه شبیه‌ساز باران انجام دادند. نتایج نشان داد پوشش گیاهی تأثیر و نقش مثبتی در کاهش مؤلفه‌های رواناب و رسوب ترانشه‌های جاده‌های جنگلی دارد.

در مطالعه حاضر بررسی تغییرات کاربری از جنگل به مرتع و کشاورزی با استفاده از یک دستگاه شبیه‌ساز باران انجام شد. با توجه به تخریب وسیع جنگل‌های زاگرس در غرب کشور ضروری است. تأثیر تخریب انسان بر جنگل با شدت‌های مختلف و هم‌چنین اثر تغییر کاربری زمین‌های جنگلی به مراتع و کشاورزی بر پارامترهای هیدرولوژیکی خاک بررسی شود. بنابراین هدف از اجرای این تحقق ارزیابی کمی تأثیر ساختار جنگلی زاگرس بر حفاظت آب و خاک و در عین حال مقایسه تأثیر کابری‌های مختلف جنگل، مرتع و کشاورزی بر مولفه‌های فرسایش و رسوب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی بخشی از آبخیز رودخانه مرگ با مساحت ۱٤٦٦/۱۵ کیلومتر مربع واقع در چهارزبرعلیا در عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۱٤ دقیقه و ۲۷/۰۵ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی٤٦ درجه و٤۲ دقیقه و ۱۲/٦۲ ثانیه شرقی غرب استان کرمانشاه است (شکل ۱). این آبخیز یکی ازسرشاخه‌های رودخانه کرخه در ایران و از مهم‌ترین زیرحوزه‌های رودخانه قره‌سو است [۱۹]. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه به‌ترتیب ۱٤۰۰ و ۱۸۰۰ متر بالاتر از سطح دریا می‌باشد. هسته اصلی کوهستان‌های زاگرس در کرمانشاه رسوبات دریایی دوران مزوزوئیک و گنبدهای خارائی دوران سوم است. آهک ژوراسیک ماده اصلی کوه‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد. قسمت اعظم چین‌خوردگی‌های زاگرس در کرمانشاه از رسوبات آهکی است، اما هر چه به‌طرف غرب پیش برویم طبقات گچ بیشتر شده و بر آهک غلبه می‌کند [۱۳]. از نظر اقلیم مطابق طبقه‌بندی دومارتن منطقه مورد مطالعه جزء مناطق نیمه‌خشک است. هم‌چنین منحنی آمبروترمیک منطقه حاکی از دوره پنج ماهه خشکی بوده و فصل بارندگی‌ها از اواسط مهرماه شروع و تا اواسط خرداد ماه ادامه می‌یابد. بر اساس آمار بلند مدت بارش منطقه، میانگین بارندگی سالیانه معادل ٤۵۸/۵۹ میلی‌متر، دمای متوسط سالیانه ۱۳/۸۹ درجه سانتی‌گراد است [۲٤].

روش تحقیق

برای بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر هدررفت آب و خاک بخشی از آبخیز مرگ با کاربری جنگل انتخاب گردید، که با تخریب (شدید، متوسط و کم) همراه بوده و بخشی از آن به مرتع و بخشی دیگر به اراضی کشاورزی تبدیل شده است. سپس مطالعات صحرایی برای اندازه‌گیری‌های مربوط به تراکم جنگل با روش آماربرداری صد در صد انجام و به سه رده تراکمی تقسیم گردید. اندازه‌گیری پارمترهای هیدرولوژیکی با استفاده از شبیه‌ساز

باران و نمونه‌برداری خاک نیز در هر سه محدوده جنگل و هم‌چنین در دو کاربری کشاورزی و مرتع صورت گرفت.

ساختار و ویژگی‌های دستگاه شبیه‌ساز باران

شبیه‌ساز باران مورد استفاده در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در استان کرمانشاه برای استفاده در عرصه و در مقیاس کرت آزمایشی طراحی شده است.

این شبیه‌ساز دارای سه نازل از نوع BEX – 3/8s24w هستند که بر روی یک میله با قابلیت تغییر فاصله بین نازل‌ها بر روی یک چارچوب فلزی که تا ارتفاع سه متری قابل تنظیم است، قرار گرفته است. مجموعه‌ای از وسایل مختلف شامل منبع آب، موتور پمپ، شیرآلات، مقسم، سیستم برگشت آب و فشارسنج که در آب‌رسانی به نازل‌ها و تولید و تنظیم باران شرکت دارند. کرت آزمایشی استفاده شده پلات فلزی یک مترمربعی با ارتفاع ۱۵سانتی‌متری که تا عمق ۱۰ سانتی‌متری قابلیت مستقر شدن در زمین را دارد و یک لوله خروجی در فاصله هفت سانتی‌متری برای جمع‌آوری رواناب و رسوب در آن تعبیه گردیده است (شکل ۲). این دستگاه قابلیت شبیه‌سازی باران با شدت‌های ۲/۸ تا ۹/۵ سانتی‌متر بر ساعت در سطح کرت آزمایشی با مساحت یک تا سه مترمربع را دارد. دامنه قطر متوسط قطرات تولید شده از ۰/۹۷ میلی‌متر در شدت ۲/۸ سانتی‌متر بر ساعت تا ۱/۲۲ میلی‌متر در شدت ۷/۱ سانتی‌متر در ساعت متغیر است که در محدوده باران‌های طبیعی قرار دارد. هم‌چنین، دامنه تغییرات سرعت از ۳/۵۸ تا ٤/۲۱ متر بر ثانیه می‌باشد. برای کسب اطلاعات بیش‌تر به مقاله آقابیگی‌امین و عرب‌خدری [۱] مراجعه گردد.

شکل ۲- (الف) کرت آزمایشی، (ب) سیستم آب‌رسان و (پ) شبیه‌سازی باران

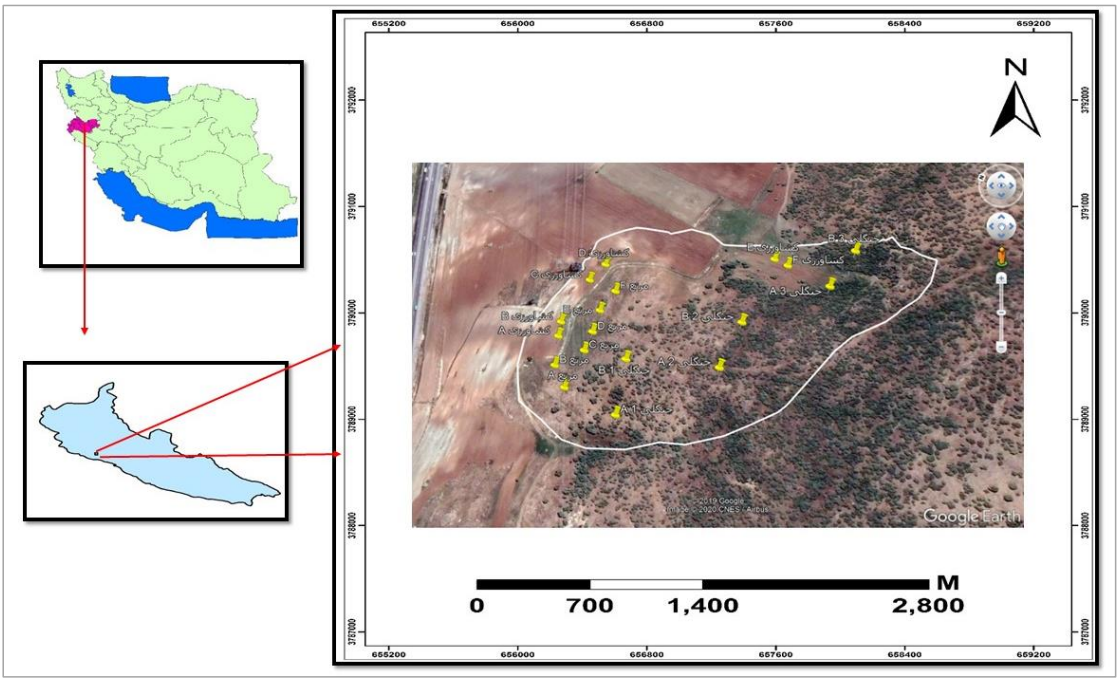
Fig 2. (a) The experimental plot, (b) Irrigation system and (c) Rain simulation

شدت و مدت باران شبیه‌سازی شده

برای تعیین شدت باران شبیه‌سازی شده براساس آمار ۳۰ ساله بارندگی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اسلام‌آباد غرب، با استفاده از رابطه (۱)، [۱۲] برای منطقه مورد مطالعه شدت بارندگی ۸/۳٦ سانتی‌متر برساعت محاسبه گردید.

$$P_{60}^{10} = 1.66 + 0.0201\ MAP + 0.157\ (R_t^T) \quad 300 < MAP < 700 \qquad (۱)$$

در این رابطه P_{60}^{10} بارندگی ساعتی ده ساله، MAP مقدار باران



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در حوزه آبخیز مرگ، استان کرمانشاه و ایران

Fig 1. location of the study area in Mereg watershed, Kermanshah province and Iran

سالانه و R_t^T میانگین حداکثر بارش روزانه می‌باشد.

$$R_t^T = At^B[\alpha_1 + \alpha_2 \ln(T - \alpha_3)]P_{60}^{10} \quad (۲)$$

که در این رابطه R_t^T مقدار بارندگی در دوره بازگشت T سال و t دقیقه، ضرایب نیز با استفاده از جداول مخصوص تعیین می‌شوند.

شبیه‌سازی باران و نمونه برداری رواناب، رسوب و خاک

شبیه‌سازی باران و جمع‌آوری رواناب ناشی از آن در سطح پلات یک متر مربع در هر سه رده تراکمی کاربری جنگل (زیاد، متوسط، کم) که از این به بعد "توده جنگلی" نامیده می‌شوند و نیز در دو کاربری کشاورزی و مرتع صورت گرفت. در شبیه‌سازی‌ها برای مقایسه در شرایط طبیعی‌تر، سطح پلات‌ها بدون دست‌خوردگی و با پوشش موجود مورد استفاده قرار گرفتند.

برای یکسان‌سازی شرایط سعی گردید در هر سه کاربری پلات‌های شبیه‌ساز باران در شیب حدود ۱۵–۱۸ درصد مستقر شوند. نمونه‌برداری از رواناب حاوی رسوب با ظهور اولین قطرات رواناب در قسمت خروجی کرت به فاصله زمانی پنج دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه و سپس با افزایش حجم رواناب خروجی با فواصل سه دقیقه به مدت زمان کلی ۲٤ دقیقه انجام گرفت. نمونه‌های رواناب و رسوب در ظروف پلاستیکی ذخیره و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه منتقل گردیدند. شبیه‌سازی باران در کاربری جنگل برای هر توده دو بار و در مجموع برای جنگل شش بار و در کاربری مرتع و کشاورزی هر کدام به تعداد شش بار تکرار گردید.

هم‌چنین نمونه‌هایی از خاک سطحی (۲۰ـ۰ سانتی‌متر) [۱٤] در کنار هر پلات (در مجموع ۱۸ نمونه) برای مطالعه ویژگی‌های خاک‌شناسی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید.

کارهای آزمایشگاهی

نمونه‌های رواناب حاوی رسوبات معلق پلات‌های آزمایشی در آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. حجم رواناب خروجی از هر کرت از طریق استوانه مدرج و مقدار بار رسوب معلق از روش برجاگذاری [۳٦] به‌دست آمدند. نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده در سطح منطقه نیز ابتدا در آزمایشگاه در مجاورت هوا خشک شده و پارامترهای بافت خاک از روش هیدرومتر [۱۱]، وزن مخصوص ظاهری به‌روش سیلندر، رطوبت پیشین خاک به روش وزنی، ماده آلی از روش والکی و بلک [٤۱]، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک با تهیه عصاره اشباع به‌وسیله دستگاه اسیدیته‌سنج و پی‌هاش‌سنج [۳۵]، درصد آهک از روش تیتراسیون به‌وسیله اسیدکلریدریک [۲]، فسفر قابل جذب از روش اولسن [۱٦] و پتاسیم و سدیم تبادلی با روش استات آمونیوم [۲۵] اندازه‌گیری شدند.

روش تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل‌های آماری لازم شامل آزمون نرمال بودن داده‌ها با بهره‌گیری ازآزمون کلموگروف–اسمیرنوف [۳۲] و همگنی واریانس داده‌ها از طریق آزمون لون[1] [۳٦]، تأثیر معنی‌داری اختلاف میانگین تیمارهای مختلف از روش‌های تجزیه واریانس یک‌طرفه[2]، روش دانکن[3] و کروسکال والیس[4] [۱٤] در نرم‌افزارهای آماری Excel، (2016) Minitab (16) و SPSS (25) انجام گرفت.

نتایج

بر اساس نتایج اندازه‌گیری تراکم به‌روش آماربرداری صددرصد، کاربری جنگل به سه توده با تراکم کم (۳۹٤ اصله در هکتار)، متوسط (٤۳۰ اصله هکتار) و زیاد (٤۹٦ اصله در هکتار) تقسیم‌بندی شد. نمونه‌برداری‌های خاک و رواناب و رسوب در هر کدام از توده‌های جنگلی به‌طور جداگانه (جدول ۱) انجام گرفت. از آزمون کروسکال والیس به‌دلیل نرمال نبودن داده‌های ماده آلی استفاده شد.

نتایج رواناب و رسوب در کاربری جنگل

با تجزیه و تحلیل نمونه‌های رواناب و رسوب خروجی از کرت‌های واقع در توده‌های مختلف جنگل و مقادیر بار رسوب معلق، غلظت رسوب، آستانه ظهور رواناب و ضریب رواناب محاسبه گردید که نتایج آن در شکل ۳ ارائه شده است.

داده‌های به‌دست آمده از متغیرهای مختلف رواناب و رسوب در سه توده جنگلی مورد بررسی نشان داد که پارامترهای آستانه ظهور رواناب، بار رسوب معلق، غلظت رسوب و ضریب رواناب در سه توده جنگلی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. اما پارامتر حجم رواناب در سه توده اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

علی‌رغم اینکه تراکم و سطح تاج پوشش توده شماره یک کم‌تر از توده دو بود اما حجم رواناب کم‌تری نیز تولید کرد. روش دانکن نشان داد که توده یک و توده سه یعنی کم‌تراکم‌ترین و پرتراکم‌ترین توده‌های جنگلی تفاوت معنی‌داری از نظر تولید رواناب نداشته در حالی‌که توده دو رواناب بیش‌تری تولید کرده و این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار است. با توجه به تأثیر قابل توجه پوشش سطح خاک بر میزان تولید رواناب و رسوب، سطح پلات‌ها را قبل از شبیه‌سازی مورد بررسی قرار داده و ویژگی‌های مختلف آن از جمله: درصد لاش‌برگ، سنگ و خاک لخت محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود توده‌های مختلف جنگل از نظر پارامتر لاش‌برگ بسیار نزدیک هستند اما توده ۲ از نظر سنگ و سنگ‌ریزه و خاک لخت تفاوت آشکاری با دو توده دیگر دارد.

مقایسه کاربری های جنگل، مرتع و کشاورزی

نتایج آزمایش‌های خاک‌شناسی در هر سه کاربری (جدول ۳) نیز نشان داد تنها در مقدار دو پارامتر نیتروژن و ماده آلی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. مقایسه نتایج تجزیه تحلیل نمونه‌های رواناب و رسوب دو کاربری کشاورزی و مرتع با میانگین نتایج کاربری جنگل (شکل ٤) نشان داد آستانه ظهور رواناب اگر چه در هر سه کاربری با هم تفاوت دارند، اما این اختلاف معنی‌داری نبوده است (جدول ٤). ارزیابی اثرات تیمارهای مختلف بر پارامترهای مزبور توسط تجزیه

1. Leven's Test

2. ANOVA
3. Dancan
4.Kruskal-Wallis

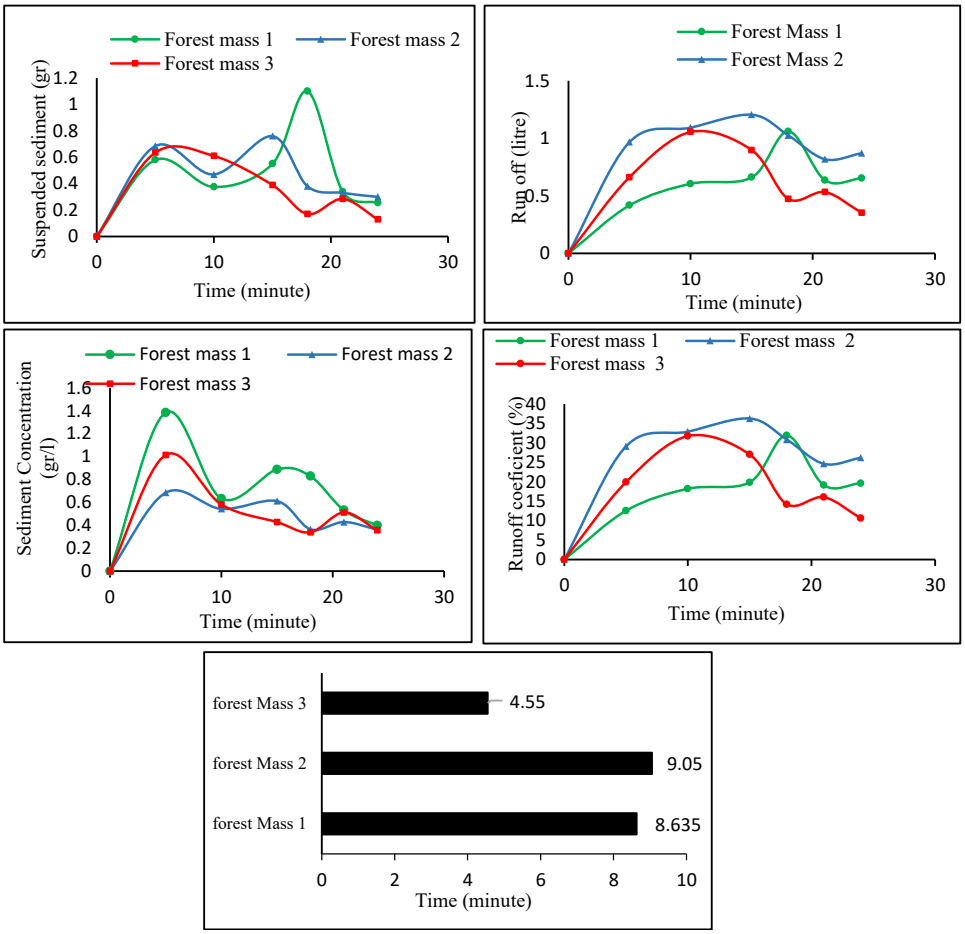
واریانس یک‌طرفه و به‌دلیل نرمال نبودن داده‌های ماده‌آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی با استفاده از آزمون کروسکال والیس انجام گردید. مشخصات سطح پلات‌ها در کاربری‌های مختلف نیز جهت تجزیه تحلیل نتایج در جدول ۵ آورده شده است. حجم رواناب تولید شده و به‌تبع آن ضریب رواناب در کاربری جنگل بیش از سایر کاربری‌ها بوده و دارای اختلاف معنی‌داری با دو کاربری دیگر است. بر اساس نتایج بار رسوب معلق و غلظت رسوب کاربری جنگل کم‌ترین و کاربری کشاورزی بیش‌ترین مقدار را داشته است.

جدول ۱- مقادیر متوسط متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک و نتایج تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون کروسکال والیس در توده‌های جنگلی

Table 1. Mean of physical and one-way analysis of variance and Kruskal-Wallis chemical variables of soil in the forest Mass

سطح معنی‌داری	مقدار F	میانگین مربعات	توده ۳	توده ۲	توده ۱		
Significant level	F value	Mean square	Mass 3	Mass 2	Mass 1	Variable	متغیر
ns 0.77	0.27	9.78	71.71	72.74	68.50	sand	ماسه (درصد)
0.81 nsns	0.21	9.36	9.49	12.46	13.70	silt	سیلت (درصد)
ns 0.69	0.40	18.66	8.80	14.80	12.80	clay	رس (درصد)
ns0.56	-	-	1.44	1.37	1.60	Organic matter	ماده‌آلی (درصد)
ns 0.14	3.90	3.13	17.63	15.75	18.13	Calcium carbonate	آهک (درصد)
ns 0.24	1.54	0	0.13	0.12	0.14	N	نیتروژن (درصد)
ns 0.61	0.57	0.01	7.39	7.51	7.58	pH	اسیدیته
Ns 0.10	5.32	349.49	65.99	92.06	75.13	P	فسفر (mg/kg)
Ns 0.08	6.20	5563.78	264.60	369.75	309.88	K	پتاسیم (mg/kg)
ns 0.47	0.98	0.001	0.14	0.15	0.18	EC	هدایت الکتریکی

ns: اختلاف معنی‌دار نیست ***: اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد



شکل۳- تغییرات متغیرهای هیدرولوژیکی در سه توده جنگل مورد مطالعه

Fig 3. Hydrological variable changes in the three studied forest Mass

جدول ۲- مقادیر متوسط پوشش سطح پلات در توده‌های جنگل مورد بررسی

Mean of plot surface cover variables in the studied forest Mass.2 Table

خاک لخت (درصد)	سنگ و سنگ‌ریزه (درصد)	لاش‌برگ (درصد)		تیمار
Bare soil	Gravel	Litter	Treatment	
37.5	55	7.5	Mass 1	توده ۱
76	18	6	Mass 2	توده ۲
30.5	60	7.5	Mass 3	توده ۳

جدول ۳- مقادیر متوسط متغیرهای فیزیکی و شیمیایی خاک و تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون کروسکال والیس در کاربری‌های مورد بررسی

Fig 3. Mean of physical and chemical variables, one-way analysis of variance and Kruskal-Wallis of soil in the studied land uses

سطح معنی‌داری	مقدارF	میانگین مربعات	کشاورزی	مرتع	جنگل		متغیر
Significant level	F value	Mean squer	Agriculture	Rangeland	Forest	Variable	
ns 0.07	3.01	147.79	80.83	76.99	70.98	sand	ماسه (درصد)
ns 0.97	0.03	0.70	12.24	12.57	11.88	silt	سیلت (درصد)
ns 0.99	0.002	0.04	12.26	12.10	12.13	clay	رس (درصد)
*** 0.003	-	-	1.03	01.36	1.47	Organic matter	ماده‌آلی (درصد)
ns 0.60	0.52	1.10	16.31	16.81	17.17	Calcium carbonate	کربنات کلسیم (درصد)
***0.000	41.30	0.01	0.20	0.13	0.13	N	نیتروژن (درصد)
ns 0.89	-	-	7.46	7.44	7.49	pH	اسیدیته
ns 0.65	0.44	68.81	84.14	79.05	77.73	P	فسفر (mg/kg)
ns 0.42	0.91	2452.46	274.33	295.58	314.74	K	پتاسیم (mg/kg)
ns 0.56	-	-	0.15	0.14	0.15	EC	هدایت الکتریکی

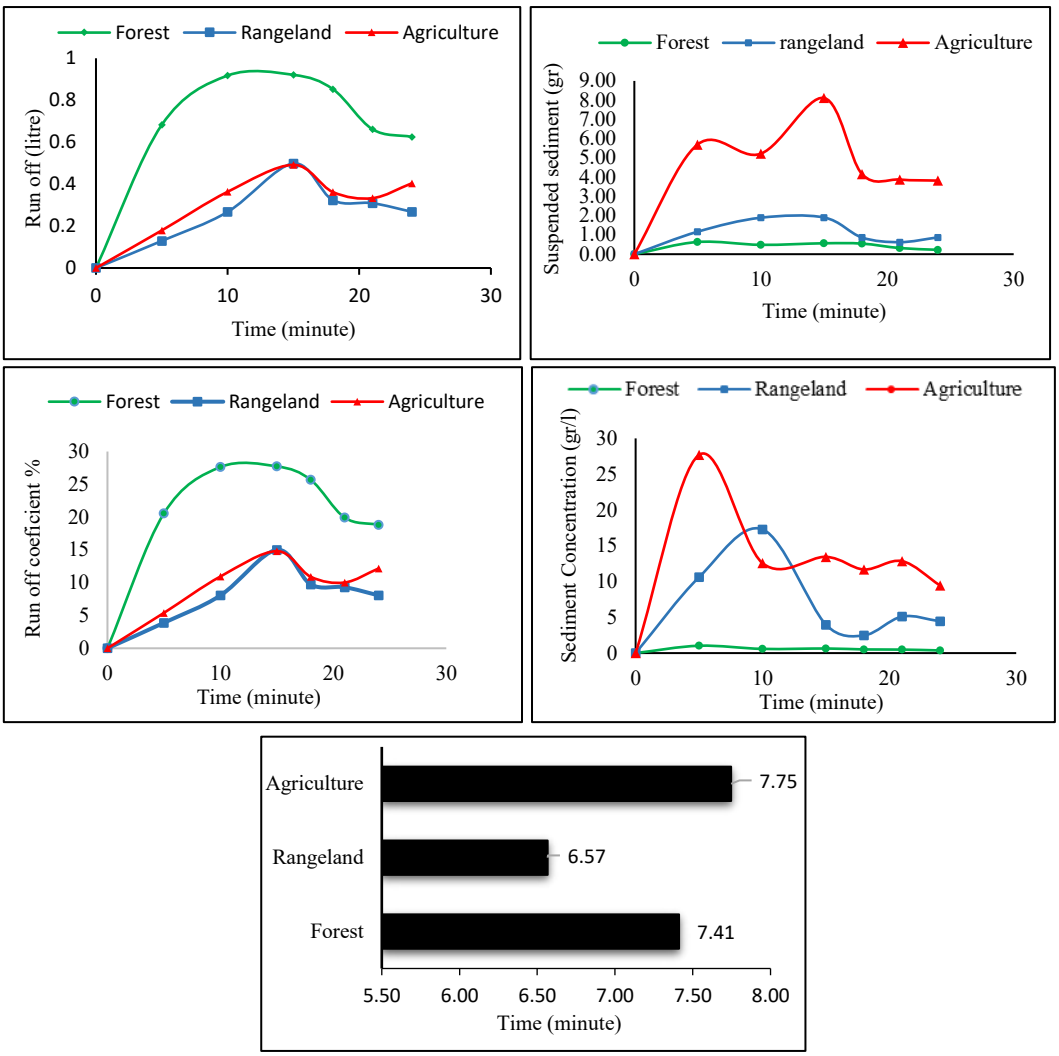
ns: اختلاف معنی‌دار نیست *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد**

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) متغیرهای مختلف رواناب و رسوب در کاربری‌های مورد مطالعه

Table4. Results of one-way analysis of variance of the different variables of runoff and sediment in studied land uses

سطح معنی‌داری	مقدارF	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات		متغیر وابسته
Significate level	F	Mean square	df	Sum of squares	variable	
ns0.442	0.861	2.219	2	4.437	Runoff initiation time	آستانه ظهور رواناب
0.000***	28.732	0.409	2	0.819	Runoff volume	حجم رواناب
***0.000	60.414	8.97	2	17.641	Suspended sediment load	بار رسوب معلق
0.000***	64.311	16.182	2	32.364	Runoff coefficient	غلظت رسوب
0.000***	28.473	370.747	2	741.494	Sediment concentration	ضریب رواناب

ns: اختلاف معنی‌دار نیست *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد**



شکل٤- تغییرات متغیرهای هیدرولوژیکی در کاربری‌های مورد مطالعه

Fig 4. Hydrological variable changes in the studied land uses

جدول ٥- مقادیر متوسط پوشش سطح پلات در کاربری‌های مورد بررسی

Table5. Mean of plot surface cover variables in studied land uses

خاک لخت (درصد)	سنگ و سنگ‌ریزه (درصد)	لاش‌برگ (درصد)		تیمار
Bare soil	Gravel	Litter	Treatment	
48	45	7	Forest	جنگل
21.33	73.67	5	Rangeland	مرتع
86.67	10	3.33	Agriculture	کشاورزی

بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل فاکتورهای خاک (بافت، ماده آلی، کربنات کلسیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، اسیدیته و هدایت الکتریکی) در توده‌های جنگلی نشان داد که هیچ‌کدام از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سه توده مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر ندارند. در حالی‌که تاج‌پوشش و تراکم این سه توده تفاوت معنی‌دار داشتند، که با نتایج نوروزی‌مهیاری و همکاران [۲۹] مبنی بر وجود اختلاف معنی‌دار فاکتورهای خاک در سه کاربری جنگل دست‌نخورده، جنگل دست‌خورده و نهال‌کاری مغایرت دارد (به استثنا هدایت الکتریکی- عدم اختلاف معنی‌دار)؛ ولی از لحاظ بالا بودن میزان درصد ماده‌آلی، نیتروژن، سیلت و هدایت الکتریکی در کاربری جنگل دست‌نخورده و بالا بودن درصد شن و رس در کاربری جنگل دست‌خورده تطابق

دارد. به‌نظر می‌رسد که دلیل مغایرت نتایج، عمق خاک، شدت دست‌خوردگی جنگل یا شرایط آب و هوایی متفاوت دو منطقه باشد. اگرچه بافت خاک در هر سه کاربری (جنگل، مرتع و کشاورزی) خاک لومی ـ شنی بوده است ولی به‌دلیل تفاوت در نوع و میزان پوشش گیاهی آن‌ها، کاربری جنگل مقادیر شن، ماده‌آلی، کربنات کلسیم، اسیدیته، پتاسیم و هدایت الکتریکی بیشتر و رس، نیتروژن و فسفر پایین‌تری نسبت به دو کاربری دیگر دارد، اما تنها دو پارامتر نیتروژن و ماده آلی اختلاف معنی‌دار دارند. معمولا لایه سطحی خاک تا عمق مشخصی از نوع کاربری تأثیر می‌پذیرد و ویژگی‌های خاک‌شناسی در عمق‌های پایین‌تر بیش‌تر متأثر از جنس سنگ بستر می‌باشد، بنابراین نبود اختلاف معنی‌دار در پارامترهای خاک می‌تواند به دلیل عمق بالای نمونه‌برداری و تداخل لایه‌های مختلف باشد که اختلاف پارامترها در لایه سطحی را خنثی و از معنی‌دار بودن تفاوت‌ها جلوگیری کرده است. یافته‌های این تحقیق با نتایج مجددی و همکاران [۲۷] مبنی بر اختلاف معنی‌دار بین مقادیر نیتروژن در سه کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی منطبق است. کودهای استفاده شده در اراضی کشاورزی دلیل بالاتر بودن این عنصر نسبت به دو کاربری جنگل و مرتع می‌باشد. مقدار ماده‌آلی موجود در خاک جنگل و مرتع بیش‌تر از کشاورزی بود که با نتایج تحقیقات مجددی و همکاران [۲۷] مطابقت دارد. اقدامات خاک‌ورزی در اراضی کشاورزی باعث مخلوط شدن لایه‌های مختلف خاک و انتقال ماده آلی سطحی به اعماق خاک شده و این یکی از دلایل کم بودن ماده آلی در لایه‌های بالایی خاک اراضی کشاورزی می‌باشد.

با توجه به این‌که سه توده جنگلی مورد بررسی دارای تراکم و سطح پوشش متفاوتی از نظر آماری بودند، انتظار می‌رفت که در پارامترهای هیدرولوژیکی نیز تفاوت‌هایی آشکار گردد. اما نتایج نشان داد که در توده‌های مختلف مورد بررسی به جز حجم رواناب سایر متغیرها تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر ندارند. معنی‌دار بودن تولید بالای رواناب در توده دو که دارای تراکم متوسط است نسبت به توده یک با تراکم پایین‌تر به این دلیل می‌تواند باشد که با توجه به این‌که بارندگی‌ها توسط دستگاه شبیه‌ساز با ارتفاع محدود ایجاد گردید، به‌تبع آن تراکم و سطح تاج پوشش درختان نقش مستقیمی در کاهش رواناب و رسوب نداشته‌اند. شیب و وضعیت توپوگرافی نیز اهمیت بالایی در تعیین مقدار و شدت رواناب دارد [۳۸]. اما به‌دلیل اینکه در این مطالعه شیب‌های یک‌سانی برای پلات‌های آزمایشی انتخاب شدند تأثیر این پارامتر نیز خنثی گردید. بنابراین پوشش سطح خاک اهمیت بیش‌تر پیدا کرده و می‌تواند منشا اختلاف در میزان رواناب تولیدی باشد. بررسی پوشش سطح پلات نشان داد که توده‌های مختلف جنگل از نظر مقدار لاش‌برگ بسیار نزدیک هستند اما پلات‌های موجود در توده دو با دارا بودن سنگ و سنگ‌ریزه بسیار پایین‌تر و خاک لخت بالاتر تفاوت آشکاری با دو توده دیگر دارد. این امر می‌تواند توجیه کننده تولید رواناب بالای این پلات‌های آزمایشی باشد؛ زیرا وجود سنگ و سنگ‌ریزه با افزایش ضریب زبری سطح خاک باعث کاهش سرعت جریان سطحی، نفوذ بیش‌تر و کاهش رواناب می‌شود [۱۵، ۲۰، ۲۲ و ۳۱]. تولید رواناب بیش‌تر در مناطق جنگلی تخریب شده نسبت به قطعات جنگلی دست نخورده در تحقیقات طبرزدی و همکاران [۳۸] و نوروزی مهیاری [۲۹]، وب و همکاران [٤۲]، داغستانی و همکاران [٦]، مقدمی‌راد و همکاران [۲٦] و مرادنژادی و همکاران [۲۸] نیز تایید شده است. اما در مطالعه اتحادی‌ابری و همکاران [۸] تفاوت معنی‌داری در ایجاد رواناب توسط جنگل‌های دست‌نخورده و مورد بهره‌برداری مشاهده نشد.

مقایسه مقدار رواناب سه کاربری (جنگل، مرتع و کشاورزی) نشان داد برخلاف انتظار معمول، رواناب خروجی از پلات‌های جنگل، ٦۱/۵ درصد بیش‌تر از کاربری مرتع و ٥٤/۲ درصد بیش‌تر از کاربری کشاورزی بوده است؛ در حالی‌که کاربری مرتع، ۱٥/۸ درصد رواناب کم‌تری نسبت به کشاورزی تولید کرده است. بالا بودن حجم و ضریب رواناب در کاربری جنگل نسبت به سایر کاربری‌ها به دلیل این است که استفاده از شبیه‌ساز باران سبب شده تاج پوشش جنگل به عنوان مهم‌ترین مانع در مقابل برخورد مستقیم قطرات باران به سطح خاک حذف شود. از طرفی به‌دلیل این‌که در سطح پلات دست‌نخورده و با پوشش طبیعی شبیه‌سازی انجام شد، بر اساس مشاهدات میدانی در حین نمونه‌برداری وجود لاش‌برگ به مقدار زیاد در سطح پلات‌های مستقر در زیر درختان جنگلی همانند یک سطح نفوذناپذیر حین برخود قطرات باران عمل کرده و به‌دلیل سطح کوچک پلات رواناب تولیدی به سرعت از خروجی آن عبور کرده و فرصت کمی برای نفوذ رواناب وجود داشت، شرایطی که در کاربری‌های مرتع و کشاورزی وجود نداشته و لاش‌برگ موجود در سطح آن‌ها به شکل پراکنده‌تری در سطح خاک قرار گرفته، در عین حال که لاش‌برگ موجود در این دو کاربری بیش‌تر ساقه‌هایی از گیاهان علفی بودند که خود آن‌ها تا حدود زیادی میزان جذب آب را بالا می‌برند. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات ژانگ و همکاران [٤۳] مبنی بر کاهش حجم رواناب در اثر تخریب جنگل و تبدیل آن به زراعت و تحقیقات آزموده و همکاران [۳] که حجم رواناب در کاربری جنگل را بیش‌تر از اراضی زراعی محاسبه کردند هم‌خوانی دارد. اما با نتایج تحقیقات والنتین و همکاران [٤۱]، مشایخی و همکاران [۲۳]، سلمانی و همکاران [۳۳]، مقدمی‌راد و همکاران [۲٦]، و مرادنژادی و همکاران [۲۸] مغایر است. پدیده آب‌گریزی[1] در خاک‌هایی که دارای ماده آلی بیش‌تری هستند دلیلی برای تولید رواناب بیش‌تر می‌باشد. آب‌گریز بودن خاک در نتیجه اثرات متقابل مواد آلی و ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و هیدرولوژیکی سطح خاک بوده [۳۷]، که نتیجه آن کاهش قدرت جذب آب توسط خاک است. آب‌گریز بودن خاک سطحی جنگل و کاهش میزان نفوذپذیری و در نتیجه افزایش رواناب در کاربری جنگل در تحقیقات نوروزی مهیاری و همکاران [۲۹] و ذوالفقاری و حاج عباسی [٤٦] نیز تایید شده است. در حالی که با تغییر کاربری خاصیت آب‌گریزی خاک نیز

1.Water repellency

از بین رفته و قابلیت جذب آب بالا می‌رود. توده جنگلی دو (تراکم بالاتر نسبت به توده یک و کمتر نسبت به توده سه) به ترتیب ۳۲/٦ و ۳۳/۵ درصد رواناب بیش‌تری ایجاد کرده است. اما نتایج مقدار رسوب معلق (گرم) نشان داد وجود لاش‌برگ‌ها و شرایط موجود در سطح پلات‌های خاک جنگل تأثیر خود را در کاهش میزان فرسایش نشان داده است و از خاک در مقابل تأثیر قطران باران حفاظت کرده است. به‌طوری که میزان رسوب خروجی از پلات‌های مستقر در کاربری جنگل ٦۲ درصد کم‌تر از کاربری مرتع و ۹۱ درصد کم‌تر از کاربری کشاورزی بوده است. این کاهش در کاربری مرتع نسبت به کشاورزی ۷٦/۲٦ درصد بوده است. بالاتر بودن مقدار کربن آلی در خاک جنگل از عوامل پایداری بیش‌تر خاک‌دانه‌ها و مقاومت در مقابل فرسایش و کاهش میزان رسوب آن می‌باشد. آزموده و همکاران [۳] میزان فرسایش خاک ایجاد شده در اراضی زراعی و جنگل را برابر محاسبه کردند که با نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا نمی‌باشد. هم‌چنین نتیجه تحقیقات ژانگ و همکاران [٤۳] نشان داد که در اثر تبدیل جنگل به زراعت در صورت اقدامات حفاظتی مقدار رسوب و به‌تبع آن میزان فرسایش کاهش می‌یابد که با نتیجه این تحقیق هم‌خوانی ندارد. پیکینگ و همکاران [۳۰] اذعان داشتند که میزان فرسایش خاک در قطعات درخت‌چه‌ای به‌طور کلی پایین‌تر از قطعات علفی است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، هم‌چنین با نتایج تحقیق والنتین و همکاران [٤۱] و زیمرمان و همکاران [٤۵]، مقدمی‌راد و همکاران [۲٦]، سلمانی و همکاران [۳۳] و مرادنژادی و همکاران [۲۸]، الدج و همکاران [۷]، اتحادی‌ابری و همکاران [۸] و زورزال و همکاران [٤۷] نیز هم‌خوانی دارد زیرا آن‌ها وجود پوشش‌گیاهی مانند جنگل را دلیل کاهش رسوب و فرسایش خاک بیان کردند.

نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی به‌ویژه تخریب اراضی جنگلی و تبدیل به مرتع جهت تغذیه و چراگاه حیوانات و ایجاد اراضی کشاورزی جهت تولید محصولات کشاورزی، میزان تولید رسوب را تا حدود ۹۰ درصد افزایش می‌دهد. با توجه به این‌که میزان فرسایش در ایران چندین برابر میانگین جهانی است و با نگاهی به خسارت‌های درون و برون منطقه‌ای فرسایش و رسوب انجام اقدامات بازدارنده در جهت تغییر کاربری‌های طبیعی به کشاورزی امری ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

1. Aghabeigi Amin, S. and Arabkhedri, M. 2018. Designing and construction of a portable rainfall simulator. Iranian journal of eco hydrology. 5(1): 229-239. (In Persian)

2.Ahmad Aali, Kh. Nikmehr, S. and Liaghat, A. 2009. Evaluation of different spatial estimating on estimating soil salinity, pH and CaCO3 percentage (Case study of Boukan region). Journal of water and soil. 23(2): 46-59. (In Persian)

3. Azmoodeh, A. Kavian, A. Soleimani, K. and Vahabzade, Gh. 2010. Comparing Runoff and Soil Erosion in Forest, Dry Farming and Garden Land Uses Soils Using Rainfall Simulator. Journal of water and soil. 24(3): 490-500. (In Persian)

4. Behrahi, K. Abbas Sayyad, G. Landi, A. and Peyrowan, H. R. 2018. The Effect of Land use Type and Slope Degree on Phosphorous and Potassium Losses in Runoff Using Rainfall Simulators (Case study: Kakasharaf Watershed Basin, Lorestan). Irrigation Sciences and Engineering. 41(1): 195-209. (In Persian)

5. Costa, M.H. Botta, A. and Cardille, J.A. 2003. Effect of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. Journal of Hydrolgy. 283: 206–217.

6. Daghestani, M. Sobhani, H. Mohseni Saravi, B. and Marvi Mohajer, M.R. 2003. The effect of Group selection as a cutting method on forest hydrology: (Case study: Nam khane series of Khairud Kenar forest in Nowshahr). Master Thesis, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, Department of Forestry and Forest Economics. (In Persian).

7. Elledge, A. and Thornton, C., 2016. Effect of changing land use from virgin brigalow (Acacia harpophylla) woodland to a crop or pasture system on sediment, nitrogen and phosphorus in runoff over 25 years in subtropical Australia. Agriculture, Ecosystems and Environment. 239: 119–131.

8. Etehadi Abari, M. Majnounian, B. Matekian, A. and Jourgholami, M. 2017. Effects of forest harvesting of runoff and sediment characteristics in the hyrcanian forest, northern Iran. Europe Forest Research. 136: 375 – 386.

9. Etehadi abri, M. Majnounian, B. Malakian, A. and Jourgholami, M. 2017. Hydrological Effects of Forest selective harvesting on runoff and sediment yields (case study: Kheyrud Forest). Iranian Journal of natural environment (Iranian Journal of natural resources). 70:(3): 481-493. (In Persian)

10. Ferreira, C.S.S. Walsh, R.P.D. Kalantari, Z. and Ferreira, A.J.D. 2020. Impact of Land-Use Changes on Spatiotemporal Suspended Sediment Dynamics within a Peri-Urban Catchment. Water, 12(665); doi:10.3390/w1203066.

11. Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle – Size analysis. P. 383 – 411. In: Klute, A. (ed.), Methods of soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods. SSSA Bookser. 5/1. ASA and SSSA, Madison, WI.

12. Ghahraman, B. and Abkhezr, H. 2004. Improvement in intensity-duration-frequency relationships of rainfall in Iran. Journal of water and soil science. 8(2): 1-14. (In Persian)

13. Hamzeh'ee, B. Khanhasani, M. Khodakarami, Y. and Nemati Peykani, M. 2008. Floristic and phytosociological study of Chaharzebar forests in Kermanshah. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 16 (2): 212-229. .(In Persian)

14. Jordan, A. and Martınez Zavala, L. 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. Forest Ecology and Management. 255(3-4): 913–919.

15. Kalbali, S. Ghorbani Dashtaki, S. Naderi, M. and Mirzaee, S. 2019. Investigating the Effect of Surface Gravel Cover on Runoff and Soil Erosion with Simulating Runoff. Journal Pf watershed science and engineering. 14(48): 52-58. (In Persian)

16. Karimi Amirkiasar, M. Ardalan, M. Kavoosi, M. and Shokri Vahed, H. 2011. Determination of Phosphorus Critical Level in Some of Paddy Soils in Guilan. Journal of water and soil. 25(4): 814-822. (In Persian)

17. Kooch, Y. and Moghimian, N. 2015. The effect of deforestation and land use change on ecophysiology indices of soil carbon and nitrogen. Iranian journal of forest. 7(2): 243-256. (In Persian)

18. Mahmoodabadi, M. and Arabkhedri, M. 2011. Rainfall and Erosion Simulation Laboratory Soil Conservation and Watershed Management Research Institute: Characteristics, Capabilities and Applications. 1(3): 1-11. (In Persian)

19. Maleki, A. Hesadi, H. and Naderian, P. 2009. Site selection of artificial research of merg watershed aquifer. Geographical research. 24(1): 53-78. (In Persian)

20. Mandal, UK. Rao, KV. Mishra, PK. Vittal, KPR. Sharma, KL. Narsimlu, B. and Venkanna, K. 2005. Soil infiltration, runoff and sediment yield from a shallow soil with varied stone cover and intensity of rain. Eurpan Journal of Soil Science. 56: 435–443.

21. Manojlovi´c, S. Sibinovi´c, M. Sreji´c, T. Hadud, A. and Sabri, E. 2021. Agriculture Land Use Change and Demographic Change in Response to Decline Suspended Sediment in Južna Morava River Basin (Serbia). Sustainability. 13(3130). https://doi.org/10.3390/su13063130.

22. Martinez-Zavala, L. and Jordan, A. 2008. Effect of rock fragment cover on interrill soil erosion from are soils in Western Andalusia, Spain. Soil Use Manage. 24: 108-117.

23. Mashayekhi, z. Panahi, M. Karami, M. Khalighi, Sh. Khoshsolat, S. and Bakhtiari, F. 2010. Effect of forest covers on water conservation and surface runoff reduction in Bazoft river basin. 18(3): 364-352. (In Persian)

24. Meteorological organization of Kermanshah province, 2019. (http://www.kermanshahmet.ir/met_state.aspx?lang=fa-ir).

25. Mirhosseini, S. M. Shahabpour, J. and Farhpour, M. H. 2009. Geochemical behavior of zinc, potassium and sodium in soils affected by acid rains related to sar cheshmeh copper smelter, Rafsanjan. Geosience. 18(71): 161-166. (In Persian)

26. Moghadamirad, M. Moayeri, M.H. Abdi, E. and Ghorbani, H. 2018. Vaghei4Effect of vegetation cover density on runoff and soil loss of inter rill erosion in forest road cut slope (Case study: KoohmianForest-Azadshahr). Journal of Water and Soil Conservation. 25(2): 220-233. (In Persian).

27. Mojadadi, H. Moradmand Jalili, A. Smailpour, S. and Bahmanyar, M. A. 2013. The effects of land use change of forests on chemical properties of soil. Watershed Management research (Pazhohesh – va-sazandegi). 4(97): 1-6. (In Persian)

28. Moradnezhadi, M. Jourgholami, M. and Bozorg-Haddad, O. 2019. The effect of forest harvesting variants for mitigating the runoff and loss of water resources using SWAT rainfall-runoff model in Kheyrud forest watershed. Journal of forest and wood product. 71(4): 275-287. (In Persian)

29. Nourouzi Mahyari, R. Kiani, F. and Habashi, H. 2015. Study on the effect of forest, afforested and disturbed forest using natural rainfall on infiltration, runoff and sediment in Shastkalate watershed, Journal of Water and Soil Conservation. 22(4): 139-153. (In Persian)

30. Peiqing, X. Wenyi, Y. M. and Römkens, J. M. 2011. Effects of grass and shrub cover on critical unit stream power in overland flow. International Journal of Sediment Research. 26: 387-394.

31. Rieke-Zapp, D. Poesen, J. and Nearing, M.A. 2007. Effects of rock fragments incorporated in the soil matrix on concentrated flow hydraulics and erosion. Earth Surf. Process Landf. 32: 1063-1076.

32. Sadeghi, SHR. Gholami, L. Homaee, M. and Khaledi Darvishan, A. 2015. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. Solid Earth. 6(1): 445-455.

33. Salmani, H. Mohseni Saravi M. Rouhani, H. and Salajeghe, A. 2013. Evaluation of Land Use hange and its Impact on the Hydrological Process in the Ghazaghli Watershed, Golestan Province. Journal of watershed management research. 3(6): 43-60. (In Persian)

34. Sarifi, F.A.S. Safarpour, SH. Ayoubzade S. A. and Vakilpour J. 2004. An investigation of factors affecting runoff generation in ardi and semiarid area using simulation and rainfall runoff data. Iranian journal of natural resources. 57(1): 33 - 45. (In Persian)

35. Shafiee, N. and Shirani, H. 2014. Copper Concentration

Spatial Study and Correlation of pH and EC with Copper Element in Soils of Sarcheshmeh Copper Complex, Kerman, Iran. Journal of Water and Soil science. 17(66): 211-223. (In Persian)

36. Sharifi Moghaddam, E. Sadeghi, SHR. and Khaledi Darvishan, AV. 2015. Small Plot Soil Hydrologic Components as Affected by Application of Vinasse Organic residue. Iranian journal soil and water research. 45(4): 499-508. (In Persian)

37. Smettem, K.R.J. Rye, C. Henry, D.J. Sochacki S.J. and Harper, R.J. 2021. Soil water repellency and the five spheres of influence: A review of mechanisms, measurement and ecological implications. science of total environment. 787:(147429).

38. Tabarzadi, A. Jourgholami, M. Moghaddam Nia, A. Majnounian Garagiz, B. and Attarod, P. 2019. Evaluation of the effect of forest cover on quantitative and qualitative runoff parameters in Chitgar Forest Park Watershed, Tehran. Journal of range and watershed management. 71(4): 997-1011. (In Persian)

39. Vahabi, J. and Mahdian, M. H. 2009. Investigating the effect of edaphic parameters on runoff using a rainfall simulator. Whatershed Management Research. 83: 10-22. (In Persian)

40. Vahedi, A.A. and Maghsoudi, R. 2017. Providing mathematical and simulating protocol for optimum monitoring of soil carbon pools (Case study: Nour Forest Park). Journal of soil and waater conservation. 24(2): 239-254.

41. Valentin, C. Agus, F. Alamban, R. Boosaner, A. Bricquet, J.P. Chaplot, V. Guzman, T. Rouw,A. Janeau, J.L. Orange, D. Phachomphonh, A. Do Duy P. Podwojewski, P. Ribolzi, O. Silvera, N. Subagyono, K. Thiébaux, J.P. Tran Duc T. and Vadari, T. 2008. Runoff and sediment losses from 27 upland catchments in Southeast Asia: Impact of rapid land use changes and conservation practices. Agriculture, Ecosystems and Environment. 128(4): 225-238.

42. Webb, A. Dragovich, D. and Jamshidi, R. 2012. Temporary increases in suspended sediment yields following selective eucalypt forest harvesting. Forest Ecology and Management. 283: 96–105.

43. Zhang, X. CAO, W. GUO, Q. and WUd, S. 2010. Effects of land use change on surface runoff and sediment yield at different watershed scales on the Loess Plateau. International Journal of Sediment Research. 25(3): 283-293.

44. Zhu, X. Lin, J. Dai, Q. Xu, Y. and Li, H. 2019. Evaluation of Forest Conversion Effects on Soil Erosion, Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Based on 137Cs Tracer Technique, Forests. 10(433). doi:10.3390/f10050433.

45. Zimmermann, A. Francke, T. and Elsenbeer, H. 2012. Forests and erosion: Insights from a study of suspended-sediment dynamics in an overland flow-prone rainforest catchment. Journal of Hydrolog. 428–429: 170–181.

46. Zolfaghari, A.A., and Hajabassi, M.A. 2008. The effects of land use change on physical properties and water repellency of soils in Lordegan forest and Freidunshar pasture. Journal Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology). 22 (2): 251-262. (In Persian)

47. Zorzal-Almeidaa, S. Salimb, A. Roberto, M. Novaes Nascimentod, M. MauricioBinie, L. and Campos Bicudoa, D. 2018. Effects of land use and spatial processes in water and surface sediment of tropical reservoirs at local and regional scales. Science of The Total Environment. 644: 237-246.

نشریه علمی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 16, No. 58, Fall 2022
سال شانزدهم- شماره ۵۸- پاییز ۱۴۰۱

The Effect of Land Use Change on Runoff Fractions and Soil Loss Using Rainfall Simulator Chaharzbar e Olia in Kermanshah province

A.S. Haghani[1], R.H. Heidari[2] and S. Aghabeigi Amin[3]
Received: 01-11-2021 Accepted: 22-11-2021

Abstract

The aim of this study was to evaluate the impact of forest on erosion and runoff variables and compare it with rangeland and agricultural in part of Mereg watershed located in Kermanshah province. At first, three forest mass were identified and divided into three density categories (low, medium and Many), then Soil and hydrological parameters were measured in each forest density area and also in both agricultural and rangeland using a rainfall simulator. Rainfall was run at a rate of 83 mm / h for 24 minutes with 18 repetitions. The hydrological results in forest mass showed that the mass 2 (with medium density) produced 32.6 percent more runoff than the first stand and 33.5 percent more than the third Mass, which could be due to the soil repellency in forest, but no statistically significant difference was observed in other variables. Also, the comparison of the hydrological variables in three land uses (forest, rangeland and agriculture) showed that although the runoff from forest was 61.5 percent more than rangeland and 54.2 percent more than agricultural, however, the amount of sediment output from these plots was 62 percent less than rangeland and 91percent less than agricultural. This decrease in rangeland compared to agriculture was 76.26 percent.

Keywords: Hydrologic response, Land cover, Land use chang, Rainfall simulation, Zagros forest

1. M.Sc graduated of Department of Natural resources, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran
2.Assistant Professor of Forestry, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
3. Corresponding Author and Assistant Professor of Watershed Management Science and Engineering, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: saghabeigi@yahoo.com