

تأثیر پوشش گیاهی بر میزان رواناب و تولید رسوب در مقیاس پلات درحوزه آبخیز جنگل خیرود

- ❖ مریم اتحادی ابری*؛ دانشجوی دکتری مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ❖ باریس مجنونیان؛ استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ❖ آرش ملکیان؛ دانشیار گروه مهندسی احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ❖ مقداد جورغلامی؛ دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

چکیده

بهربرداری حوزه‌های آبخیز جنگلی یکی از مواردی است که باعث تغییر خصوصیات هیدرولوژیک جنگل می‌شود. لکن پیامدهای هیدرولوژیک ناشی از بهره‌برداری حوزه‌های آبخیز جنگلی کم‌تر بررسی شده است. بر این اساس در تحقیق حاضر اقدام به بررسی تأثیر تغییر پوشش گیاهی در اثر بهره‌برداری جنگل، بر مؤلفه‌های هیدرولوژی در مقیاس پلات‌های دو متر مربعی و در قالب چهار تکرار مبتنی بر بارندگی‌های طبیعی به وقوع پیوسته از آذر ۱۳۹۳ تا آذر ۱۳۹۴ (طی یکسال) در بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود، شده است. به طوری که بعد از هر واقعه، بعد از قرائت مقدار بارش از باران سنج نصب شده در منطقه، میزان رواناب و میزان رسوب به دست آمد. نتایج تحقیق بیان‌گر تأثیر معنی‌دار ($P \leq 0/01$) تغییر پوشش گیاهی در اثر بهره‌برداری، بر میزان رواناب و رسوب است ولی تأثیر طبقه شیب بر میزان رواناب و رسوب معنی‌دار نیست. کمترین میزان رواناب و رسوب به ترتیب در منطقه شاهد (بدون بهره‌برداری) $372/331$ سی سی و $0/08$ گرم بر مترمربع و منطقه بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینی $878/96$ سی سی و $0/17$ گرم بر مترمربع و بیشترین میزان تولید رواناب و رسوب مربوط به مسیر چوبکشی است که به ترتیب به میزان $2290/70$ سی سی و $1/2$ گرم بر مترمربع می‌باشد. همچنین روابط رگرسیونی بین میزان بارندگی، تولید رواناب و رسوب نشان داد که رابطه مثبت و معنی‌داری بین بارندگی و رواناب و رسوب وجود دارد و با افزایش بارندگی، میزان رواناب و رسوب افزایش می‌یابد.

کلید واژگان: بهره‌برداری جنگل، پوشش گیاهی، تولید رسوب، تولید رواناب، جنگل خیرود.

۱. مقدمه

رسیده‌اند که بهره‌برداری جنگل می‌تواند به افزایش حجم کل رواناب، در اثر تغییر در الگوهای رواناب منجر شود. جنگل زدایی در ابتدا باعث افزایش حجم رواناب می‌شود و وقتی رشد مجدد آغاز می‌شود، رواناب به آرامی کاهش می‌یابد [۴۱]. در یک حوزه جنگلی، بهره‌برداری جنگل با کاهش تبخیر و تعرق و باران ربایی بر توازن آب تأثیر می‌گذارد [۴].

درجه شیب نیز ممکن است پیش‌بینی‌کننده خوبی از میزان رسوب در حوزه باشد. در تحقیقی دیگری [۲۴]، میزان تولید رسوب در سه پلات رواناب با شیب‌های مختلف از ۹٪ تا ۵۵٪ بررسی شد. نتایج نشان داد نرخ فرسایش به صورت خطی با توجه به زاویه شیب، افزایش می‌یابد. علاوه بر این، به علت از دست دادن بیشتر ذرات خاک در دامنه‌های شیب‌دار طولانی‌تر، نسبت به دامنه‌های شیب‌دار کوتاه‌تر، فرصت بیشتری برای ایجاد فرسایش و توسعه آن می‌دهد. سناریوهای مختلف بهره‌برداری در یک حوزه آبخیز در بریتیش کلمبیا آزمایش شدند [۲۱]. نتایج نشان داد که بیشترین تأثیر بهره‌برداری روی بالا رفتن دوره بازگشت جریان آب بوده است. این مطالعه نشان داد که بهره‌برداری به روش قطع یکسره در ۵۰ درصد از حوزه، منجر به افزایش ۹٪-۲۵٪ در اوج جریان آب در مقایسه با اوج جریان آب، زمانی که هیچ مدیریتی در حوزه جنگلی اعمال نمی‌شود، می‌شود. با این حال، بهره‌برداری ۲۰٪-۳۰٪ از حوزه جنگلی هیچ اثر معنی‌داری در رژیم جریان اوج آب ندارد [۲۱]. در تحقیق دیگری [۲]، تأثیر انواع پوشش گیاهی بر روی میزان رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف زمین (جنگل، مرتع و زمین زراعی) در وست بانک در شمال غربی شهر هربون بررسی شد و نتایج بدست آمده نشان داد که تفاوت مهم و معناداری بین رواناب کلی و میزان تولید رسوب تولید شده در هر یک از انواع پوشش‌های گیاهی مختلف وجود

تاج پوشش درختان جنگلی و چگونگی توزیع مکانی آن‌ها اثر مهمی بر هیدرولوژی و فرسایش خاک دارند [۳] به طوری که پوشش گیاهی و جنگلی نقش مهمی را در بخشی از چرخه هیدرولوژی یک از طریق گیرش هوایی بارش‌ها، توزیع مکانی و زمانی آن‌ها، کاهش سرعت برخورد قطرات باران بر سطح زمین، تبخیر و تعرق، کاهش روان‌آب و افزایش نفوذ آن ایفا می‌کند که از این دیدگاه، اهمیت فوق‌العاده‌ای در حفاظت آب و خاک دارد [۴۸، ۵۸]. پوشش گیاهی خاک را در مقابل فرسایش از طریق کاهش تولید رواناب [۳۷] و افزایش نفوذ پذیری، حفظ می‌کند [۴۶]. همچنین پوشش گیاهی خاک را با ریشه‌هایش تثبیت [۱۴] نموده و انرژی قطرات باران را به وسیله اندام هوایی به خصوص با تاج پوشش، کاهش می‌دهد [۱۲]. بنابراین پوشش گیاهی می‌تواند به عنوان یک مانع فیزیکی در رخداد فرسایش عمل کرده و جریان رسوبات را در سطح زمین تغییر دهد [۳۲]. از طرفی بهره‌برداری حوزه‌های جنگلی می‌تواند بر روی فرآیندهای هیدرولوژی یک تأثیر بگذارد. از این رو بررسی رابطه بین روش‌های بهره‌برداری حوزه‌های جنگلی و تولید رسوبات معلق ضروری می‌باشد [۱۸]. مطالعات مختلف تحت شرایط مختلف محیطی نشان دهنده تأثیر مثبت پوشش گیاهی بر روی میزان رواناب و کاهش فرسایش خاک می‌باشد. روش معمول برای کاهش میزان رواناب و فرسایش خاک استفاده از پوشش گیاهی مناسب و پایدار است [۶، ۱۰، ۲۲، ۲۸، ۳۶، ۴۳، ۵۰].

به طور گسترده‌ای این موضوع پذیرفته شده است که برداشت چوب و بهره‌برداری جنگل می‌تواند میزان تولید رسوب را به وسیله آب‌های سطحی، شتاب دادن به شدت فرسایش‌های طبیعی در یک منطقه، افزایش دهد [۳۳]. بسیاری از مطالعات [۱۵، ۱۶، ۲۰، ۴۹] به این نتیجه

دارد.

بررسی خصوصیات رواناب در حوزه‌های جنگلی بهره‌برداری شده به روش گزینشی در جنگل‌های بارانی در مرکز کالیمانتان^۱ ندونزی نشان داد که انجام بهره‌برداری گزینشی باعث کاهش تأثیرات بهره‌برداری روی رواناب می‌شود [۴۲].

تأثیر قطع یکسره بر روی میزان رواناب فصلی و سالانه جنگل‌های بوره‌آل در شرق فنلاند با استفاده از داده‌های بلند مدت هواشناسی را برای مدت ۵ سال قبل و ۱۸ سال بعد از قطع یکسره نشان می‌دهد که تأثیر قطع یکسره روی رواناب تا ۱۸ سال بعد از آن نیز وجود دارد [۱۹]. در این تحقیق چون تأثیرات سالانه همراه با فصلی مورد مطالعه قرار گرفته است باعث درک بهتر تأثیرات قطع یکسره بر حوزه آبخیز شده است. بررسی تأثیر اشکال مختلف شیب (محدب، مقعر و هموار) جنگل بر میزان رواناب و فرسایش در منطقه بارتین^۲ در شمال غرب ترکیه، با ایجاد ۹ پلات در ۳ منطقه جنگلی نشان داد که میزان رواناب و رسوب در منطقه هموار بیشتر از دو منطقه دیگر بوده است و همچنین اکثریت ذرات ایجاد شده در اثر فرسایش در قطعه هموار یک اندازه‌تر از دو منطقه دیگر بوده است. در واقع در دو منطقه مقعر و محدب اندازه قطعات رسوب متفاوت‌تر بوده است [۳۹]. در ایران نیز در بررسی اثر قطع گروهی درختان بر خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه جنگلی، نشان داد که میزان رواناب در منطقه قطع شده ۵۵٪ بیشتر از منطقه شاهد بوده است. بنابراین عملیات قطع گروهی بر خصوصیات خاک و خصوصیات هیدرولوژیکی تأثیر می‌گذارد [۷]. بررسی تأثیر سناریوهای مختلف بهره‌برداری جنگل بر ویژگی‌های سیل حوزه‌های جنگلی نشان داد که با افزایش بهره‌برداری در زیر حوزه‌ها، میزان دبی اوج و حجم سیلاب به صورت نمایی افزایش می‌یابد [۳۰]. همه تحقیقات انجام شده در

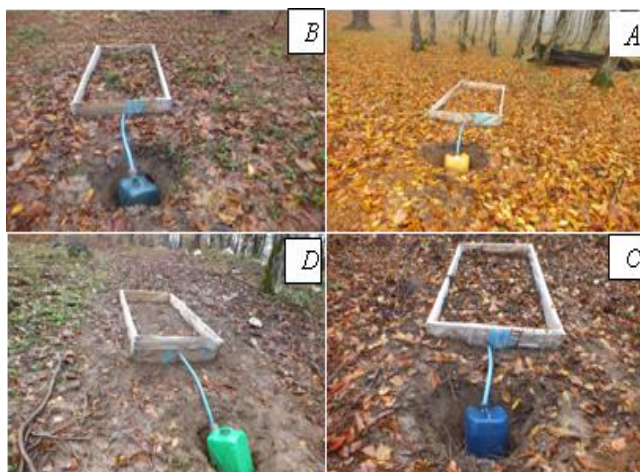
سراسر دنیا که همگی آن‌ها بر اهمیت حوزه‌های جنگل در حفاظت از آب و خاک تطابق نظر دارند با توجه به اینکه در حوزه‌های جنگلی شمال در اثر بهره‌برداری و دیگر عملیات مدیریتی جنگل، هر سال تعدادی از درختان و به تبع آن تاج پوشش و پوشش گیاهی حذف می‌شود و باعث بروز تغییراتی در آب و خاک و میزان رواناب و رسوب می‌گردد که لازم و ضروری است نحوه و میزان این اثرات مورد مطالعه قرار گیرد. بر همین اساس تحقیق حاضر با هدف ارزیابی کمی بهره‌برداری از پوشش جنگلی بر مؤلفه‌های هیدرولوژی از جمله تولید رواناب و رسوب در بخش گرازین جنگل آموزشس پژوهشی خیرود در شهرستان نوشهر صورت گرفته است.

۲. روش شناسی

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود به مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار در حدود ۷ کیلومتری شرق نوشهر قرار گرفته است. پایین‌ترین قسمت آن که مرز شمالی آن را نیز تشکیل می‌دهد با ارتفاع حدود ۱۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد در مجاورت روستای نجارده شروع شده و تا ارتفاع حدود ۲۲۰۰ متر در ییلاق بالا می‌رود. این جنگل به هشت سری تقسیم شده که سری گرازین به وسعت ۱۰۰۱/۵ هکتار، سومین سری از آن محسوب می‌شود. (شکل ۱). به منظور انجام مطالعه حاضر، براساس هدف پژوهش بعد از انجام بازدید میدانی، منطقه‌ای با دارا بودن ویژگی‌های هدف تحقیق (منطقه جنگلی با دسترسی آسان و سهل الوصول به چهار منطقه، یکسان بودن سنگ مادر و عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات هیدرولوژیک مانند جهت و ارتفاع پلات‌ها، وجود اطلاعات پایه و وجود امنیت لازم برای تجهیزات مورد استفاده)، مشخص گردید. به

بهره‌برداری)، بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینی، منطقه بدون تاج پوشش و مسیر چوبکشی، در دو طبقه شیب ۰-۲۰٪ و ۲۰-۴۰٪، با چهار تکرار نصب شدند (شکل ۱). انتخاب ابعاد پلات‌ها با توجه به هدف تحقیق مینی بر اندازه‌گیری فرسایش سطحی، کنترل شرایط حاکم بر محدوده داخل پلات، امکان جمع‌آوری رواناب و رسوب و نیز ایجاد تکرارهای مناسب که در برگیرنده شرایط منطقه مورد مطالعه باشد، صورت گرفت. بعد از هر بار واقعه بارندگی، میزان بارندگی به‌وسیله باران‌سنج استوانه‌ای، ثبت گردید شروع آماربرداری از آذر ۱۳۹۳ آغاز و تا آذر سال بعد، یعنی ۱۳۹۴ ادامه یافت و در طول این یک سال بارندگی‌هایی که منجر به ایجاد رواناب و رسوب شده بودند، ثبت و اندازه‌گیری شدند.



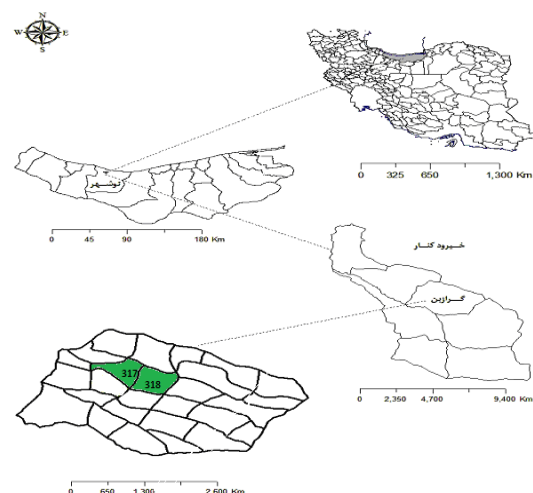
شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در بخش گرازین جنگل خیرود و نمایی از پلات‌های مستقر در چهار منطقه شاهد (A)، منطقه بهره‌برداری شده تک‌گزینی (B)، منطقه بدون تاج پوشش (C) و مسیر چوبکشی (D)

تعبیه شده تا رواناب جاری شده در سطح پلات را به مخزن جمع‌آوری هدایت کند. پس از هر بار وقوع بارندگی، نمونه‌های رواناب که توسط خروجی پلات به ظروف جمع‌آوری هدایت شده، جمع‌آوری و حجم رواناب هر نمونه بر حسب سی‌سی اندازه‌گیری شد. بعد از نمونه‌برداری، ظروف حاوی آب و رسوب به آزمایشگاه

منظور انجام این پژوهش پارسل‌های ۳۱۷ و ۳۱۸ از این سری انتخاب شده‌اند. قطعات نمونه مربوط به منطقه شاهد (دست نخورده) در پارسل ۳۱۸ بخش گرازین جنگل خیرود و قطعات نمونه مربوط به قسمت‌های بهره‌برداری شده به شیوه تک‌گزینی، منطقه بدون پوشش تاجی و مسیرهای چوبکشی در پارسل ۳۱۷ بخش گرازین جنگل خیرود قرار گرفته‌اند.

۲.۲. مراحل اجرای پژوهش

در این تحقیق برای تعیین میزان رواناب و رسوب تولید شده در اثر بهره‌برداری از جنگل، از بارش‌های طبیعی منطقه استفاده شد. ۳۲ پلات آزمایشی به ابعاد ۱ در ۲ متر، در هر یک از چهار تیمار شاهد (بدون



این پلات‌ها از جنس چوب ساخته شده‌اند و برای اطمینان از اینکه از ورود و خروج آب جلوگیری می‌کنند، بوسیله نایلون پلاستیکی عایق بندی شده‌اند و به اندازه ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر در خاک فرو رفته‌اند تا رواناب حاصله از این سطح ۲ متر مربعی به بیرون تراوش نکند و نمایانگر میزان واقعی رواناب باشد. در انتهای این پلات‌ها لوله‌ای

بدون تاج پوشش و مسیر چوبکشی) و طبقه شیب (۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ درصد)، بر میزان رواناب و رسوب از تجزیه واریانس دو طرفه بر اساس آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار استفاده گردید.

۳. نتایج

در طی یکسال آماربرداری، در مجموع ۲۳ واقعه بارندگی، که منجر به ایجاد رواناب شده بود، اندازه‌گیری شدند که از این تعداد، ۱۰ واقعه مربوط به فصل پاییز، ۵ واقعه مربوط به زمستان، ۴ واقعه بهار و ۴ واقعه مربوط به فصل تابستان می‌شود. بیشترین و کمترین مقدار بارش به ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۳/۹/۳ و ۱۳۹۳/۹/۱۱ به وقوع پیوست که به ترتیب ۶۳ میلی‌متر و ۳/۶ میلی‌متر بوده است. همان‌طور که از جدول ۱ مشخص است بافت خاک در منطقه شاهد و بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینه، لومی و در منطقه بدون تاج پوشش و مسیر چوبکشی لومی رسی است. بیشترین میزان ماده آلی مربوط به منطقه شاهد (بدون بهره‌برداری) و کمترین میزان ماده آلی، مربوط به منطقه مسیر چوبکشی است.

منتقل شدند. برای اندازه‌گیری غلظت رسوب از روش تخلیه آب استفاده شد [۴۷]. در این روش ابتدا یک لیتر نمونه آب و رسوب را درون بشر ریخته، سپس آن را به مدت ۴۸ ساعت به حالت سکون نگه داشته و سپس به آرامی اقدام به تخلیه آب بالای رسوبات گردید. بعد از خالی کردن آب اضافی، رسوبات موجود در کف ظرف را شسته و درون فویل‌های از قبل تهیه و توزین شده ریخته و در آن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد [۳۵]. با توزین نمونه‌های فویل همراه رسوب و کسر نمودن وزن فویل‌های اولیه، میزان رسوب بر حسب گرم در لیتر به دست آمد و با ضرب کردن غلظت رسوب در میزان حجم رواناب، میزان رسوب به گرم تبدیل شد و پس از تقسیم رسوب بر ابعاد پلات، میزان رسوب بر حسب گرم بر مترمربع بدست آمد.

داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار Excel به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره و سپس داده‌ها به محیط نرم‌افزار SPSS وارد شده تا آنالیز و تحلیل آماری توسط آن صورت گیرد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با آزمون کولموگراف-اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی گردید. برای بررسی تأثیر دو فاکتور پوشش‌های مختلف جنگلی (شاهد، بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینه، منطقه

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار پارامترهای خاک، در چهار منطقه مورد مطالعه

متغیر	شاهد		بهره‌برداری شده		بدون تاج پوشش		مسیر چوبکشی	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
رس (/)	۲۰/۳۴	۶/۵	۲۳/۲	۴/۲	۲۸/۳۴	۴/۳	۳۲/۵۷	۵/۶۵
شن (/)	۵۰/۳	۱۱/۵۱	۵۱/۴۵	۶/۸	۴۶/۱	۷/۹۱	۴۲	۸/۵۶
سیلت (/)	۳۲/۱۲	۶/۱	۲۸/۸	۶/۳۴	۲۶/۶۵	۷/۴۵	۲۵/۴۵	۷/۷۸
ماده آلی	۶/۶۹	۱/۰۳	۵/۸	۱/۳۸	۵/۰۱	۱/۲	۴/۴۶	۱/۴۵

۱.۳. میزان رواناب

جدول ۲ میانگین و انحراف معیار رواناب را در هر چهار منطقه شاهد، بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینه، منطقه بدون پوشش تاجی و مسیر چوبکشی در دو کلاسه

شیب ۰-۲۰٪ و ۲۰-۴۰٪ نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین میانگین رواناب مربوط به منطقه مسیر چوبکشی با شیب بالای ۲۰٪ به میزان ۳۵۴۵/۹۴ سی سی و کمترین میانگین رواناب مربوط به

منطقه شاهد با شیب کمتر از ۲۰٪ به میزان ۳۷۲/۳۱ سی سی است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار رواناب در هر چهار منطقه در دو کلاسه شیب

منطقه	شاهد	شاهد	بدون تاج پوشش	بدون تاج پوشش	تک گزینی	تک گزینی	مسیر چوبکشی	مسیر چوبکشی
	٪۲۰-۰	٪۴۰-۲۰	٪۲۰-۰	٪۴۰-۲۰	٪۲۰-۰	٪۴۰-۲۰	٪۲۰-۰	٪۴۰-۲۰
میانگین	۳۷۲/۳۱	۷۹۱/۰۲	۱۲۱۹/۳۴	۱۶۰۹/۹	۸۷۸/۹۶	۱۰۹۲/۶۳	۲۲۹۰/۷	۳۵۴۵/۹۳
انحراف معیار	۴۱۱/۰۳	۱۲۸۹	۲۲۹۱/۹	۲۶۵۹/۶۴	۱۶۹۲/۳۸	۱۹۲۷/۵۱	۳۰۹۹/۱۶	۴۶۵۹/۱۱

نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های گیاهی مختلف ناشی از بهره‌برداری و شیب‌های مختلف بر میزان رواناب در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین چهار منطقه با پوشش‌های مختلف گیاهی و میزان رواناب وجود دارد ولی بین میزان رواناب و کلاسه شیب رابطه معنی‌دار وجود ندارد.

نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های گیاهی مختلف بر میزان رواناب در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین چهار منطقه با پوشش‌های مختلف گیاهی و میزان رواناب وجود ندارد.

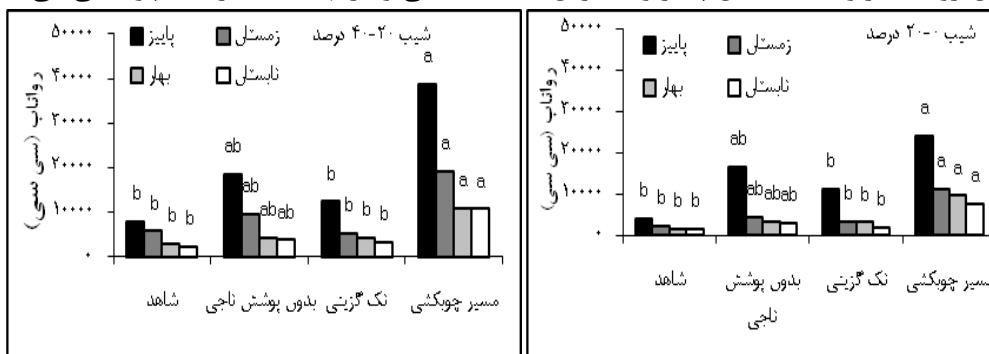
جدول ۳. نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های گیاهی مختلف و شیب‌های مختلف بر میزان رواناب

منبع تغییرات	درجه آزادی	F	Pvalue
پوشش گیاهی	۳	۳/۸۸**	۰/۰۰۰
شیب	۱	۲/۸۵	۰/۹۵
پوشش گیاهی * شیب	۳	۱/۲۴	۰/۶۵
خطا	۱۲۰		۰/۸۱۷
کل	۱۲۴		

* معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های گیاهی مختلف و شیب‌های مختلف بر میزان رواناب در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین چهار منطقه با پوشش‌های مختلف گیاهی و میزان رواناب وجود ندارد.

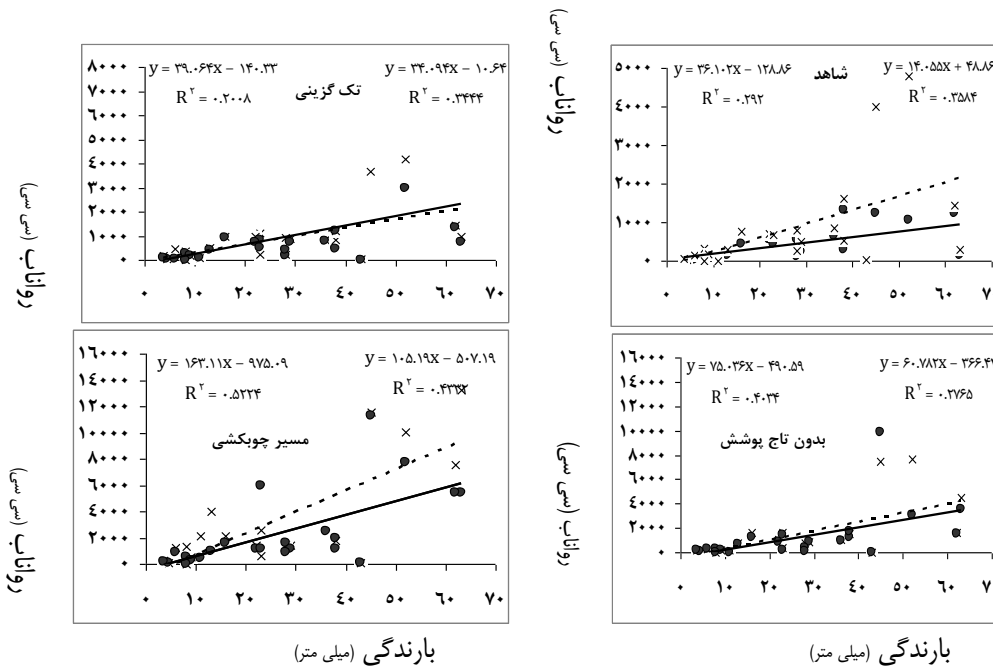
نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های گیاهی مختلف و شیب‌های مختلف بر میزان رواناب در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین چهار منطقه با پوشش‌های مختلف گیاهی و میزان رواناب وجود ندارد.



شکل ۲. میزان رواناب در تیمارهای مختلف در دو کلاسه شیب در چهار فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان

است بین میزان بارندگی هر واقعه و میزان رواناب تولید شده ارتباط معناداری وجود دارد و با افزایش میزان بارندگی، میزان رواناب تولید شده نیز افزایش می‌یابد. در واقع میزان رواناب نه تنها به پوشش گیاهی و تاجی منطقه مرتبط است، بلکه تحت تأثیر میزان بارندگی منطقه نیز است.

شکل ۳ رابطه رگرسیونی بین میزان بارندگی (میلی‌متر) و میزان رواناب (سی‌سی) را در هر یک از مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد. در هر شکل ابر نقاط دایره‌ای و فرمول سمت راست مربوط به شیب ۰-۲۰٪ و ابر نقاط ضربدر و فرمول سمت چپ مربوط به شیب ۲۰-۴۰٪ متعلق است. همان‌طور که از شکل ۳ مشخص



شکل ۳. رابطه رگرسیونی بین میزان بارندگی و رواناب در دو کلاسه شیب در چهار منطقه مورد بررسی

مشاهده می‌شود بیشترین میانگین رسوب (گرم بر مترمربع) مربوط به منطقه مسیر چوبکشی با شیب بالای ۲۰٪ به میزان ۱/۷ گرم در مترمربع و کمترین میانگین رواناب مربوط به منطقه شاهد با شیب کمتر از ۲۰٪ به میزان ۰/۰۶ گرم در مترمربع است.

۲,۳ رسوب

جدول ۴ میانگین و انحراف معیار رسوب را در هر چهار منطقه شاهد، بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینی، منطقه بدون پوشش تاجی و مسیر چوبکشی در دو طبقه شیب ۰-۲۰٪ و ۲۰-۴۰٪ نشان داده است. همان‌طور که

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار رسوب در هر چهار منطقه در دو کلاسه شیب

رسوب (گرم بر مترمربع)	شاهد	شاهد	بدون تاج پوشش	بدون تاج پوشش	تک‌گزینی	تک‌گزینی	مسیر چوبکشی	مسیر چوبکشی
میانگین	۰/۲۰-۰	۰/۴۰-۲۰	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۱۵	۰/۱۷	۱/۲	۱/۷
انحراف معیار	۰/۱۲	۰/۱۱	۱/۳۰	۱/۳۵	۰/۲۸	۰/۲۶	۱/۳	۳/۶

مختلف جنگلی) و میزان رسوب تولید شده، وجود دارد ولی بین میزان رسوب تولید شده و دو کلاسه شیب رابطه معنی داری وجود ندارد.

نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های جنگلی مختلف ناشی از بهره‌برداری و شیب‌های مختلف بر میزان رسوب در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری بین تیمارها (چهار منطقه با پوشش‌های

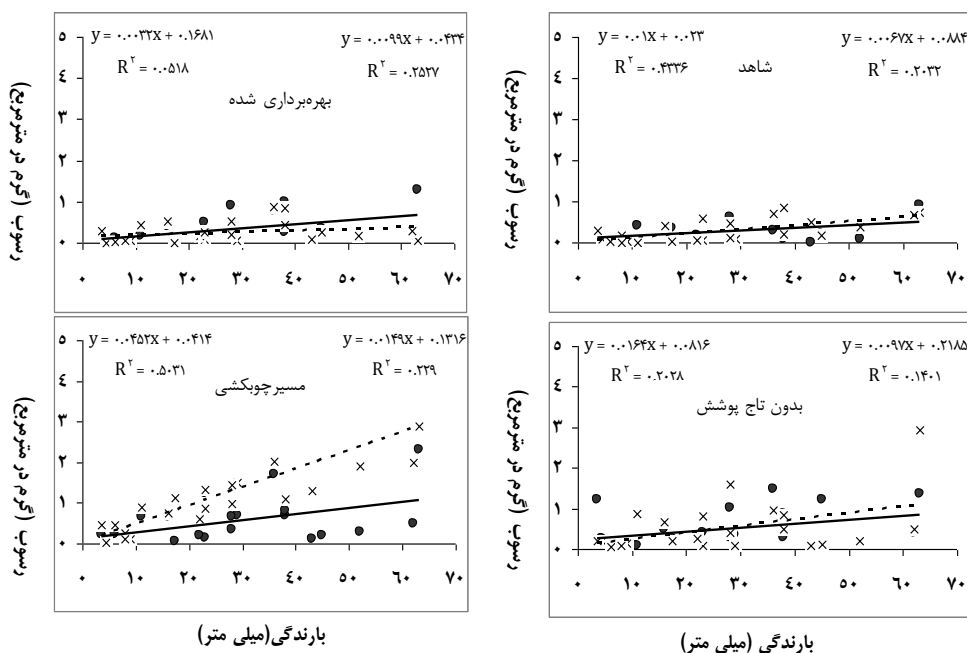
جدول ۵. نتایج تجزیه و تحلیل تأثیر پوشش‌های جنگلی مختلف ناشی از بهره‌برداری و شیب‌های مختلف بر میزان رسوب

منبع تغییرات	درجه آزادی	F	P value
پوشش گیاهی	۳	۶/۴۵**	۰/۰۰۹
شیب	۱	۱/۰۹	۰/۱۲۵
پوشش گیاهی * شیب	۳	۱/۱۵۰	۰/۹۸
خطا	۱۲۰	۰/۸۷	۰/۸۱۲
کل	۱۲۴		

* معنی دار در سطح ۹۵ درصد، ** معنی دار در سطح ۹۹ درصد

بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینه (کلاسه شیب ۲۰-۴۰٪) و منطقه بدون تاج پوشش (کلاسه شیب ۲۰-۴۰٪)، در بقیه مناطق مورد مطالعه بین میزان بارندگی و میزان رسوب تولید شده ارتباط معناداری وجود دارد.

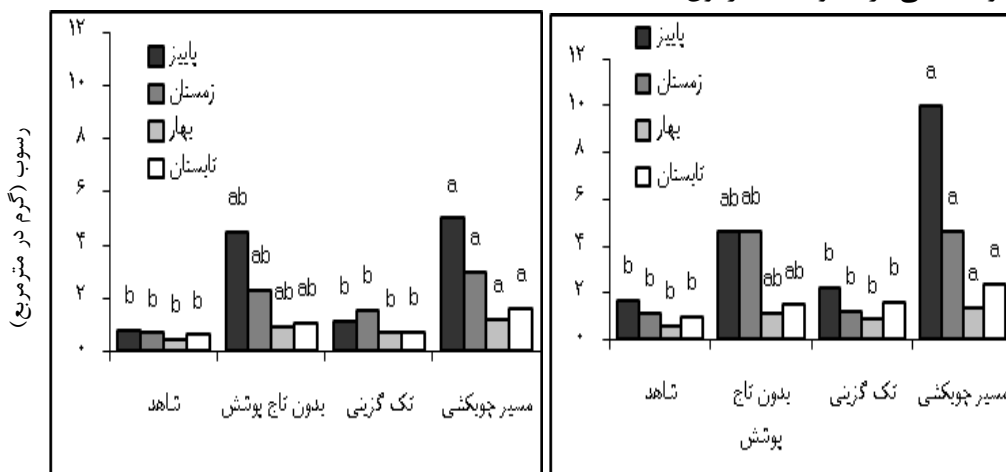
شکل ۴ رابطه رگرسیونی بین میزان بارندگی (میلی‌متر) و مقدار رسوب (گرم بر مترمربع) را نشان می‌دهد. در هر شکل ابر نقاط دایره‌ای و فرمول سمت راست مربوط به شیب ۰-۲۰٪ و ابر نقاط ضربدر و فرمول سمت چپ مربوط به شیب ۲۰-۴۰٪ است. به جز منطقه



شکل ۴. رابطه رگرسیونی بین میزان بارندگی و مقدار رسوب در دو کلاسه شیب در چهار منطقه مورد بررسی

دانکن برای گروه‌بندی می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین میزان رسوب ایجاد شده، مربوط به فصل پاییز و کمترین میزان مربوط به فصل بهار می‌باشد.

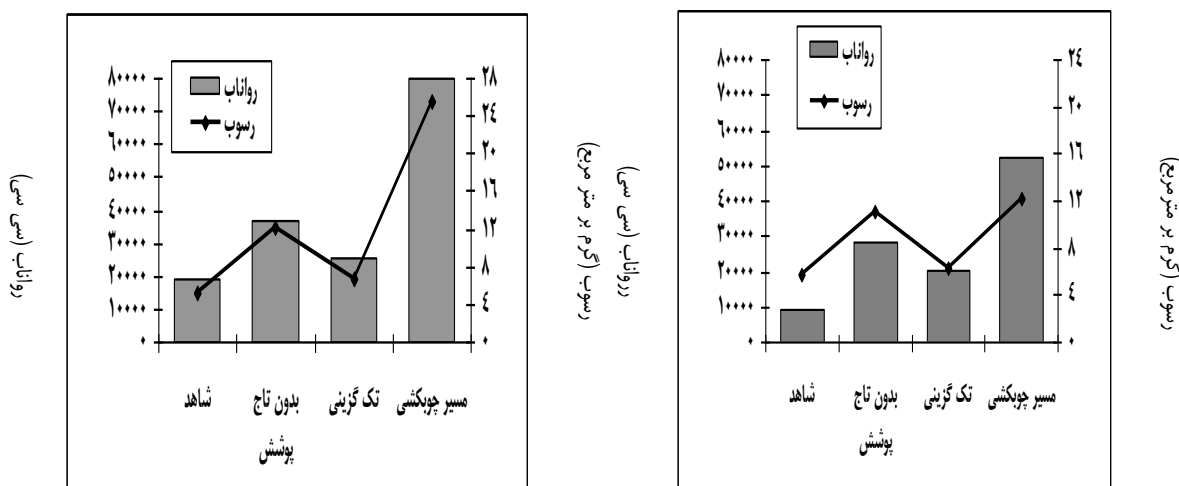
شکل ۵ نشان دهنده میزان رسوب تولید شده در تیمارهای مختلف در دو کلاسه شیب در چهار فصل اندازه‌گیری می‌باشد. ستون‌ها با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار با توجه به آزمون مقایسه‌ای



شکل ۵. میزان رسوب در تیمارهای مختلف در دو کلاسه شیب در چهار فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان

تاجی، منطقه بهره‌برداری شده به روش تک‌گزینی و منطقه شاهد مربوط می‌باشد. همچنین با افزایش میزان رواناب، میزان رسوب نیز افزایش یافته است که نشان‌دهنده تأثیر میزان رواناب بر تولید رسوب است.

شکل ۶ نشان دهنده رابطه بین میزان مجموع رواناب و مجموع رسوب در دو کلاسه شیب ۲۰- و ۴۰-٪ می‌باشد. بیشترین مجموع رواناب و مجموع رسوب به ترتیب به مناطق مسیر چوبکشی، منطقه بدون پوشش



شکل ۶. رابطه بین میزان رواناب و میزان رسوب در چهار منطقه مورد مطالعه

۴. بحث و نتیجه گیری

۱.۴. رواناب

نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش‌های جنگلی مختلف و شیب، بر روی میزان رواناب در جدول ۲، نشان داد که اثر متغیر پوشش‌های گیاهی مختلف بر میزان رواناب، در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار است و با تغییر پوشش‌های مختلف گیاهی، میزان رواناب نیز تغییر می‌کند. در صورتی که میزان رواناب در شیب بالای ۲۰ درصد بیشتر از میزان رواناب در شیب کمتر از ۲۰ درصد است ولی با تغییر شیب، میزان رواناب تغییر معنی‌داری از نظر آماری نکرده است که علت این عدم معنی‌داری، با توجه به اختلاف میانگین‌ها در دو کلاس شیب و همچنین زیاد بودن انحراف معیار داده‌ها، تکرار کم داده‌ها و کم بودن طبقه‌های شیب است و برای تعیین تأثیر طبقه شیب بر میزان رواناب، به حجم آماری بیشتر در ارتباط با تأثیر شیب بر متغیرهای خاکی و لاشبرگی نیاز است.

شکل ۲ نشان دهنده میزان رواناب در تیمارهای مختلف در دو کلاس شیب در چهار فصل اندازه‌گیری می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تیمار شاهد (بدون بهره‌برداری) و تیمار بهره‌برداری به روش تک‌گزینی در یک گروه هستند و مسیرهای چوبکشی نیز در یک گروه و تیمار بدون پوشش تاجی بین این دو گروه قرار دارد. با وجود اینکه میزان رواناب در تیمارهای مختلف متفاوت است و با کاهش پوشش گیاهی این میزان افزایش یافته است ولی بین میانگین تیمار شاهد و منطقه بهره‌برداری به روش تک‌گزینی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد در عوض بین میانگین تیمار شاهد و تیمار بدون پوشش و مسیرهای چوبکشی اختلاف معنی‌داری وجود دارد که این موضوع هم‌راستا با نتایج تحقیق [۲۲] می‌باشد. در بهره‌برداری به شیوه تک‌گزینی، عمل برداشت درختان پس از رسیدن به قطر مشخص (قطر هدف) و به صورت پراکنده در سطح جنگل صورت می‌گیرد. بنابراین در این

شیوه بر خلاف شیوه‌های دیگر، میزان باز شدن تاج پوشش جنگلی کمتر است و توده و جنگل به طور کامل از بین نمی‌روند. از طرفی با افزایش تابش نور خورشید در اثر کاهش تاج پوشش، میزان پوشش علفی کف جنگل نیز افزایش می‌یابد. همچنین در این روش، با باقی ماندن شاخ و برگ درختان قطع شده در عرصه بهره‌برداری شده، باعث افزایش و پایداری فلور کف جنگل می‌شود، بنابراین بهره‌برداری به شیوه تک‌گزینی کمترین تأثیر را بر روی خصوصیات هیدرولوژیک (میزان رواناب و رسوب) جنگل دارد [۴۲].

میزان رواناب در شکل ۲ سمت راست کمتر از میزان رواناب در شکل سمت چپ است که نشان دهنده تأثیر شیب بر روی میزان رواناب است و با افزایش شیب، میزان رواناب نیز افزایش می‌یابد [۲۴]. میزان رواناب در تیمارهای مختلف نشان دهنده تأثیر تاج پوشش درختان، عمق لاشبرگ و دیگر خصوصیات منطقه جنگلی است. میزان و نوع پوشش گیاهی کف، تاج پوشش جنگلی، تأثیر باران‌رایی تاجی در برابر قطرات باران و مواد آلی خاک، به‌طور مستقیم بر میزان رواناب تأثیر می‌گذارد هر چه پوشش گیاهی در اثر بهره‌برداری کمتر شده باشد میزان رواناب نیز افزایش می‌یابد. در مسیرهای چوبکشی علاوه بر حضور نداشتن پوشش گیاهی، کوبیدگی خاک در اثر تردد ماشین‌های خروج چوب، باعث افزایش میزان رواناب در آن منطقه شده است. کوبیدگی مقدمه‌ای برای کاهش مشخصه‌هایی مانند خلل و فرج خاک، هدایت هیدرولیکی آب، نفوذپذیری، تهویه و مبادلات گازی است [۱].

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان رواناب به ترتیب مربوط به فصل پاییز، فصل زمستان، فصل بهار و فصل تابستان است. در ابتدای فصل پاییز و بعد از وقوع بارندگی در دوره طولانی بعد از فصل خشک، میزان رواناب تولیدی با وجود بارندگی‌ها با مقدار زیاد، کمتر بوده است که به خاطر کم بودن رطوبت نسبی خاک و زیاد بودن ضریب جذب رطوبتی خاک است ولی

بیشترین میزان رسوب به ترتیب مربوط به فصل پاییز، فصل زمستان، فصل تابستان و فصل بهار است. زیاد شدن رسوب در پاییز نه تنها به خاطر زیاد بودن بارندگی و به طبع آن افزایش میزان رواناب بوده است، بلکه به خاطر ریزش برگ‌ها و حذف تاج پوشش جنگلی است که با کاهش باران ربایی و افزایش اندازه و بزرگی بارش‌ها، ضربات سنگین‌تری به خاک وارد می‌کند و روی میزان رسوب تولید شده تأثیر می‌گذارد. همچنین دلیل دیگر افزایش میزان رسوب در ابتدای فصل پاییز و بعد از وقوع بارندگی در دوره طولانی بعد از فصل خشک، به خاطر کم شدن موجودیت و سیاریت رسوب در بارندگی‌های متوالی و آب‌گریزی خاک‌های جنگلی است [۱۷].

با توجه به شکل ۴ و ۶، میزان رسوب علاوه بر اینکه تحت تأثیر میزان بارندگی و رواناب باشد، تحت تأثیر عوامل دیگری مانند تغییرات فصل نیز است که باعث شده ضریب همبستگی بین میزان بارندگی و رسوب، کمتر از ضریب همبستگی بین میزان بارندگی و رواناب باشد.

با دقت در بررسی نتایج به‌دست آمده از این قسمت می‌توان به تأثیر قابل ملاحظه پوشش جنگلی بر میزان تولید رسوب و رواناب پی برد. از طرفی نتایج تحقیق حاضر، تأثیر جنگل بدون بهره‌برداری در کاهش میزان تولید رواناب و رسوب نسبت به دیگر مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد که علت آن تاج پوشش و لا شبرگ کف جنگل می‌باشد، به‌طوری‌که پوشش تاجی با تأثیر روی توزیع، شدت و قدرت بارش، تبخیر و تعرق، توازن آب، نفوذپذیری، ظرفیت نگه‌داری رطوبت خاک، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث کاهش انرژی جنبشی بارندگی و در نتیجه کاهش فرسایش، تولید رواناب و در نهایت کاهش حرکت ذرات رسوبی می‌شود لایه لا شبرگ نیز سطح خاک را محافظت و از طریق ایجاد زیر سطحی از جداسازی ذرات خاک جلوگیری و باعث اخذ رسوبات معلق موجود در آب می‌گردد که حرکت ذرات خاک به‌طرف پایین شیب را به حداقل می‌رساند که در این زمینه محققان مختلف [۵، ۳، ۸، ۹، ۱۷، ۲۳، ۳۲، ۴۴،

چون بیشترین تعداد وقایع بارندگی و بیشترین میزان بارندگی‌ها در فصل پاییز اتفاق افتاده است بنابراین رواناب تولید شده در فصل پاییز بیشتر از سایر فصول بوده است. در فصل زمستان بیشتر بارش‌ها به صورت برف بوده است بنابراین زمان بیشتری برای نفوذ در خاک داشته و میزان رواناب تولیدی آن از فصل پاییز کمتر بوده است. در فصل بهار و تابستان هم تعداد وقایع بارندگی کاهش یافته و هم از طرفی میزان پوشش تاجی و پوشش کف جنگل افزایش یافته است، بنابراین کمترین میزان رواناب در این دو فصل بوده است.

همان‌طور که از شکل ۳ ملاحظه می‌شود، میزان رواناب به طور قابل ملاحظه‌ای، تحت تأثیر میزان بارندگی است و با افزایش بارندگی، میزان رواناب نیز افزایش می‌یابد. ارتباط نزدیکی بین هر واقعه بارندگی و میزان رواناب وجود دارد، که به طور مستقیم به نوع پوشش گیاهی بستگی دارد [۲۶].

۲.۴. رسوب

نتایج تجزیه واریانس اثر پوشش‌های گیاهی مختلف و شیب، بر روی میزان رسوب در جدول ۵، نشان داد که اثر متغیر پوشش‌های گیاهی مختلف بر میزان رسوب، در سطح اعتماد ۹۹٪ معنی‌دار است و با تغییر پوشش‌های مختلف گیاهی، میزان رسوب نیز تغییر می‌کند ولی با تغییر شیب میزان رسوب تغییر معنی‌داری از نظر آماری نکرده است.

شکل ۴ نشان دهنده رابطه رگرسیونی بین میزان بارندگی و میزان رسوب است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش بارندگی، میزان رسوب نیز افزایش می‌یابد.

با توجه به شکل ۵، میزان رسوب در شکل سمت راست کمتر از میزان رسوب در شکل سمت چپ است که نشان دهنده تأثیر شیب بر روی میزان رسوب است. بیشترین میزان رسوب به ترتیب مربوط به تیمارهای مسیرها چوبکشی، منطقه بدون پوشش گیاهی، منطقه بهره‌برداری به شیوه تک‌گزینی و شاهد است که هم‌راستا با نتایج تحقیق [۳۳] می‌باشد.

۴۸، ۵۱] به نتایج مشابهی رسیدند.

تفاوت مهم و معناداری بین رواناب کلی و میزان رسوب تولید شده در هر یک از انواع پوشش گیاهی وجود دارد [۲۹]. جنگل و پوشش طبیعی کمترین میزان رواناب را دارند و این زمین‌ها کمترین میزان خطر رواناب و فرسایش خاک را دارند. در نتیجه خارج کردن درختان و پوشش طبیعی منطقه در اثر بهره‌برداری و یا چرا باعث افزایش رواناب و رسوب می‌شود که این تحقیق نیز مانند تحقیق حاضر تأییدی بر تأثیر پوشش گیاهی و جنگلی بر میزان تولید رواناب و رسوب است.

میزان تأثیر گذاری بهره‌برداری حوزه‌های جنگلی بر تولید رسوب و رواناب توسط محققان مختلف در مکان‌های مختلف نیز تأیید شده است. بسیاری از مطالعات [۱۵، ۱۶، ۲۰، ۴۹] به این نتیجه رسیده‌اند که بهره‌برداری حوزه‌های جنگلی می‌تواند به افزایش در حجم کل رواناب در اثر تغییر در الگوهای رواناب منجر شود. جنگل زدایی در ابتدا باعث افزایش حجم رواناب می‌شود، و وقتی رشد مجدد آغاز می‌شود، رواناب به آرامی کاهش می‌یابد [۴۱]. در یک حوزه جنگلی، بهره‌برداری جنگل با کاهش تبخیر و تعرق و باران‌رایی بر توازن آب تأثیر می‌گذارد [۴]. علاوه بر مطالعات انجام گرفته در مقیاس پلات، در

مقیاس حوزه آبخیز نیز افزایش چشم‌گیر میزان رواناب و رسوب در نتیجه عملیات بهره‌برداری را تأیید کرده‌اند [۲۵]. تولید رسوب و رواناب در حوزه‌های آبخیز جنگلی با پوشش بیش‌تر نسبت به حوزه‌های آبخیز با پوشش کم‌تر به ترتیب ۶ و ۳ برابر کاهش پیدا کرده است [۵۰].

جمع‌بندی نتایج حاصل از تحقیق حاضر و مقایسه آن با نتایج مطالعه محققان دیگر در سراسر دنیا می‌تواند نتیجه گرفت که بهره‌برداری حوزه‌های جنگلی همواره سبب افزایش رواناب و رسوب و فرسایش خاک می‌شود اما مقدار تأثیرگذاری آن بسته به نوع پوشش، تراکم و توزیع گونه‌های جنگلی و همچنین نوع و شیوه بهره‌برداری، متفاوت می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق و نتایج بدست آمده از تحقیقات مشابه، بهره‌برداری به روش تک‌گزینی به خاطر اینکه میزان باز شدن تاج پوشش جنگلی کمتر از سایر شیوه‌های بهره‌برداری است، کمترین میزان تأثیر را بر روی رواناب و تولید رسوب در حوزه جنگلی ایفا می‌کند. با این حال درک میزان هدررفت آب و خاک در اثر بهره‌برداری حوزه‌های جنگلی، برنامه‌ریزان و مدیران جنگل را در اولویت‌بندی عملیات مدیریتی کمک خواهد کرد.

References

- [1] Ampoorter, E., Goris, R. Cornelis, W.M. and Verheyen, K. (2007). Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils, *Forest Ecology and Management*, 241, 162-174.
- [2] Ayed, G. M., Adam, M. A. (2010). The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. *Journal of Catena*, 8, 97-103.
- [3] Blanco H., Lal R. (2008). *Principles of soil conservation and management*. Springer, Heidelberg, 620pp.
- [4] Bosch, J., and Hewlett, J. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapo-transpiration. *Journal of Hydrology*, 55(4), 3-23.
- [5] Casermeiro, M.A., Molina, J.A., de la Cruz Caravaca, M.T., Costa, J.H., Massanet, M.I.H. and Moreno, P.S. (2004.) Influence of scrubs on runoff and sediment loss in soils of Mediterranean climate. *Catena*, 57, 91-107.
- [6] Chaplot, V.A.M., Bissonais, Y.L. (2003). Runoff feature for interrill erosion at different rainfall intensities, slope lengths, and gradients in an agricultural lossial hillslope. *Soil Science Society of American Journal*, 67, 844-851.

- [7] Daghestani, M. (2003). Research study on effect of group selection on hydrological characters, A thesis presented for the master of science degree in forestry.
- [8] Descroix, L., Viramontes, D., Vauclin, M., Gonzalez Barrios, J.L., Esteves, M. (2001). Influence of soil surface features and vegetation on runoff and erosion in the Western Sierra Madre (Durango, Northwest Mexico). *Catena*, 43, 115–135.
- [9] Deuchras S.A Townend, J., Aitkenhead, M.J. and Fitzpatrick, E.A. (1999). Changes in soil structure and hydraulic properties in regenerating rain forest. *Soil Use and Management*, 15, 183–187.
- [10] Dunjo, G., Pardini, G., Gispert, M. (2004). The role of land use–land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale. *Journal of Arid Environment*, 57, 99–116.
- [11] Dunjó, G., Pardini, G. and Gispert, M. (2003). Land use effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment. *Catena*, 52, 23–37.
- [12] Durán Z.V.H., Rodriguez P.C.R., Francia M.J.R., Cárceles RB., Martinez R.A., Perez G.P. (2008). Harvest intensity of aromatic shrubs vs. soil-erosion: an equilibrium for sustainable agriculture (SE Spain). *Catena*, 73(1), 107-116.
- [13] Gomi T, Sidle RC, Ueno M, Miyata S, Kosugi K. (2008). Characteristics of overland flow generation on steep forested hillslopes of central Japan. *Journal of Hydrology*, 361, 275–290.
- [14] Gyssels G., Poesen J., Bochet E., Li Y. (2005). Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water. *Progress in Physical Geography*, 2, 189-217.
- [15] Harr, R., Harper, W., Krygier, J., and Hsieh, F. (1975). Changes in storm hydrographs after road building and clear-cutting in Oregon coast range. *Water Resources Research*, 11(3), 436- 444.
- [16] Harris, D. D. (1977). Hydrologic changes after logging in two small Oregon coastal watersheds. U.S. Geological Survey Water Supply, 2037, 1- 31.
- [17] Hartanto, H., Prabhu, R., Widayat, A.S.E., Asdak, C. (2003). Factors affecting runoff and soil erosion: plot-level soil loss monitoring for assessing sustainability of forest management. *Forest Ecology and Management*, 180, 361–374.
- [18] Hotta, N., kayama, T and Suzuki, M. (2007). Analysis of suspended sediment yields after low impact forest harvesting. *Hydrologica. Processes*, 21, 3565–3575.
- [19] Ide, J., Finér, L., Laurén, A., Piirainen, S., Launiainen, S. (2013). Effects of clear-cutting on annual and seasonal runoff from a boreal forest catchment in eastern Finland. *Forest Ecology and Management*, 304, 482–491.
- [20] Jones, J., and Grant, G. (1996). Peak flow responses to clear-cutting and roads in small and large basins, western Cascades, Oregon. *Water Resources Research*, 32(4), 959-974.
- [21] Kothiyari, B.P., Verma, P.K., Joshi, B.K., Kothiyari, U.C. (2004). Rainfall–runoff–soil and nutrient loss relationships for plot size areas of Bhetagad watershed in CentralHimalaya, India. *Journal of Hydrology*, 293, 137–150.
- [22] Kuras, P., Alila, Y., and Weiler, M. (2012). Forest harvesting effects on the magnitude and frequency of peak flows can increase with return period. *Water Resources Research*, 48, 65-75.
- [23] Lal, R. (1996). Deforestation and land-use effects on soil degradation and rehabilitation in western Nigeria. *Runoff, soil erosion and nutrient loss, Land Degrad Develop*, 7, 99–119.
- [24] Liu, B., Nearing, M., and Risse, L. (1994). Slope gradient effects on soil loss for steep slopes. *Transactions of the ASAE*, 37(6), 1835-1840.
- [25] Malmer, A. (1990). Stream suspended sediment load after clear-felling and different forestry treatments in tropical rainforest, Sabah, Malaysia. *Int. Assoc. Hydrol. Sci. Publ.* 192, 62–71.
- [26] Merzer, T. (2007). The effects of different vegetative cover on local hydrological balance of a semiarid afforestation, M.Sc thesis, Jacob Blaustein Institute for Desert Research, Ben Gurion University of the Negev. 205pp.
- [27] Miyata S, Kosugi K, Gomi T, Onda Y, Mizuyama T. (2007). Surface runoff as affected by soil water repellency in a Japanese cypress forest, *Hydrological Processes*, 21, 2365–2376.
- [28] Mohammed, A. (2005). Rangeland condition at southern West Bank. *Hebron University Research Journal* 2, 42–54.

- [29] Mohammad, A.G. and Adam, M.A. (2010). The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. *Catena*, 81, 97–103.
- [30] Moradnezhad, M. (2013). Effect of different forest harvesting sensrios on the flood characteristics, case study: Kheyroud Forest, A thesis presented for the Master of Science degree in forestry, 114pp.
- [31] Motha, J., Wallbrink, P., Hairsine, P., and Grayson, R. (2003). Determining the sources of suspended sediment in a forested catchment in southeastern Australia, *Water Resources Research*, 39(3).
- [32] Negi, G.C.S., Joshi, V., Kumar, K. (1998). Springsanctuary development to meet household water demand in the mountains: a call for action. In: *Research for Mountain Development: Some Initiatives and Accomplishments*. Gyanodya Prakashan, Nainital, India, 25–48.
- [33] Nelson, E., and Booth, D. (2002). Sediment sources in an urbanizing, mixed land-use watershed. Article. *Journal of Hydrology*, 264(1-4), 51-68.
- [34] Oztas, T., Koc, A., Comakli, B. (2003). Change in vegetation and soil properties longe a slope on overgrazed and eroded rangelands. *Journal of Arid Environment* 55, 93–100.
- [35] Putjaroon W., Pongewn, K. (1987). Amount of Runoff and Soil Losess from Various Landuse Sampling Plots in Province, Thailland, in: *Proceeding of Forest Hydrology and watershed management, IAHS-AISH, Publication*, 167-198.
- [36] Reid, K.D., Wilcox, B.P., Breshears, D.D., MacDonald, L. (1999). Runoff and Erosion in a Pinon Juniper Woodland: Influence of Vegetation Patches. *Soil Science Society of American Journal* 63, 1869–1879.
- [37] Rey, F. (2003). Influence of vegetation distribution on sediment yield in forested marly gullies. *Catena* 50: 549–562.
- [38] Sadeghi, S.H.R. and Yasrebi, B. (2009). *Soil and water conservation in watersheds*, University of Tarbiat Modares press, 40.
- [39] Sensoy H, Kara, O. (2014). Slope shape effect on runoff and soil erosion under natural rainfall conditions. *iForest*, 7, 110-114.
- [40] Snyman, H.A., duPreez, C.C. (2005). Rangeland degradation in semi-arid South Africa—II: influence on soil quality. *Journal of Arid Environments*, 60, 483–507.
- [41] Swank, W. T., Swift, J.R., and Douglass, J. E. (1988). Streamflow changes associated with forest cutting, species conversions, and natural disturbances. *Forest Hydrology and Ecology at Coweeta*, 297-312.
- [42] Suryatmojo, H. Masamitsu, F. Kosugi, K., and Mizuyama, T. (2012). Effects of selective logging methods on runoff characteristics in paired small headwater catchment. *The 3rd International Conference on Sustainable Future for Human Security*, Kyoto University, Japan.
- [43] Tromble, J.M. (1976). Semiarid rangeland treatment and surface runoff. *Journal of Range Management*, 29, 251–255.
- [44] Truman, C.C., and Bradford, H. (1990). Antecedent water content and rainfall energy influence on soil aggregate breakdown, *Soil Science Society of America Journal*, 54, 1385–1392.
- [45] Vacca, A., Loddo, S., Ollesch, G., Puddu, R., Serr, G., Tomasi, D., Aru, A. (2000). Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use in Sardinio. *Catena*, 40, 69–92.
- [46] Wainwright I., Parsons A.J., Schlesinger, W.H. (2002) Hydrology - vegetation interactions in areas of discontinuous flow on a semi-arid hajada, Southern New Mexico. *Arid Environment*, 51, 319-338.
- [47] Walling D.E., Collins, A.L., Sichingabula, H.A., Leeks G.J.L. (2001). Integrated Assessment of Catchment Suspended Sediment Budgets. *Land Degradation and Development*, 12, 387-415.
- [48] Wang, L. X., Zhang, Z. Q. (2001). Impacts of forest vegetation on watershed runoff in dry land area. *Nat Resource*, 16, 5: 439–444.
- [49] Wright, K., Sendek, K., Rice, R., and Thomas, R. (1990). Logging effects of streamflow- Strom runoff at Caspar Creek in northwestern California. *Water Resources Research*, 26, 7, 1657-1667.
- [50] Zhang, X.C., Norton, D., Nearing, M.A. (1997). Chemical transfer from soil solution to surface runoff. *Water Resources Research*, 33, 809–815.

- [51] Zhang, Z. Q., Zhao, Yu. X. X., Qin, Y. T. (2003). Advance in researches on the effect of forest on hydrological process. Chinese journal of Applied Ecology, 14, 1: 113–116.