جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۴، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۰
ص ۳۹۵-۴۰۵(پژوهشی)

دانشکده منابع طبیعی
دانشگاه تهران

DOI: 10.22059/jfwp.2021.322532.1161

تأثیر پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات بر مقدار رواناب و رسوب در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی جاده‌های جنگلی

سیدرضا جوادی[۱]، رامین نقدی[۲*]، مهرداد نیکوی[۳]، مهرداد میرزایی[۴]

۱. دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
۲. استاد گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
۳. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
۴. دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۲

چکیده

احداث جاده‌های جنگلی یکی از عوامل ناپایداری دامنه‌های شیبدار است که سبب فرسایش خاک و آثار ناشی از آن می‌شود. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات بر مقدار رواناب و رسوب در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی جاده‌های جنگلی در جنگل‌های استان گیلان بود. بدین منظور چهار ترانشهٔ خاکبرداری و خاکریزی انتخاب و در هر ترانشه، چهار پلات ۲ مترمربعی شامل بدون پوشش (طبقهٔ ۱)، پوشش ۳۰ درصد (طبقهٔ ۲)، پوشش ۶۰ درصد (طبقهٔ ۳) و پوشش ۹۰ درصد (طبقهٔ ۴) و با شیب ثابت ۳۰ درصد برداشت شد. اندازه‌گیری نمونه‌ها پس از هر بار بارش با شدت تقریبی ۸۰ میلی‌متر در ساعت انجام گرفت. نتایج نشان داد که میانگین رواناب تولیدی در ترانشهٔ خاکبرداری در پلات‌های با پوشش صفر (کنترل)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد به‌ترتیب ۷۵۹/۳، ۷۴۸/۶، ۳۷۲/۶ و ۱۹۶/۰ میلی‌لیتر در متر مربع، در ترانشهٔ خاکریزی به‌ترتیب ۲۱۶/۶، ۱۵۶/۶، ۷۷/۱ و ۶۹/۵ میلی‌لیتر در مترمربع و میانگین رسوب در ترانشهٔ خاکبرداری در طبقات مختلف به‌ترتیب ۱/۰۸، ۰/۹۶، ۰/۱۳ و ۰/۰۷ گرم در لیتر و در ترانشهٔ خاکریزی به‌ترتیب ۱/۵۱، ۱/۰۶، ۰/۲۷ و ۰/۰۸ گرم در لیتر برآورد شد. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مقدار رواناب و رسوب ایجادشده در شدت‌های مختلف پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات وجود دارد ($P< ۰/۰۵$). میانگین رواناب تولیدی در ترانشهٔ خاکبرداری به‌طور معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) بیشتر از میانگین آنها در ترانشهٔ خاکریزی در تمام درصدهای پوشش بود. نتایج نشان داد پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات اثر معنی‌داری در کاهش رواناب و رسوب جاده‌های جنگلی دارد.

واژه‌های کلیدی: حفاظت خاک، جاده جنگلی، رواناب و رسوب، زیست‌مهندسی.

مقدمه

ساخت جاده و نگهداری آن از گسترده‌ترین دخالت‌های انسان در طبیعت محسوب می‌شود، به‌طوری‌که توسعهٔ شبکهٔ جاده از سازوکارهای اولیه در تقسیم شدن زیستگاه‌ها، حذف پوشش گیاهی، تغییر ساختار و افزایش دسترسی انسان است [۱]. دامنه‌های خاکبرداری و خاکریزی از اجزای اصلی جاده‌های جنگلی هستند که تثبیت آنها پس از جاده‌سازی از مهم‌ترین فعالیت‌های حفظ و نگهداری جاده‌هاست. در جریان احداث جاده، سطح وسیعی از عرصهٔ جنگل‌ها و مراتع در طول و حاشیهٔ

* نویسندهٔ مسئول، تلفن ۰۹۱۱۱۳۸۰۱۰۸
Email: rnaghdi@guilan.ac.ir

مسیر آن تخریب شده و حجم بسیار زیادی از خاک و سنگ از محل خود جابه‌جا می‌شود [۲]. خاک‌های جابه‌جاشده موجب افزایش شدت تخریب محیط زیست منطقه شده یا به‌طور مستقیم وارد آبراهه می‌شود و در نهایت به‌صورت رسوب وارد مخازن سدها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و دریاها شده و حتی با رسوبگذاری در بستر موجب فرسایش رودخانه‌ای می‌شود [۳]. مقدار تولید رسوب توسط جاده‌های جنگلی، به شدت ترافیک، وضعیت پوشش ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی، روسازی جاده، شیب ترانشه‌ها و شیب طولی جاده، طول راه، درجهٔ راه، کیفیت زهکشی و ... بستگی دارد [۴]. در بسیاری از تحقیقات، ترانشهٔ خاکبرداری جاده جنگلی مهم‌ترین منبع تولید رسوب شناخته شده است و تأثیر زیاد آن مربوط به اولین سال‌های پس از ساخت است که با حذف پوشش گیاهی و تغییر روند هیدرولوژیکی طبیعی عرصه‌ها سبب تولید رسوب و پیامدهای ناشی از رسوب می‌شود [۵]. از طرف دیگر، یکی از عوامل مهم در کاهش فرسایش خاک، پوشش گیاهی است که با جذب قطره‌های باران توسط تاج‌پوشش و کاهش انرژی جنبشی آن، سبب حفاظت خاک می‌شود [۶]. خاک پوشیده از گیاهان متراکم، بیشترین مقاومت را در برابر جریان آبی دارد. بنابراین در زمینی که گیاهان متراکم داشته باشد، حتی با وجود بارندگی‌های شدید و شیب‌های تند، امکان فرسایش وجود نخواهد داشت یا در صورت وجود بسیار کم خواهد بود [۷]. امروزه برای کاهش تولید رواناب و رسوب از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان به استفاده از مازاد مقطوعات و لاشبرگ موجود در منطقهٔ مورد بهره‌برداری روی دیواره‌های جاده‌های جنگلی اشاره کرد [۸]. استفاده از مازاد مقطوعات و لاشبرگ روی دیواره‌ها به‌علت ایجاد یک لایهٔ محافظ روی خاک از برخورد مستقیم قطره‌های باران و فرسایش پاشمانی جلوگیری می‌کند؛ از طرفی بخشی از بارندگی اولیه جذب این لایه محافظ شده و سبب کاهش رواناب تولیدی می‌شود. همچنین تجزیهٔ این پوشش‌ها روی دیواره‌ها، مواد آلی مناسب برای رشد و نمو گیاهان را فراهم می‌کند و استقرار گیاهان بومی روی دیواره‌ها راحت‌تر صورت می‌گیرد [۹]. پارساخو و همکاران (۲۰۱۴) با تحقیق دربارهٔ تأثیر نقش نوع پوشش گیاهی بر تولید رواناب و رسوب در جنگل‌های لت تالار در استان مازندران نشان دادند که حجم رواناب روی خاک فاقد پوشش به‌طور معنی‌داری بیشتر از قطعات نمونه دربرگیرندهٔ خزه و تمشک بود. همچنین غلظت رسوب و نرخ هدررفت خاک در قطعات نمونهٔ دربرگیرندهٔ پوشش تمشک به‌طور معنی‌داری کمتر از قطعات نمونهٔ دربرگیرندهٔ پوشش خزه و خاک فاقد پوشش بود. با افزایش پوشش گیاهی، مقدار رواناب و رسوب تولیدی ترانشه کاهش و مدت زمان تولید رواناب افزایش می‌یابد [۱۰]. در پژوهشی دیگر فخاری و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که استفاده از ژئوتکستال‌های طبیعی تأثیر معنی‌داری در کاهش رواناب و رسوب دارد و به استقرار پوشش گیاهی و رشد نهال‌ها روی ترانشه‌های جاده‌های جنگلی کمک می‌کند [۱۱]. لطفعلیان و همکاران (۲۰۱۹) به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای پایداری خاک (شامل پوشش کنفی و مازاد مقطوعات در مقایسه با ترانشهٔ فاقد پوشش) در کاهش رواناب و هدررفت خاک جاده‌های جنگلی شمال کشور نشان دادند که استفاده از پوشش کنفی، تأثیر معنی‌داری در کاهش رواناب و هدررفت خاک داشته و نسبت به استفاده از مازاد مقطوعات، عملکرد بهتری در کاهش رواناب و هدررفت خاک داشته است [۱۲]. در پژوهش دیگر، فخاری و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی تأثیر مازاد مقطوعات، کاه و کلش برنج، و روش بیومکانیکی همراه با کاشت نهال بر هدررفت خاک و رواناب در ترانشهٔ خاکریزی جاده‌های جنگلی شمال کشور (چمستان) نشان دادند که استفاده از تیمارهای

حفاظتی همراه با کاشت نهال نقش مؤثری در کاهش رواناب و هدررفت خاک دارد و استفاده از تیمارهای حفاظتی را به‌منظور حفاظت بهتر خاک و احیای ترانشه‌های خاکریزی پیشنهاد کردند [۱۳]. با توجه به اینکه بحث فرسایش خاک و هدررفت آن از مباحث و مشکلات جدی عملیات جاده‌سازی است، نقش ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی از این حیث بسیار تعیین‌کننده است. بنابراین در این پژوهش تأثیر پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات بر مقدار رواناب و رسوب در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی جاده‌های جنگلی سری چهار شیرقلایع شهرستان سیاهکل در استان گیلان بررسی شد.

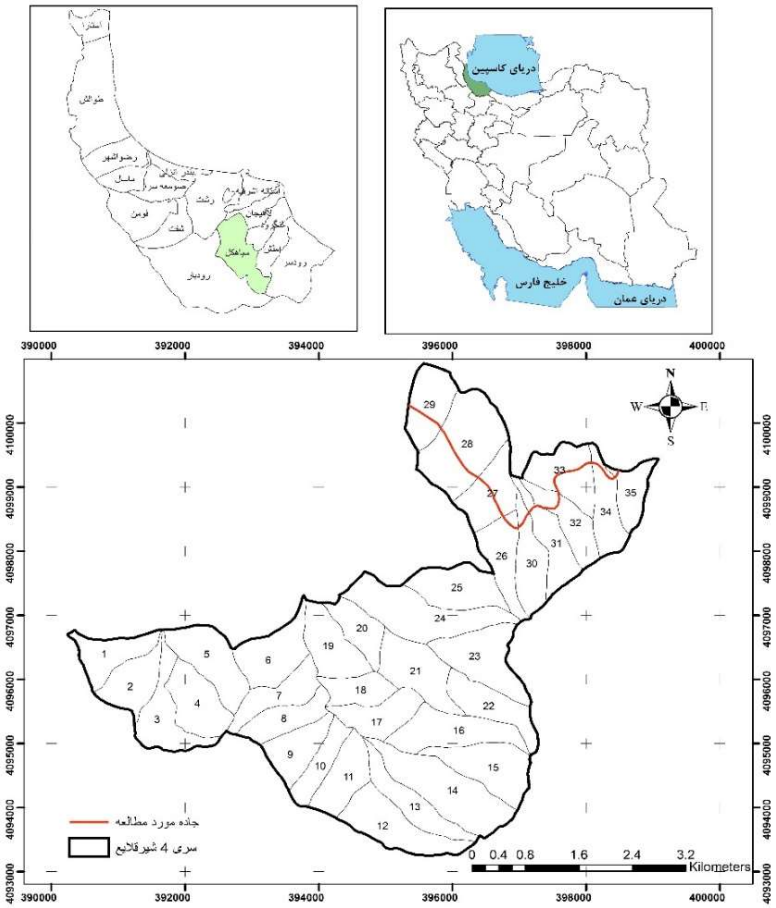
مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه پژوهش

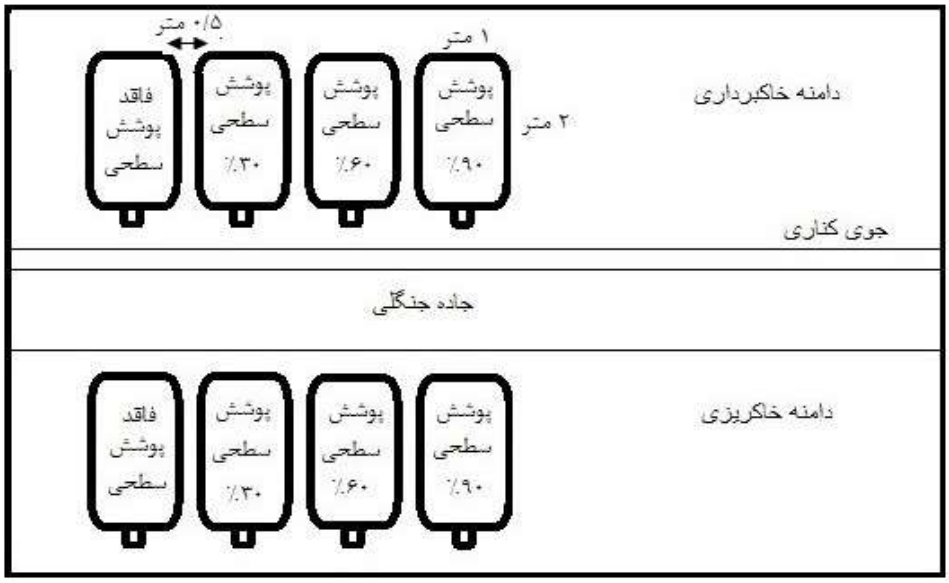
سری چهار جنگل‌های شیرقلایع در حوضهٔ آبخیز شمارهٔ ۲۴ و در محدودهٔ استحفاظی ادارهٔ منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان سیاهکل و از نظر مختصات جغرافیایی در طول "۰۱'۴۶ °۴۹ تا "۵۵ '۵۱ °۴۹ شرقی و عرض "۴۴ '۵۸ °۳۶ تا "۵۶ '۰۲ °۳۷ شمالی واقع شده است (شکل ۱). مساحت کل سری ۲۵۴۲ هکتار و حدود ارتفاعی آن حداقل ۲۸۰ متر و حداکثر ۱۴۵۰ متر از سطح دریاست. تیپ پوشش جنگل راش- ممرز و راش- توسکا- ممرز و پوشش کف جنگل و دیواره‌های جاده‌های جنگلی اسپرولا، خاس، کوله‌خاس، متامتی، تمشک و آقطی است. جاده‌های موجود در داخل سری چهار شیرقلایع حدود ۷/۲ کیلومتر و از نوع درجه دو است. جادهٔ بررسی‌شده در این پژوهش در سال ۱۳۹۰ ساخته شده است. شیب طولی جاده حدود ۷ تا ۱۰ درصد و شیب عرضی در حدود ۴ درصد است. شیب متوسط ترانشه‌های جاده بین ۳۰ تا ۴۵ درصد است. مواد مادری خاک محدوده در نیمی از سطح سری از سنگ‌های آهکی همراه با ماسه‌سنگ و آرژیلیت و در نیمی دیگر با سنگ‌های ماسه جنگلی و سیلتستون و شیل زغالی همراه است. اسیدیته یا pH خاک در تمام سطح سری، اسیدی کمتر از ۷ است. علت اصلی آن وجود سنگ‌های با منشأ اسیدی (سازند شمشک) یا آبشویی کامل آهک در محدودهٔ سنگ‌های آهکی است. بافت خاک رسی و لومی رسی و ساختمان خاک در افق‌های سطحی اغلب کوبیده و بدون شکل مشخص است. متوسط دمای سالیانه ۱۲/۷ درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه نیز ۱۲۰۷ میلی‌متر است. اقلیم منطقه نیز براساس طبقه‌بندی آمبرژه، مرطوب سرد است.

روش تحقیق

در منطقهٔ پژوهش ترانشه‌هایی با بافت خاک لومی رسی و با شیب ۳۰ درصد و دارای ژئومورفولوژی یکسان انتخاب و بسترسازی شدند. سپس چهار تیمار شامل بدون پوشش، پوشش ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد به‌وسیلهٔ لاشبرگ و مازاد مقطوعات موجود در منطقهٔ پژوهش ایجاد شد. با در نظر گرفتن سه تکرار برای هر تیمار، پلات‌های جمع‌آوری رواناب و رسوب با استفاده از ورق‌های فلزی که عایق رطوبت هستند، با ابعاد ۱ در ۲ متر نصب شد. فاصلهٔ بین پلات‌های مستقرشده در هر ترانشه ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. شیب ثابت ۳۰ درصد با استفاده از شیب‌سنج سونتو برای نصب پلات‌ها اندازه‌گیری و مشخص شد. محور طولی پلات‌ها در جهت شیب ترانشه‌ها و محور عرضی پلات‌ها در جهت عمود بر شیب ترانشه نصب و در پایین پلات‌ها ناودانی و یک مخزن برای تخلیه و جمع‌آوری رواناب و رسوبات تعبیه شد (شکل ۲). روی مخازن جمع‌آوری‌کننده درپوش نصب شد (شکل ۳) تا از ورود باران به داخل ظروف جمع‌آوری رواناب جلوگیری شود [۱۴].



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ پژوهش



شکل ۲. شکل شماتیک پلات‌های فاقد پوشش و پوشش‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد

شکل ۳. نحوهٔ نصب پلات‌ها، مخزن جمع‌آوری و نصب پوشش برای جلوگیری از ورود آب باران به داخل مخزن

اندازه‌گیری‌ها پس از هر بار بارش با شدت تقریبی ۸۰ میلی‌متر در ساعت و نمونه‌گیری در همهٔ پلات‌ها به‌صورت صحیح انجام گرفت. رواناب جمع‌شده در داخل مخزن پلات‌ها به‌وسیلهٔ استوانهٔ مدرج اندازه‌گیری و ثبت شد [۱۵]. مقدار رسوبات ناشی از هر پلات در داخل ظرف جداگانه جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. سپس رسوبات در داخل ظروف فلزی ریخته شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در دستگاه آون قرار گرفت تا کاملاً خشک شود. سپس مقدار رسوبات خشک‌شده توزین و مقدار آنها ثبت شد.

به‌منظور بررسی آماره‌های توصیفی از پارامترهای میانگین، انحراف معیار و همچنین ضریب تغییرات استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و برای همگن بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. به‌منظور بررسی تأثیر طبقات پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات بر مقدار رواناب و رسوب ایجادشده در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی از آزمون تجزیهٔ واریانس (Univariate) استفاده شد. برای مقایسهٔ میانگین رواناب و رسوب ایجادشده از آزمون مقایسهٔ میانگین دانکن استفاده شد. همهٔ تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS ver. 22 و همهٔ نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد.

نتایج و بحث

بررسی مقادیر رواناب تولیدی در ترانشهٔ خاکبرداری نشان داد که میانگین آن در تیمارهای بدون پوشش (تیمار شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد پوشش به‌ترتیب ۷۵۹/۳، ۷۴۸/۶، ۳۷۲/۶ و ۱۹۶/۰ میلی‌لیتر در متر مربع و میانگین رواناب تولیدی در ترانشهٔ خاکریزی به‌ترتیب ۲۱۶/۶، ۱۵۶/۶، ۷۷/۱ و ۶۹/۵ میلی‌لیتر در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۱). مقدمی‌راد و همکاران (۲۰۱۸) در جاده‌های جنگلی استان گلستان بیان کردند که با افزایش درصد پوشش، مقدار رواناب در ترانشهٔ خاکبرداری روند کاهشی دارد، ولی مقادیر رواناب تولیدی در پژوهش مقدمی‌راد و همکاران (۲۰۱۸) بیشتر از مقادیر به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر است. از دلایل تفاوت نتایج می‌توان به نوع پوشش حفاظتی اشاره کرد که در پژوهش حاضر از لاشبرگ و مازاد مقطوعات استفاده شد، درحالی که در پژوهش مقدمی‌راد و همکاران (۲۰۱۸) از پوشش طبیعی و زندهٔ مستقر در عرصهٔ پژوهش با درصدهای مختلف استفاده شد [۱۶].

جدول ۱. پارامترهای آماری رواناب در ترانشه‌ها و پوشش‌های مختلف بررسی‌شده

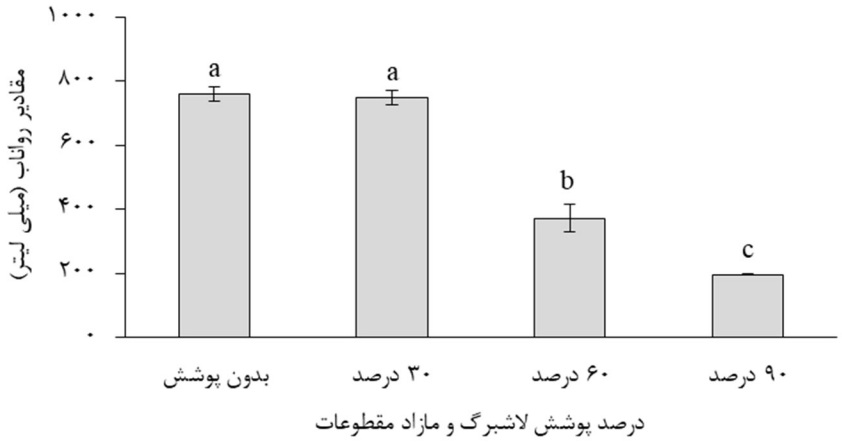
ترانشه	پوشش (درصد)	میانگین (ml/m^2)	انحراف معیار (ml/m^2)	ضریب تغییرات (٪)
خاکبرداری	بدون پوشش	۷۵۹/۳	۲۲/۳۶	۲/۹۴
	۳۰	۷۴۸/۶	۲۳/۰۲	۳/۰۸
	۶۰	۳۷۲/۶	۴۱/۷۷	۱۱/۲۱
	۹۰	۱۹۶/۰	۱/۳۲	۰/۶۷
خاکریزی	بدون پوشش	۲۱۶/۶	۱۵/۲۷	۷/۰۵
	۳۰	۱۵۶/۶	۱۷/۵۵	۱۱/۲۱
	۶۰	۷۷/۱	۳/۷۵	۴/۸۶
	۹۰	۶۹/۵	۸/۲۶	۱۱/۸۸

نتایج آزمون تجزیهٔ واریانس رواناب تولیدی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین رواناب تولیدی در تیمارهای مختلف پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات استفاده‌شده هم در ترانشهٔ خاکبرداری و هم در ترانشهٔ خاکریزی وجود دارد (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین رواناب تولیدی در ترانشهٔ خاکبرداری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار بدون پوشش و تیمار دارای پوشش ۳۰ درصد وجود ندارد، درحالی که اختلاف معنی‌داری بین این تیمارها با دو تیمار دارای پوشش ۶۰ و ۹۰ درصد مشاهده شد (شکل ۴). نتایج میانگین رواناب در ترانشهٔ خاکریزی نشان داد که بین مقادیر رواناب تولیدی در تیمار بدون پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات با سه تیمار دارای پوشش ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد (شکل ۵). علت این اختلاف معنی‌دار مقدار لاشبرگ و مازاد مقطوعاتی است که سطح لخت خاک را پوشانده و مانع ایجاد رواناب شده است. به‌طور کلی، پوشش گیاهی مانع برخورد مستقیم قطره‌های باران با سطح خاک شده و با جذب و نگهداری آب [۱۷، ۱۸] سبب ذخیرهٔ موقتی آب ناشی از بارندگی روی ترانشه‌ها می‌شود و با تبخیر از سطح آن از مقدار رواناب می‌کاهد و توازن آبی روی ترانشه‌ها برقرار می‌کند. به‌علاوه لایهٔ لاشبرگ از سطح خاک محافظت و از جداسازی ذرات خاک جلوگیری می‌کند و سبب ایجاد زبری سطحی می‌شود. این عوامل موجب تأخیر در تولید رواناب و کاهش سرعت رواناب می‌شود [۱۸، ۱۹] و رواناب فرصت کافی را برای نفوذ در خاک پیدا می‌کند که این نتایج با یافته‌های وگا و همکاران (۲۰۱۴) در جنگل‌های اسپانیا و میاتا و همکاران (۲۰۰۷) در جنگل‌های ژاپن دربارهٔ تأثیر پوشش گیاهی بر کاهش رواناب مطابقت دارد [۱۷، ۲۰]. مقدمی‌راد و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی دربارهٔ جاده‌های جنگلی استان گلستان بیان کردند که اختلاف معنی‌داری بین مقدار رواناب تولیدی در طبقات مختلف پوشش گیاهی وجود دارد؛ به‌طوری که با افزایش پوشش گیاهی در ترانشه‌های خاکبرداری، مقدار رواناب تولیدی از ۲۴/۷ لیتر بر متر مربع در طبقهٔ بدون پوشش تا ۲/۶۴ لیتر بر متر مربع در طبقهٔ ۱۰۰–۷۵ درصد پوشش کاهش یافته است که با نتایج این پژوهش همسوست [۱۶]. نتایج پژوهش پارساخو و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان داد که تأثیر پوشش گیاهی بر مقدار رواناب تولیدی در ترانشه‌های خاکبرداری معنی‌دار است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد [۱۰].

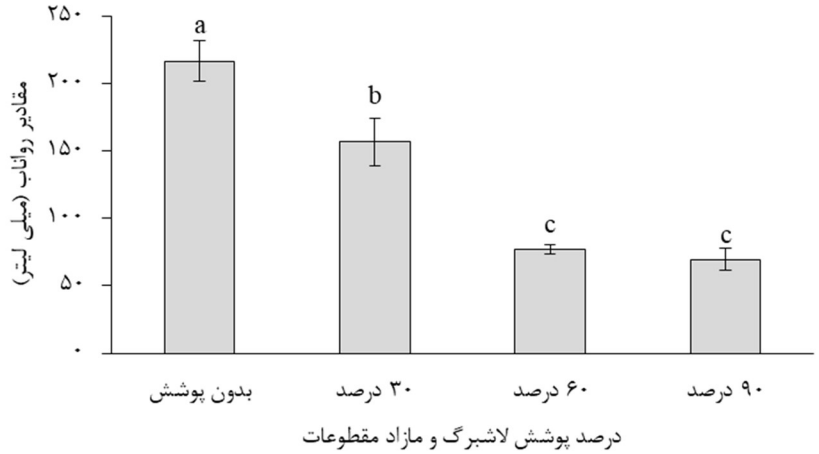
جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس رواناب در ترانشه‌ها و پوشش‌های مختلف

منبع	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
مدل صحیح	۱۷۵۸۷۸۱/۳	۷	۲۵۱۲۵۴/۴	۵۹۰/۹	۰/۰۰*
پوشش	۵۷۵۸۱۸/۹	۳	۱۹۱۹۳۹/۶	۴۵۱/۴	۰/۰۰*
ترانشه	۹۵۱۲۲۰/۱	۱	۹۵۱۲۲۰/۱	۲۲۳۷/۱	۰/۰۰*
پوشش × ترانشه	۲۳۱۷۴۲/۲	۳	۷۷۲۴۷/۴	۱۸۱/۶	۰/۰۰*
خطا	۶۸۰۳/۰	۱۶	۴۲۵/۱		
کل	۴۳۶۴۶۸۴/۵	۲۴			

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ درصد



شکل ۴. مقایسهٔ میانگین رواناب در پوشش‌های مختلف ترانشهٔ خاکبرداری



شکل ۵. مقایسهٔ میانگین رواناب در پوشش‌های مختلف ترانشهٔ خاکریزی

نتایج مقادیر رسوب در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج، میانگین مقادیر رسوب در ترانشهٔ خاکبرداری در تیمارهای بدون پوشش، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد پوشش به‌ترتیب ۱/۰۸، ۰/۹۶، ۰/۱۳ و ۰/۰۷ گرم در لیتر و میانگین مقادیر رسوب در ترانشهٔ خاکریزی به‌ترتیب ۱/۵۱، ۱/۰۶، ۰/۲۷ و ۰/۰۸ گرم در لیتر به‌دست آمد (جدول ۱).

جدول ۳. پارامترهای آماری رسوب در ترانشه‌ها و پوشش‌های مختلف بررسی‌شده

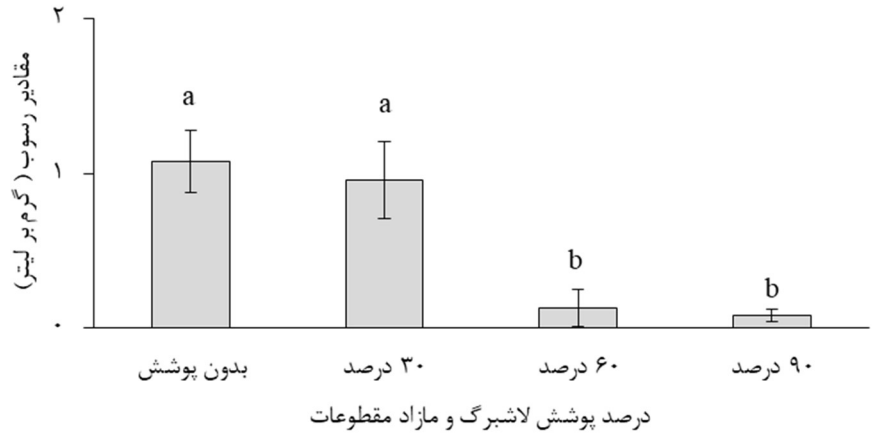
ترانشه	پوشش (درصد)	میانگین (گرم در لیتر)	انحراف معیار (گرم در لیتر)	ضریب تغییرات (٪)
خاکبرداری	بدون پوشش	۱/۰۸	۰/۲۰	۱۸/۵۱
	۳۰	۰/۹۶	۰/۲۵	۲۶/۰۴
	۶۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۹۲/۳۰
	۹۰	۰/۰۷	۰/۰۴	۵۰/۰۰
خاکریزی	بدون پوشش	۱/۵۱	۰/۳۵	۲۳/۱۷
	۳۰	۱/۰۶	۰/۰۷	۶/۶۰
	۶۰	۰/۲۷	۰/۱۷	۶۲/۹۶
	۹۰	۰/۰۸	۰/۰۵	۷۱/۴۲

بررسی نتایج آزمون تجزیهٔ واریانس نشان داد که بین میانگین رسوب در پوشش‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد که اختلاف بین تیمارهای دارای پوشش ۶۰ و ۹۰ درصد با دو تیمار بررسی‌شدهٔ دیگر در برآورد مقدار رسوب معنی‌دار بود (شکل ۶). نتایج مقایسهٔ میانگین رسوب در ترانشهٔ خاکریزی نیز نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار بدون پوشش با تیمارهای دیگر بررسی‌شده بود (شکل ۵). پوشش گیاهی به‌علت نقش حفاظتی خود از تخریب سطح خاک در برابر قطره‌های باران جلوگیری می‌کند و با کاهش سرعت و مقدار رواناب، مهم‌ترین عامل انتقال رسوبات است و فرسایش را کاهش می‌دهد؛ به همین دلیل مقدار رسوبات در پلات‌های بدون پوشش و پوشش ۳۰ درصد بیشتر است [۱۸]. در اثر استفاده از پوشش گیاهی، تخریب خاک و میزان هدررفت خاک کاهش پیدا می‌کند [۱۵]. پوشش سطحی با جذب رطوبت خاک سطحی توانست مقدار رطوبت را کاهش و در نتیجه نفوذ در خاک را افزایش دهد. وجود پوشش سطحی روی دیوارهٔ خاکبرداری می‌تواند مانع شسته شدن خاک از طریق ربایش قطره‌های باران توسط پوشش شود. این عامل موجب کاهش انرژی جنبشی باران، کند شدن جریان آب سطحی و نفوذ آن به داخل خاک می‌شود که در نهایت به کاهش رواناب و فرسایش آبی می‌انجامد؛ دلیل این است که خاک عاری از پوشش گیاهی مقدار زیادی از ذرات خاک توسط برخورد مستقیم قطره‌های باران به سطح خاک شسته می‌شوند و هدررفت خاک را تا حد زیادی در مقایسه با مناطق دارای پوشش افزایش می‌دهد [۱۴، ۲۱]. علت کم بودن مقادیر رواناب و رسوب در تیمارهای دارای پوشش نسبت به تیمارهای بدون پوشش این است که پوشش سطحی با تأثیر بر جذب بارش، تبخیر رواناب و توازن آب از مقدار و شدت فرسایش خاک می‌کاهد. لایهٔ لاشبرگ در تیمارهای دارای پوشش نیز سطح خاک را محافظت و از جداسازی ذرات خاک جلوگیری می‌کند و سبب ایجاد زبری سطحی و اخذ رسوبات معلق موجود در آب می‌شود که حرکت ذرات خاک به طرف پایین شیب را به حداقل می‌رساند. فخاری و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که تأثیر کاه و کلش برنج و خرده‌چوب بر مقدار رسوب و هدررفت خاک در ترانشهٔ خاکریزی جاده‌های جنگلی منطقهٔ چمستان استان مازندران معنی‌دار است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد [۱۱]. مقدمی‌راد و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که مقدار رسوب و هدررفت خاک در ترانشهٔ خاکبرداری جادهٔ جنگلی طرح جنگلداری کوهمیان استان گلستان با افزایش پوشش گیاهی روند کاهشی دارد که تأییدکنندهٔ نتایج این پژوهش است [۱۶].

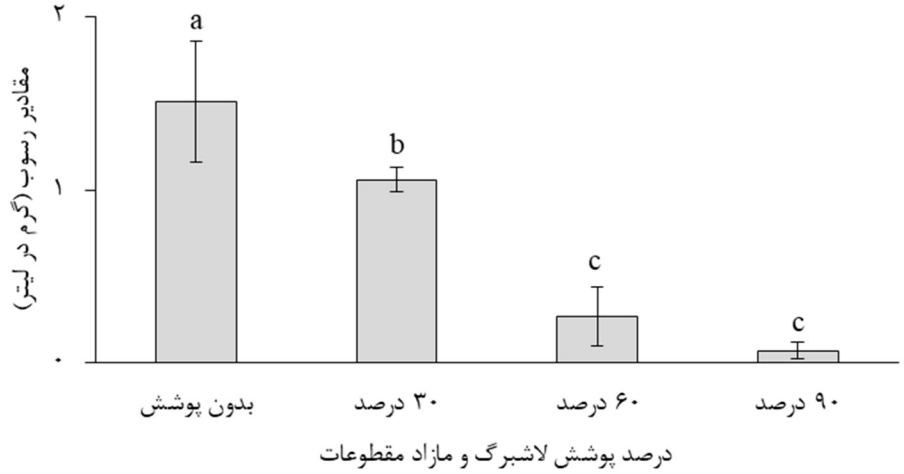
جدول ۴. نتایج تجزیهٔ واریانس رسوب در ترانشه‌ها و پوشش‌های مختلف بررسی‌شده

منبع	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
مدل صحیح	۶/۷۹	۷	۰/۹۷۱	۲۶/۸	۰/۰۰*
پوشش	۶/۴۷	۳	۲/۱۶	۵۹/۷	۰/۰۰*
ترانشه	۰/۱۵۸	۱	۰/۱۵۸	۴/۳	۰/۰۵۳ ns
پوشش × ترانشه	۰/۱۵۷	۳	۰/۰۵۲	۱/۴	۰/۲۶۵ ns
خطا	۰/۵۷۸	۱۶	۰/۰۳۶		
کل	۱۷/۴۵	۲۴			

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ns نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵



شکل ۶. مقایسهٔ میانگین رسوب در پوشش‌های مختلف ترانشهٔ خاکبرداری



شکل ۷. مقایسهٔ میانگین رسوب در پوشش‌های مختلف ترانشهٔ خاکریزی

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با یکسان بودن شیب، پوشش سطحی ترانشه‌ها، تأثیر مهمی در جلوگیری از تولید رواناب و هدررفت خاک دارد، به‌طوری که با افزایش درصد پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات، مقدار رواناب و رسوب تولیدشده روند کاهشی دارد. ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی بدون پوشش و ترانشه‌های دارای پوشش به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار رواناب و رسوب را ایجاد می‌کنند. این موضوع ارزش اقتصادی عملیات بیولوژیک تثبیت ترانشه‌های جاده‌های جنگلی را حتی در شرایط استقرار پوشش گیاهی اندک و با استفاده از دیگر روش‌های حفاظتی نشان می‌دهد؛ به‌طوری که در سال‌های اولیهٔ احداث جاده‌های جنگلی می‌توان با استفاده از پوشش لاشبرگ و مازاد مقطوعات، شدت خسارات وارد به جاده‌های جنگلی را کاهش داد. این پژوهش در ترانشه‌هایی با بافت خاک لومی رسی انجام گرفت و با توجه به تأثیر بافت خاک بر مقدار رواناب و رسوب تولیدشده پیشنهاد می‌شود که مقایسه‌ای بین مقدار رواناب و رسوب تولیدی در ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی با بافت خاک متفاوت انجام گیرد تا میزان تأثیر بافت خاک بر رواناب و رسوب مشخص شود.

References

[1]. Saunders, S.C., Mislivets, M.R., Chen, J., and Cleland, D.T. (2002). Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. Biological Conservation, 103, 209–225.

[2]. Ekwue, E.I., Bharat, C., and Samaroo, K. (2009). Effect of soil type, peat and farmyard manure addition, slope and their interactions on wash erosion by overland flow of some Trinidadian soils. Biosystems Engineering, 102(2), 236-243.

[3]. Nekooimehr, M., Rafatnia, N., Raisian, R., Jahanbazi, H., Talebi, M., and Abdolahi, Kh. (2006). Impact of road construction on forest destruction in Bazoft region. Journal of Forest and Poplar Research, 14(3), 228-243.

[4]. Grace, J. M. (2002). Control of sediment export from the forest road prism. *Transactions of the ASAE*, 45(4), 1127.

[5]. Dalir, P., Naghdi, R., and Gholami, V. (2014). Modelling of forest road sediment in the northern forest of Iran (Lomir Watershed). Journal of Forest Science, 60(3), 109-114.

[6]. Foltz, R.B., and Wagenbrenner, N.S. (2010). An evaluation of three wood shred blends for post-fire erosion control using indoor simulated rain events on small plots. CATENA, 80(2), 86-94.

[7]. Rafahi, H.Gh. (2006). Water erosion and conservation. *University of Tehran Press* (5 Ed), 671p.

[8]. Fu, B., Newham, L.T., and Ramos-Scharron, C.E. (2010). A review of surface erosion and sediment delivery models for unsealed roads. Environ Model and Soft, 25, 1-14.

[9]. Sun, J., Yu, X., Li, H., Chang, Y., Wang, H., Tu, Zh., and Liang, H. (2015). Simulated erosion using soils from vegetated slopes in the Jiufeng Mountains, China. CATENA, 136, 128-134.

[10]. Parsakhoo, A., Lotfalian, M., and Jalilvand, H. (2014). The effects of soil properties and vegetation cover on the sedimentation of forest roads. Journal of Soil Science and Environmental Management, 5(2), 20-27.

[11]. Fakhari, M.A., Lotfalian, M., Hosseini, S.A., and Khaledi Darvishan, A. (2018). Effect of rice straw and wood chips on Soil erosion and seedling growth on the fill slope of forest roads. Journal of Environmental Erosion Research, 30(2), 104-118.

[12]. Lotfalian, M., Yousefi Babadi, T., and Akbari, H. (2019). Impacts of soil stabilization treatments on reducing soil loss and runoff in cutslope of forest roads in Hyrcanian forests. CATENA, 172, 158-162.

[13]. Fakhari, M.A., Lotfalian, M., Hosseini, S.A., and Khaledi Darvishan, A. (2019). Using wood-shred, rice-straw and brush-wood-dams with planting seedlings to runoff and erosion control in a forest road fill slope. Croation Journal of Forest Engineering, 40(2), 327-339.

[14]. Masumian, A., Naghdi, R., Zenner, E., Nikooy, M., and Lotfalian, M. (2017). Comparison of different erosion control techniques in the Hyrcanian forest in northern Iran. Journal of Forest Science, 63(12), 549–554.

[15]. Marques, M.J., Jiménez, L., Pérez-Rodríguez, R., García-Ormaechea, S., and Bienes, R. (2007). Reducing water erosion in a gypsic soil by combined use of organic amendment and shrub revegetation. Land Degradation and Development, 16(4), 339-350.

[16]. Moghadamirad, M., Moayeri, M.H., Abdi, E., and Ghorbani Vaghei, H. (2018). Effect of vegetation cover density on runoff and soil loss of interill erosion in forest road cutslope (Case study: Koohmian Forest-Azadshahr). Journal of Water and Soil Conservation, 25(2), 219-233.

[17]. Miyata, S., Kosugi, K., Gomi, T., Onda, Y., and Mizuyama, T. (2007). Surface runoff as affected by soil water repellency in a Japanese cypress forest. Hydrological Processes, 21(17), 2365-2376.

[18]. Jordan, A., Zavala, L.M., and Gil, J. (2010). Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. CATENA, 81(1), 77- 85.

[19]. Gholami, L., Sadeghi, S.H.R., and Homaee, M. (2013). Straw mulching effect on splash erosion, runoff, and sediment yield from eroded plots. Soil & Water Management & Conservation, 77(1), 268-278.

[20]. Vega, J.A., Fernández, C., Fonturbel, T., González-Prieto, S., and Jiménez, E. (2014). Testing the effects of straw mulching and herb seeding on soil erosion after fire in a gorse shrubland. Geoderma, 223, 79-87.

[21]. Pan, Ch., and Shangguan, Zh. (2006). Runoff hydraulic characteristics and sediment generation in sloped grassplots under simulated rainfall conditions. Journal of Hydrology, 331(1-2), 178-185.

Effect of litter cover and logging residuals on runoff and sediment yield in the cut and fill slopes of forest roads

Seyed Reza Javadi; Ph.D. Student in Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, I.R. Iran.

Ramin Naghdi*; Prof., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, I.R. Iran.

Mehrdad Nikooy; Assoc. Prof., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, I.R. Iran.

Mehrdad Mirzaei; Ph.D. Graduated in Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, I.R. Iran.

(Received: 23 April 2021, Accepted: 12 June 2021)

ABSTRACT

One of the causes of instability of sloping hillsides is the construction of forest roads, which leads to soil erosion and its effects. The purpose of this study was to study the effects of litter cover and residuals on runoff and sediment in the cut slope and fill slope of forest roads in the forests of Guilan province. For this purpose, four cut slopes and fill slope were selected and in each of them, four plots (2 m^2) with four litter cover and residuals including without cover, 30%, 60% and 90% and with a fixed slope of 30% was measured. Samples were measured after each rainfall with an approximate intensity of 80 mm/h. The results showed that the mean of runoff in the cut slope were 759.3, 748.6, 372.6 and 196 ml/m^2, in the fill slope were 216.6, 156.6, 77.1 and 69.5 ml/m^2, respectively. Mean of sediment in the cut slope were 1.08, 0.96, 0.13 and 0.07 g/l, in the fill slope were 1.51, 1.06, 0.27 and 0.08 g/l, respectively. The results of analysis of variance showed that there was a significant difference between the amount of runoff and sediment created in the litter cover and residuals classes ($P<0.05$). The mean of runoff produced in the cut slope was significantly ($P<0.05$) higher than their mean in the fill slope in all cover percentages. Results of the study showed that litter cover and residuals had a significant effect on reducing runoff and sediment in forests roads.

Keywords: Soil conservation, forest road, runoff and sediment, bioengineering.

* Corresponding Author, Email: rnaghdi@guilan.ac.ir, Tel: +989111380108