Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره ششم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.15142.3031

مقایسه اثر پوشش لاشه‌سنگ، منسوجات گیاهی و چمن‌کاری در کاهش رسوب‌دهی جوی کناری جاده‌های جنگلی

رسول خاندوزی[۱]، *آیدین پارساخو[۲]، واحدبردی شیخ[۳] و علی‌اکبر محمدعلی پورملکشاه[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]دانشجوی دکتری گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: جوی کناری که به‌منظور زه‌کشی جریانات سطحی و حفاظت از ساختمان راه ساخته می‌شود در بارندگی‌های شدید، تحت‌تأثیر سرعت رواناب دچار فرسایش شده و رسوبات را به‌صورت بار معلق به رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های آبی منتقل می‌کند. بنابراین استفاده از فنون مقرون‌به‌صرفه، کارآمد و سازگار با محیط‌زیست جهت حفاظت از جوی کناری از ضرورت بالایی برخوردار است. هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر تیمارهای مختلف حفاظتی در کاهش رسوب‌دهی جوی کناری جاده‌های جنگلی و همچنین بررسی اثر شدت جریان بر میزان غلظت رسوب بود.

مواد و روش‌ها: نخست قسمتی از جوی کناری جاده‌های جنگلی درجه یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا واقع در استان گلستان در مجموع به طول ۵۰ متر که از نظر شیب طولی (۵ درصد)، ابعاد (۵۰ × ۳۰ سانتی‌متر) و جنس خاک بستر (بافت، تخلخل و رطوبت) دارای شرایط همگن بود، انتخاب شد. در طول جوی، ۵ بازه هر یک به طول ۱۰ متر جهت استقرار تیمارهای مختلف حفاظتی شامل پوشش لاشه‌سنگ، چمن‌کاری با گونه علفی فستوکا، زمین‌پارچه کنفی، پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی و همچنین تیمار شاهد یعنی بدون حفاظت مشخص گردید. شبیه‌سازی رواناب با مخزنی به ظرفیت ۶۰۰۰ لیتر و مجهز به موتور پمپ با دو شدت ۵ و ۱۰ لیتر در ثانیه انجام شد. نمونه‌برداری رسوب در هر دقیقه از رواناب جاری شده روی تیمارها و از انتهای بازه‌ها انجام شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و در آن‌جا غلظت رسوب بر حسب گرم در لیتر محاسبه گردید. سرعت جریان رواناب در تیمارهای مختلف با دستگاه میکرومولینه الکترومغناطیسی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

یافته‌ها: میزان غلظت رسوب و سرعت رواناب در تیمارهای زمین‌پارچه کنفی، پوشش لاشه‌سنگ، پوشش علفی فستوکا و پیکه‌کوبی به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد بود. تبدیل شدت جریان از ۵ لیتر در ثانیه به ۱۰ لیتر در ثانیه

* مسئول مکاتبه: parsakhoo@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

باعث تغییر معنی‌دار در غلظت رسوب (به‌جز تیمار شاهد و پوشش لاشه‌سنگ) و سرعت رواناب (به‌جز تیمار شاهد و زمین‌پارچه کنفی) نشد. تیمار شاهد و تیمار پوشش لاشه‌سنگ به‌طور معنی‌داری میزان رسوب‌دهی بیش‌تری در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه داشتند. در تیمار شاهد و زمین‌پارچه کنفی سرعت رواناب در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه بود.

نتیجه‌گیری: در شدت جریان کم (۵ لیتر در ثانیه) تیمارهای پیکه‌کوبی و چپربندی، پوشش لاشه‌سنگ، پوشش علفی فستوکا و زمین‌پارچه کنفی و در شدت جریان زیاد (۱۰ لیتر در ثانیه) تیمارهای زمین‌پارچه کنفی و پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی به‌دلیل عملکرد بهتر در کاهش رسوب‌دهی و سرعت رواناب می‌توانند جهت تثبیت بستر جوی کناری جاده‌های جنگلی با ابعاد ۵۰ × ۳۰ سانتی‌متر، شیب ۵ درصد، بافت خاک رسی با تخلخل حدود ۵۷ درصد مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تیمارهای حفاظتی، جوی کناری، سرعت جریان، شبیه‌سازی رواناب، غلظت رسوب

مقدمه

جاده‌های جنگلی باعث دسترسی آسان و سریع به مناطق جنگلی به‌منظور بهره‌برداری از فرآورده‌های چوبی و غیرچوبی، حفاظت از جنگل، تفریح و تفرج، جنگل‌داری و آموزش می‌شوند (٦). از طرفی این جاده‌ها با توجه به هزینه زیاد ساخت و نگهداری، از مهم‌ترین عوامل هزینه‌ساز در مدیریت جنگل و در عین‌حال بزرگ‌ترین مداخله بشر در بوم‌سازگان زنده و پویای جنگل محسوب شده و با تغییر شکل طبیعی دامنه‌ها، قطع جریان سطحی و زیرسطحی، کاهش پوشش گیاهی و در نهایت ایجاد فشردگی خاک به‌ویژه در سطح جاده باعث افزایش سرعت رواناب، تشدید فرسایش و تولید رسوب در جوی کناری می‌شوند (۱۳ و ۱۹). میزان رسوب‌دهی جوی کناری جاده متأثر از جنس خاک، سرعت و تنش برشی رواناب، شکل هندسی جوی، شیب، مصالح به‌کار رفته و نحوه طراحی شبکه جاده می‌باشد (۲). در پژوهش حاضر به‌جز سرعت و تنش برشی سایر موارد برای کل تیمارها ثابت می‌باشد. تثبیت موقتی و یا دائمی خاک جوی کناری جاده با بهره‌گیری از فنون زیست- پایه و یا عملیات مکانیکی می‌تواند در کاهش تحویل رسوب از سوی جاده به آبراهه‌ها و رودخانه‌ها مفید واقع شود. در تکنیک‌های موقتی حفاظت از طریق استقرار پوشش گیاهی، نصب زمین‌پارچه‌های حصیری، کنفی و غیره، مالچ کاه و چوب میسر می‌شود که معمولاً پس از گذشت چند سال زوال می‌یابند. در تکنیک‌های دائمی حفاظت از جوی با استقرار پوشش‌های سخت مانند بتن و لاشه‌سنگ و پوشش‌های انعطاف‌پذیر مانند چمن‌کاری فصلی انجام می‌گیرد (۱۵).

برودا و همکاران (۲۰۱٦) از زمین‌پارچه‌های پشمی، پشمی- کنفی و فیبرهای بازیافتی به‌ترتیب با ضخامت‌های ۵/۸، ۳ و ۳ میلی‌متر و جرم ٤۰٦، ۵۱۲ و ۲٦۵ گرم در مترمربع برای تثبیت جوی کناری جاده‌های جنگلی بهره گرفتند. نتایج نشان داد که ظرفیت جذب آب زمین‌پارچه پشمی بیش‌تر از زمین‌پارچه پشمی- کنفی و فیبرهای بازیافتی بود (۳). جوادی و همکاران (۱۳۸٤) به بررسی تأثیر پوشش لاشه‌سنگ بر میزان غلظت رسوب تحت آزمایش‌های شبیه‌سازی باران در آزمایشگاه فرسایش خاک مؤسسه

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات جنگل‌ها و مراتع پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش درصد پوشش لاشه‌سنگ میزان رسوب نسبت به تیمار شاهد بدون حفاظت کاهش چشم‌گیری نشان داد (۹).

افضلی‌مهر و دی (۲۰۰۹) گزارش کردند که لاشه‌سنگ و پوشش گیاهی موجب کاهش سرعت و در نتیجه قدرت فرسایندگی رواناب می‌شود (۱). ونگ و همکاران (۲۰۱۲) ٤٠ درصد از بستر یک جوی آب را با لاشه‌سنگ پوشانده و سپس اثر این کار را روی مشخصات سرعت رواناب، نرخ نفوذ و رسوب‌دهی تحت سه شدت باران شبیه‌سازی‌شده (۵۷، ۹۱ و ۱۲۲ میلی‌متر بر ساعت) بررسی و با تیمار شاهد (خاک لخت) مقایسه کردند. نتایج نشان داد که مقدار سرعت رواناب و غلظت رسوب و نرخ فرسایش خاک با بهره‌گیری از تیمار لاشه‌سنگ به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و در مقابل نرخ نفوذ افزایش یافت. نرخ فرسایش خاک در تیمار لاشه‌سنگ و در شدت بارش ۱۲۲ میلی‌متر در ساعت کم‌تر از ۱۲ گرم در مترمربع در دقیقه بود در حالی‌که این رقم برای خاک شاهد بدون حفاظت در شدت بارندگی ۵۷ میلی‌متر در ساعت بیش از ۱۵ گرم در مترمربع در دقیقه برآورد شد (۲۰).

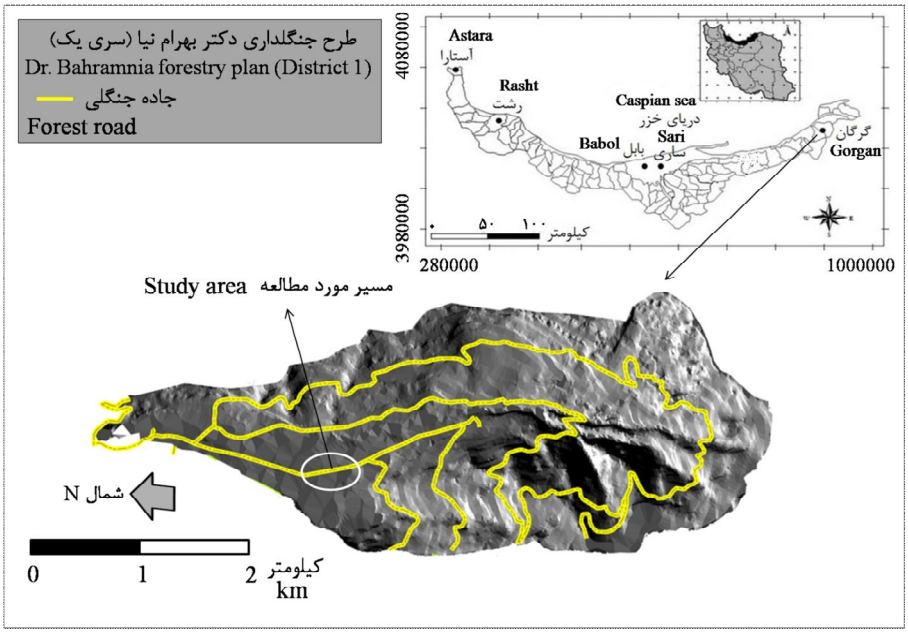
به‌منظور برآورد غلظت رسوب در جوی کناری جاده‌های جنگلی روش‌های متفاوتی از جمله استفاده از توری‌های رسوب‌گیر (١٦) و نمونه‌گیری از جوی‌ها (۱۱) تحت بارندگی‌های طبیعی و باران شبیه‌سازی‌شده با باران‌ساز (۷ و ۸) و شبیه‌سازی رواناب با پمپ به‌کار گرفته شده است. با توجه به هزینه‌بر بودن اندازه‌گیری مقدار رسوب تحت شرایط بارش طبیعی (۱۷) و نظر به این‌که انجام عملیات در بارش طبیعی از نظر زمانی کنترل‌ناپذیر است، استفاده از پمپ شبیه‌ساز رواناب روش مناسبی به‌منظور برآورد غلظت رسوب در جوی کناری جاده‌های جنگلی می‌باشد (۲۱). از سال ۱۹٦۵ تاکنون، چندین آزمایش برای بررسی اثر رواناب بر فرسایش خاک صورت گرفته است. لیل و اسمردن (۱۹٦۵) رابطه معنی‌داری را میان نرخ رسوب‌دهی و تنش برشی رواناب در یک شیب ثابت کشف کردند (۱۲). آزمایش‌های دیگری نیز با ایجاد رواناب مصنوعی توسط پمپ آب در شیب‌های مختلف برای ارزیابی رابطه میان نرخ رسوب‌دهی و متغیرهایی چون شیب زمین، تنش برشی و سرعت جریان انجام گرفت. نتایج نشان داد که بین نرخ رسوب‌دهی و متغیرهای رواناب و شیب زمین رابطه لگاریتمی وجود دارد (١٤). کاو و همکاران (۲۰۰۹) در ایستگاه پژوهشی حفاظت آب و خاک کشور چین به مطالعه پدیده رسوب‌دهی بستر جاده‌های خاکی تحت‌تأثیر جریان آب پرداختند. آزمایش‌های شبیه‌سازی رواناب به کمک یک پمپ با قدرت تخلیه ۱ تا ۵ لیتر در ثانیه و در شیب‌های طولی ۸/۸، ۱۷/٦، ۲٦/۸، ۳٦/٤ و ٤٦/٦ درصد بر روی سطح جاده انجام شد. نتایج نشان داد که میزان رسوب‌دهی جاده به‌طور معنی‌داری متأثر از عمق جریان و شیب جاده و سایر متغیرهای هیدرولیکی مانند تنش برشی و قدرت جریان بود (٤). جوی کناری به‌منظور زه‌کشی رواناب سطح جاده و ممانعت از رسیدن جریانات به سطح روسازی و در نتیجه حفاظت از ساختمان راه و اطمینان از ایمنی رانندگان ساخته می‌شود. بنابراین استفاده از فنون سازگار با محیط‌زیست جهت حفاظت از جوی کناری از ضرورت بالایی برخوردار است. هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر پوشش لاشه‌سنگ، منسوجات گیاهی (نوع اول شامل زمین‌پارچه کنفی و نوع دوم شامل حائلی از سرشاخه‌های محلی) و چمن‌کاری با فستوکا در کاهش رسوب‌دهی جوی کناری جاده‌های جنگلی و همچنین بررسی اثر شدت جریان بر میزان غلظت رسوب جوی کناری در تیمارهای مختلف حفاظتی بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا با وسعتی برابر ۱۷۱۳/۳ هکتار و مساحت قابل بهره‌برداری، ۱٦۳۱/۵ هکتار در جنوب‌غربی شهرستان گرگان در استان گلستان قرار گرفته است. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا به‌ترتیب ۲۱۰ و ۹۹۵ متر می‌باشد. این عرصه بین ۳٦ درجه و ٤۸ دقیقه و ٦ ثانیه و ۳٦ درجه و ٤۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه عرض جغرافیایی و ٥٤ درجه و ۲۱ دقیقه و ۲٦ ثانیه و ٥٤ درجه و ۲٤ دقیقه و ٥۷ ثانیه طول جغرافیایی قرار دارد. تیپ غالب این رویشگاه راش- ممرزستان (*Carpinus betulus* L. و *Fagus orientalis* Lipsky)، متوسط شیب زمین ۲٥ درصد، طول کل جاده‌های جنگلی طرح ۳۰/۳ کیلومتر و میزان تراکم طولی برابر با ۱۷/٦۸ متر در هکتار است. قسمت‌هایی از جوی کناری جاده‌ها تحت تنش برشی رواناب فصلی قرار داشته و به‌شدت نیاز به عملیات حفاظت و نگهداری دارد. بنابراین در این مناطق، بازه‌ای به طول ٥۰ متر که از نظر شیب طولی و جنس خاک بستر (بافت، تخلخل و رطوبت) دارای شرایط همگن بود برای پژوهش انتخاب شد (شکل ۱). متوسط شیب طولی بازه‌ها ٥ درصد، وزن مخصوص ظاهری خاک بستر جوی ۱/۱۲ گرم در سانتی‌مترمکعب، تخلخل ٥٦/۹۲ درصد، رطوبت وزنی خاک ۲۷ درصد و بافت خاک رسی (۲۸ درصد شن، ٤٤ درصد رس و ۲۸ درصد سیلت) بود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Study area.

آماده‌سازی تیمارها و جمع‌آوری داده: تیمارهای پوشش لاشه‌سنگ، منسوجات گیاهی (نوع اول شامل زمین‌پارچه کنفی و نوع دوم شامل پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی) و چمن‌کاری هر یک به طول ۱۰ متر و با فاصله دو متر از یکدیگر پشت سرهم در بستر جوی طرح‌ریزی و برپا شدند. جوی تقریباً ذوزنقه‌ای شکل با عرض کف ۳۰ سانتی‌متر و عرض فوقانی ٥۰ سانتی‌متر بود. برای استقرار پوشش

www.SID.ir

Archive of SID

لاشه‌سنگ از مصالح رودخانه‌ای موجود در محل به‌ترتیب با حجم و وزن متوسط هر سنگ ۲۲۰ سانتی‌مترمکعب و ۶۰۰ گرم بهره گرفته شد. زمین‌پارچه کنفی با تار و پود مشخص، ضخامت دو میلی‌متر و جرم ۲۲۰ گرم در مترمربع توسط پیکه‌های چوبی در بستر جوی کناری نصب گردید. علاوه‌بر این، از سرشاخه‌های محلی تراشیده شده به‌ترتیب با قطر و طول متوسط ۳ و ۵۰ سانتی‌متر برای پیکه‌کوبی سراسری با تراکم ۲۰ پیکه در مترمربع و ایجاد چپر در میانه بازه استفاده شد. پیکه‌کوبی به‌نحوی انجام شد که ۲۰ سانتی‌متر از طول پیکه در داخل زمین و ۳۰ سانتی‌متر آن بیرون قرار گیرد. چمن‌کاری با گونه فستوکا (*Festuca arundinacea* L.) به میزان ۷۰ گرم بذر در هر مترمربع انجام پذیرفت. یک بازه ۱۰ متری نیز بدون انجام هر گونه عملیات حفاظتی با عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد (شکل ۲).

در این پژوهش یک کامیون با مخزنی به ظرفیت ۶۰۰۰ لیتر و مجهز به موتورپمپ برای شبیه‌سازی رواناب در داخل جوی کناری جاده مورد استفاده قرار گرفت. این پمپ برای هر تیمار به‌طور جداگانه جریانی با شدت‌های ۵ و ۱۰ لیتر در ثانیه به‌مدت ۱۰ دقیقه تولید کرد (دبی آب خروجی لوله پمپ) که بر اساس مشاهدات میدانی تقریباً مشابه دبی اوج در جوی کناری منطقه مورد مطالعه بود. جهت کاستن از آشفتگی جریان اولیه ناشی از فشار آب خروجی از پمپ، یک ناودان فلزی به ابعاد جوی کناری و به طول یک متر در محل شروع بازه شبیه‌سازی نصب شد. نمونه‌برداری رسوب توسط ظروف با حجم ۱۰۰ سی‌سی در هر دقیقه از قسمت مرکزی نزدیک به سطح رواناب جاری شده روی تیمارها و در انتهای بازه انجام شد. جهت جلوگیری از ورود رواناب حاصل از شبیه‌سازی در یک تیمار (بازه) به تیمارهای (بازه‌ها) بعدی، نسبت به تعبیه حوضچه آرامش و انحراف رواناب خروجی در انتهای هر تیمار اقدام گردید. نمونه‌های رسوب به آزمایشگاه منتقل شده و در آن‌جا غلظت رسوب محاسبه گردید. نمونه‌ها از کاغذ صافی واتمن ۴۰ عبور داده شده و سپس وزن رسوب پس از خشک شدن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۲۴ ساعت به کمک ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم به‌دست آمد. برای محاسبه غلظت رسوب از رابطه ۱ استفاده شد:

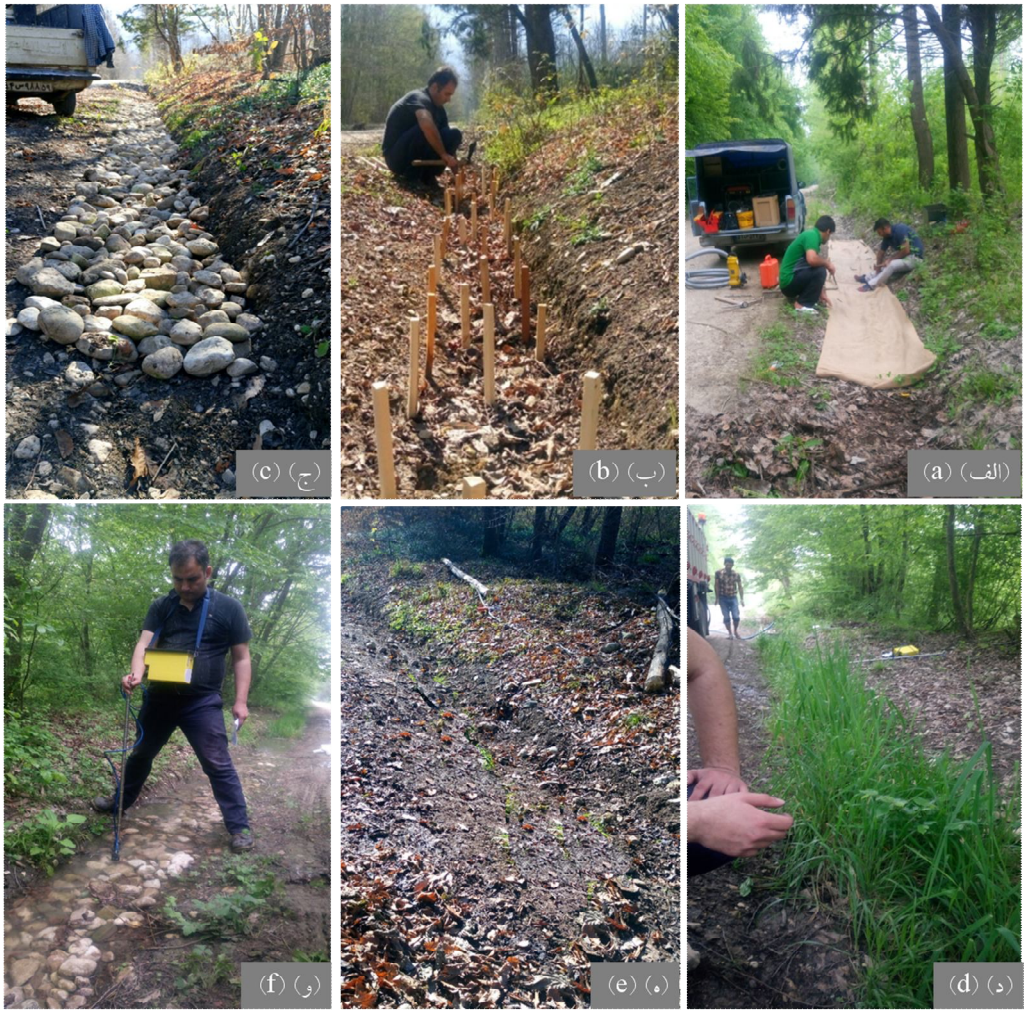
$$SC = \frac{SY}{RV} \qquad (1)$$

که در آن، SC غلظت رسوب بر حسب گرم در لیتر، SY وزن رسوب بر حسب گرم و RV حجم رواناب بر حسب لیتر می‌باشد. سرعت جریان رواناب در سه تکرار و در قسمت میانی و انتهایی هر تیمار با دستگاه میکرومولینه الکترومغناطیسی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل‌های آماری: تجزیه و تحلیل آماری به کمک آزمون فاکتوریل شامل تیمارهای حفاظتی در ۵ سطح (پوشش لاشه‌سنگ، چمن‌کاری، زمین‌پارچه کنفی، پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی و شاهد یعنی بدون حفاظت) و تیمار شدت جریان یا دبی آب خروجی لوله پمپ در دو سطح (۵ و ۱۰ لیتر در ثانیه) به‌اجرا درآمد. در مجموع ۱۰۰ نمونه رسوب و ۶۰ بار اندازه‌گیری سرعت جریان انجام شد. اثر کلی تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در نرم‌افزار SAS انجام گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تیمارهای حفاظتی جوی کناری شامل (الف) زمین‌پارچه کنفی، (ب) پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی، (ج) پوشش لاشه‌سنگ، (د) چمن‌کاری با فستوکا، (ه) تیمار شاهد و (و) اندازه‌گیری سرعت رواناب با دستگاه میکرومولینه.

Figure 2. Protective treatments of ditch including (a) cotton geotextile, (b) picket and wattle by local slash, (c) riprap, (d) grass cover by Festuca, (e) control and (f) measuring runoff velocity by electromagnetic open channel flow meter.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای حفاظتی در سطح یک درصد و شدت جریان در سطح ۵ درصد بر متغیر غلظت رسوب اثر معنی‌دار داشتند (جدول ۱). تحت شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه میزان غلظت رسوب در تیمارهای زمین‌پارچه کنفی، پوشش لاشه‌سنگ، پوشش علفی فستوکا و پیکه‌کوبی به‌ترتیب ۰/۱۹، ۰/۲۱، ۰/۲۲ و ۰/۲۵ گرم در لیتر به‌ثبت رسید که به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد (۰/٤۳ گرم در لیتر) بودند. در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه کم‌ترین میزان غلظت رسوب به‌ترتیب برای تیمارهای زمین‌پارچه کنفی (۰/۲۱ گرم در لیتر)، پیکه‌کوبی (۰/۲۱ گرم در لیتر) و پوشش علفی فستوکا (۰/۳ گرم در لیتر) مشاهده شد. این نتایج با یافته‌های لانگ و همکاران (۲۰۱٦) مطابقت ندارد. در حقیقت این پژوهشگران به‌منظور حفاظت از جوی کناری جاده جنگلی ۵ تیمار شامل تیمار شاهد (خاک بدون حفاظت)، چمن‌کاری، چمن‌کاری روی زمین‌پارچه کنفی، آب‌بندهای سنگ‌چین و پوشش لاشه‌سنگ را به اجرا درآوردند. نتایج نشان داد که کم‌ترین مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

رسوب‌دهی جوی کناری به‌ترتیب مربوط به تیمارهای پوشش لاشه‌سنگ، چمن‌کاری و چمن‌کاری روی زمین‌پارچه کنفی بود (۱۰). دلیل اصلی این موضوع تفاوت دانه‌بندی پوشش لاشه‌سنگ به‌کار رفته در دو پژوهش است. وجود ریزدانه‌ها در مصالح رودخانه‌ای پژوهش حاضر منجر به تولید رسوب بیش‌تری شده است، به‌طوری‌که در بین تیمارهای حفاظتی، تیمار پوشش لاشه‌سنگ به‌طور معنی‌داری میزان رسوب‌دهی بیش‌تری در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه داشت (شکل ۳). در حالی‌که در پژوهش لانگ و همکاران (۲۰۱٦) مصالح به‌کار رفته فاقد ریزدانه بوده‌اند. جوادی و همکاران (۱۳۸٤) و ونگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز کارایی پوشش لاشه‌سنگ در کاهش نرخ رسوب‌دهی را متأثر از درصد پوشش لاشه‌سنگ و دانه‌بندی آن عنوان نمودند. برودا و همکاران (۲۰۱٦) قدرت جذب بالا و پوشش سطحی زمین‌پارچه‌ها را عامل اصلی کاهش غلظت رسوب دانسته و یافته‌های آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

پوشش علفی (فستوکا) داخل جوی کناری از دو طریق در تثبیت بستر جوی نقش ایفا می‌نماید. اندام‌های هوایی گیاه با ایجاد یک لایه حفاظتی بین هوا و خاک، موجب جذب قسمتی از انرژی فرسایشی آب و باد می‌گردد و سیستم ریشه‌ای آن خصوصیات مکانیکی خاک مانند مقاومت برشی را بهبود می‌بخشد (۱۸). ژو و شانگوآن (۲۰۰۷) اثر ریشه و ساقه علف گندم (*Lolium perenne* L.) بر مقدار رواناب و غلظت رسوب را تحت آزمایش‌های شبیه‌سازی باران در منطقه یانگ لینگ واقع در استان شانکسی چین بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر ساقه علف گندم بر کاهش مقدار رواناب بیش‌تر از ریشه آن گیاه بود. اما در مقابل ریشه علف گندم نسبت به ساقه تأثیر بیش‌تری بر کاهش رسوب‌دهی داشت (۲۱). در پژوهش حاضر غلظت رسوب حاصل از پوشش علفی فستوکا در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه کمی بیش‌تر از تیمارهای زمین‌پارچه کنفی و پیکه‌کوبی و چپربندی بود (از نظر آماری این تفاوت معنی‌دار نبود) که دلیل این موضوع را می‌توان آشفتگی خاک ناشی از عملیات نشاء دانست. عملیات نشاء هزینه چمن‌کاری را نیز افزایش داد. در پژوهش حاضر کم‌ترین میزان رسوب‌دهی در تیمار زمین‌پارچه کنفی به ثبت رسید، که دلیل آن پوشش سرتاسری جوی توسط این تیمار بود. تیمار پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی نیز با ایجاد موانع متعدد در مقابل نیروی تنشی جریان رواناب و به دام انداختن رسوب در پشت چپر، فرصت لازم برای نفوذ آب در خاک و ته‌نشینی رسوب را فراهم نموده و به تبع آن از میزان غلظت رسوب کاسته شد (۵). از سوی دیگر، سطح صاف و وجود درزهای متعدد در لابه‌لای پوشش لاشه‌سنگ موجب افزایش سرعت رواناب و کانالیزه شدن آن در درزها شده و این موضوع سبب افزایش غلظت رسوب در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه شد، البته ممکن است بخشی از رسوب مربوط به وجود مصالح ریزدانه و شسته نشده در ترکیب لاشه‌سنگ باشد (۹). به‌جز برای تیمارهای شاهد و پوشش لاشه‌سنگ، تبدیل شدت جریان از ۵ لیتر در ثانیه به ۱۰ لیتر در ثانیه باعث تغییر معنی‌دار در غلظت رسوب حاصل از تیمارهای حفاظتی نشد ($P>0/05$). در تیمار شاهد و پوشش لاشه‌سنگ مقدار غلظت رسوب در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه بود (شکل ٤) که دلیل این موضوع را می‌توان بیش‌تر بودن سرعت رواناب در تیمارهای شاهد و پوشش لاشه‌سنگ نسبت به سایر تیمارها دانست (شکل ۵). این موضوع با یافته‌های لیل و اسمردن (۱۹٦۵) و کاو و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. آن‌ها افزایش تنش برشی رواناب ناشی از افزایش سرعت جریان را عامل اصلی افزایش غلظت رسوب بیان کردند.

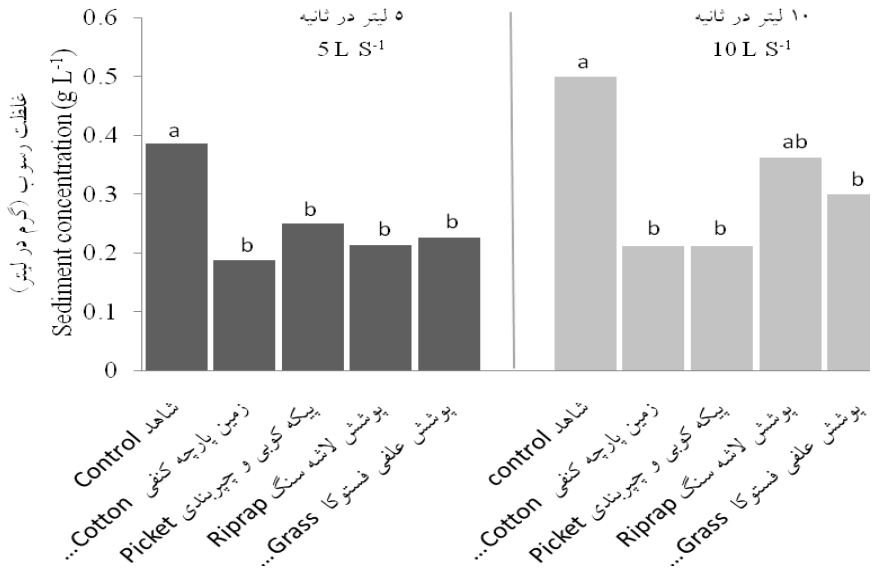
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای حفاظتی و شدت جریان بر متغیر غلظت رسوب.

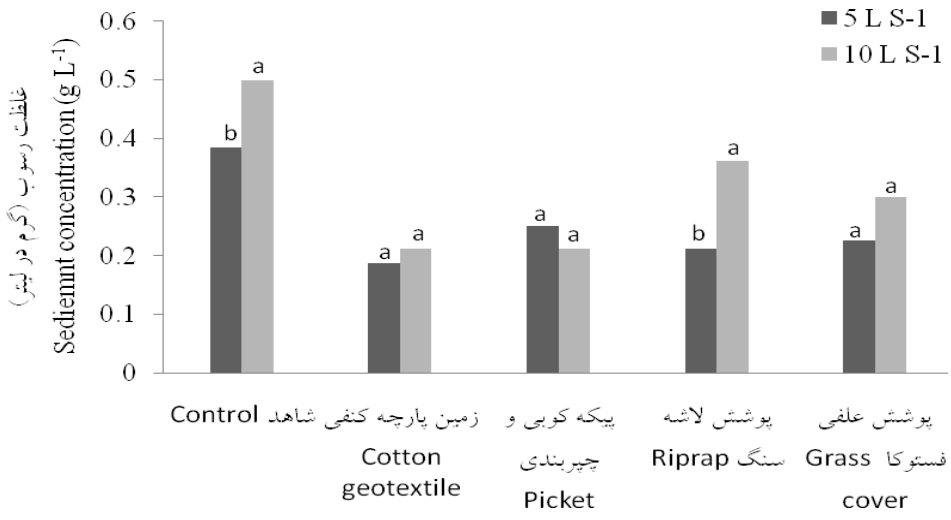
Table 1. Analysis of variance for the effect of protective cover and flow rate treatments on sediment concentration.

F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of square	درجه آزادی Degree of freedom	منبع Source
12.62***	0.2103	0.8412	4	تیمار حفاظتی Protective treatment
4.96*	0.0826	0.0826	1	شدت جریان Flow rate



شکل ۳- مقایسه غلظت رسوب بین تیمارهای مختلف حفاظتی.

Figure 3. Comparison of the sediment concentration among different protective treatments.



شکل ٤- مقایسه غلظت رسوب بین تیمارهای مختلف شدت جریان.

Figure 4. Comparison of the sediment concentration between different flow rates.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای حفاظتی در سطح یک درصد و شدت جریان در سطح ۵ درصد بر متغیر سرعت رواناب اثر معنی‌دار داشتند (جدول ۲). به‌طوری‌که تحت شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه میزان سرعت رواناب برای تیمارهای پیکه‌کوبی و چپربندی، زمین‌پارچه کنفی، پوشش علفی فستوکا و پوشش لاشه‌سنگ به‌ترتیب ۰/۱۰۱، ۰/۱۲۵، ۰/۱۳۵ و ۰/۲٤۷ متر در ثانیه به‌ثبت رسید که به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد (۰/٦۱۹ متر در ثانیه) بودند. در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه کم‌ترین میزان سرعت رواناب به‌ترتیب برای تیمارهای پوشش علفی فستوکا (۰/۱۷٤ متر در ثانیه) و پیکه‌کوبی و چپربندی (۰/۱۸٤ متر در ثانیه) و بیش‌ترین سرعت رواناب در تیمارهای پوشش لاشه‌سنگ و زمین‌پارچه کنفی مشاهده شد. سرعت رواناب در تیمارهای حفاظتی و در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد (۰/۹٦۲ متر در ثانیه) بود (شکل ۵). به‌جز برای تیمارهای شاهد و زمین‌پارچه کنفی، تبدیل شدت جریان از ۵ لیتر در ثانیه به ۱۰ لیتر در ثانیه باعث تغییر معنی‌دار در سرعت رواناب نشد (P>۰/۰۵). در تیمار شاهد و زمین‌پارچه کنفی سرعت رواناب در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه بود (شکل ٦). در پژوهش حاضر براساس برآوردهای صورت گرفته هزینه هر مترمربع تهیه و نصب زمین‌پارچه کنفی، پیکه‌کوبی و چپربندی با سرشاخه‌های محلی، پوشش لاشه‌سنگ و چمن‌کاری با گونه فستوکا به‌ترتیب ۵۰۰۰۰، ٦۰۰۰۰، ۷۰۰۰۰ و ۹۰۰۰۰ ریال بود. لانگ و همکاران (۲۰۱٦) نیز گزارشی از هزینه‌های عملیات حفاظتی در جوی کناری جاده‌ها ارائه دادند که بر اساس آن هزینه پیاده‌سازی تیمارهای چمن‌کاری، چمن‌کاری روی زمین‌پارچه کنفی، آب‌بندهای سنگی و پوشش لاشه‌سنگ به‌ترتیب ٦/۱۰، ۲۱/۳۳، ۷۱/٤۳ و ۱٤۱/۰۸ دلار در هر ۱۵ متر برآورد شد.

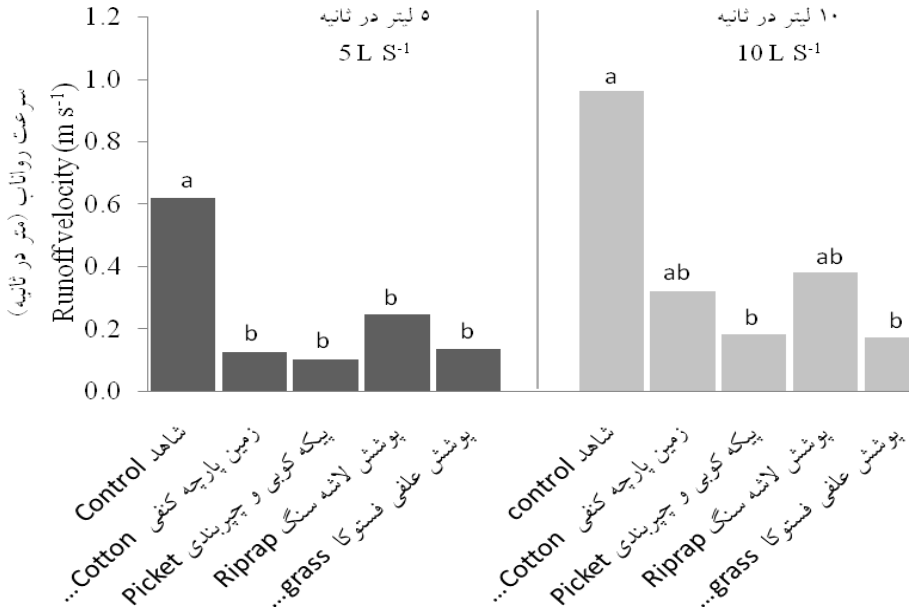
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای حفاظتی و شدت جریان بر متغیر سرعت رواناب.

Table 2. Analysis of variance for the effect of protective cover and flow rate treatments on runoff velocity.

منبع Source	درجه آزادی Degree of freedom	مجموع مربعات Sum of square	میانگین مربعات Mean of square	F
تیمار حفاظتی Protective treatment	4	1.1584	0.2896	17.93***
شدت جریان Flow rate	1	0.1266	0.1266	7.84*

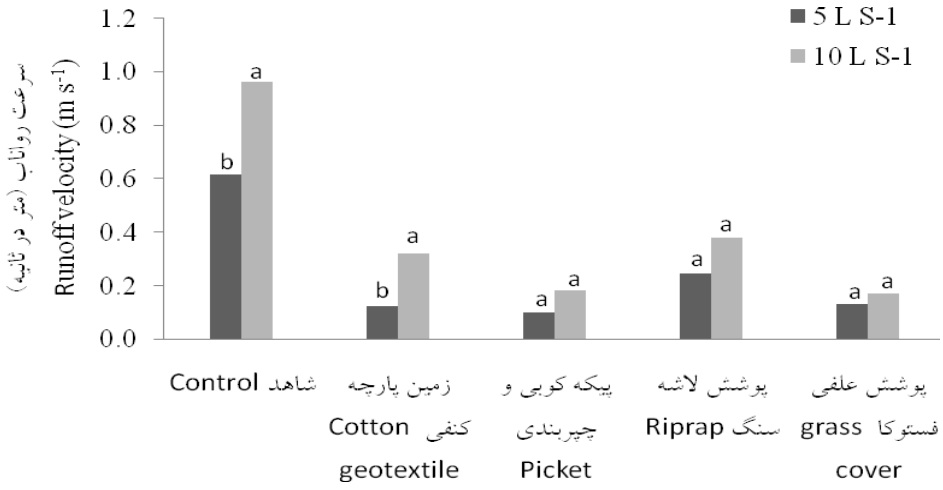
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه سرعت رواناب بین تیمارهای مختلف حفاظتی.

Figure 5. Comparison of the runoff velocity among different protective treatments.



شکل ٦- مقایسه سرعت رواناب بین تیمارهای مختلف شدت جریان.

Figure 6. Comparison of the runoff velocity between different flow intensity treatments.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در شدت جریان کم (۵ لیتر در ثانیه) تیمارهای پیکه‌کوبی و چپربندی، پوشش لاشه‌سنگ، پوشش علفی فستوکا و زمین‌پارچه کنفی و در شدت جریان بالا (۱۰ لیتر در ثانیه) تیمارهای زمین‌پارچه کنفی و پیکه‌کوبی و چپربندی به‌دلیل عملکرد بهتر در کاهش رسوب‌دهی و سرعت رواناب می‌توانند جهت تثبیت بستر جوی کناری جاده‌های جنگلی مورد استفاده قرار گیرند. در شدت جریان بیش‌تر (۱۰ لیتر در ثانیه)، اگرچه سرعت

www.SID.ir

Archive of SID

رواناب در تیمار زمین‌پارچه کنفی همانند تیمار پوشش لاشه‌سنگ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود اما برخلاف تیمار پوشش لاشه‌سنگ این رواناب به‌طور معنی‌داری بار رسوب کم‌تری داشت. ضمن آن‌که تیمار زمین‌پارچه کنفی از نظر اقتصادی و سهولت اجرا بهتر از سایر تیمارها بود.

منابع

1. Afzalimehr, H., and Dey, S. 2009. Influence of bank vegetation and gravel bed on velocity and Reynolds stress distributions. Int. J. Sed. Res. 24: 2. 236-246.
2. Appelboom, T.W., Chescheir, G.M., Skaggs, R.W., and Hesterberg, D.L. 2002. Management practices for sediment reduction from forest roads in the coastal plains. Trans. ASAE. 45: 2. 337-344.
3. Broda, J., Gawlowski, A., Rom, M., Laszczak, R., Mitka, A., and Przybylo, S. 2016. Innovative Geotextiles for Reinforcement of Roadside Ditch. Tekstilec. 59: 2. 115-120.
4. Cao, L., Zhang, K., and Zhang, W. 2009. Detachment of road surface soil by flowing water. Catena. 76: 155-162.
5. Cerdá, A. 2001. Effects of rock fragment cover on soil infiltration, interrill runoff and erosion. Europe. J. Soil Sci. 5: 2. 59-68.
6. Demir, M., and Hasdemir, M. 2005. Functional planning criterion of forest road network system according to recent forestry development. Turk. J. Eng. Environ. Sci. 1: 2. 8-22.
7. Foltz, R.B., Copeland, N.S., and Elliot, W.J. 2009. Reopening abandoned forest roads in Northern Idaho, USA: Quantification of runoff, sediment concentration, infiltration, and interrill erosion parameters. J. Environ. Manage. 90: 2542-2550.
8. Hamed, Y., Albergel, J., Pepin, Y., Asseline, J., Nasri, S., Zante, P., Betndtsson, R., El-Niazy, M., and Balah, M. 2002. Comparison between rainfall simulator erosion and observed reservoirsedimentation in an erosion-sensitive semiarid catchment. Catena. 50: 1-16.
9. Javadi, P., Roohipour, H., and Mahboubi, A. 2005. Effect of rock fragment cover on erosion and overland flow using the flume and rainfall simulation. Iran. J. Range. Des. Res. 12: 3. 288-310. (In Persian)
10. Lang, A.J. 2016. Soil Erosion from forest haul roads at stream crossings as influenced by road attributes. Ph.D. thesis in Forest Resources and Environmental Conservation, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, 158p.
11. Luce, C.H., and Black, T.A. 1999. Sediment production from forest roads in western Oregon. Water Res. Res. 35: 8. 2561-2570.
12. Lyle, W.M., and Smerdon, E.T. 1965. Relation of compaction and other soil properties to erosion resistance of soils. Trans. ASAE. 8: 419-422.
13. Megahan, W.F. 1972. Logging, erosion, sedimentation: Are they dirty words? J. For. 70: 5. 403-407.
14. Nearing, M.A., Bradford, J.M., and Parker, S.C. 1991. Soil detachment by shallow flow at low slopes. Soil Sci. Soc. Amer. J. 55: 339-344.
15. Parsakhoo, A. 2015. Forest road construction and maintenance. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. 243p. (In Persian)
16. Robichaud, P.R., and Brown, R.E. 2002. Silt fences: an economic technique for measuring hillslope soil erosion. USDA Forest Service General Technical Report RMRS-GTR-95, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, 24p.
17. Sheridan, G., Noske, P., Lane, P., and Sherwin, C. 2008. Using rainfall simulation and site measurements to predict annual inter rill erodibility and phosphorus generation rates from unsealed forest roads: Validation against in-situ erosion measurements. Catena. 73: 49-62.
18. Shixiong Cao, C., Chen, L., Gao, W., Chen, Y., and Yan, M. 2006. Impact of planting grass on terrene roads to avoid soil erosion. Landscape & Urban Plan. 78: 205-216.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Tague, C., and Band, L. 2001. Simulating the impact of road construction a forest harvesting on hydrological response. Earth Surf. Proc. Landform. 26: 131-151.
20. Wang, X., Li, Z., Cai, C., Shi, Z., Xu, Q., Fu, Z., and Guo, Z. 2012. Effects of rock fragment cover on hydrological response and soil loss from Regosols in a semi-humid environment in South-West China. Geomorphology. 151: 234-242.
21. Zhou, Z.C., and Shangguan, Z.P. 2007. The effects of ryegrass roots and shoots on loess erosion under simulated rainfall. Catena. 70: 350-355.

www.SID.ir

Archi

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(6), 2019
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.15142.3031

Comparison of the effect of riprap, herbaceous textile and grass cover on reduction of sediment yield from the ditch of forest roads

R. Khandouzi[1], *A. Parsakhoo[2], V.B. Sheikh[3] and A.A. Mohammad Ali Pourmalekshah[4]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 05.26.2018; Accepted: 10.09.2018

Abstract

Background and Objectives: Lateral ditches which are constructed to drain surface flow and protect the road structure under the severe rainfall are eroded by runoff velocity and then sediment as suspended load are transmitted to the river and aquatic ecosystem. Therefore, use of the cost effective, efficient and environmental techniques is essential for protecting ditches. The objective of this research was to compare the effect of different protective treatments on reduction of sediment yield from the ditch of forest roads as well as the assessing the effect of flow intensity on sediment concentration.

Materials and Methods: At first a reach of lateral ditch with a total length of 50 meters was selected along the main roads of district one in the Bahramnia forestry plan in Golestan Province. The longitudinal slope (5% with dimension of 30 × 50 cm) and soil type (texture, porosity and moisture) of selected reaches were same. Five sub-reaches (treatments) each of with a length of 10 meters were considered for establishing the protective treatments including riprap, grass cover by Festuca, cotton geotextile, picket and wattle by local slash and control. Flow simulation was done for ten minutes at two flow rates of 5 and 10 L S^{-1} using a tank with capacity of 6000 liters equipped with motor-pump. Sediment sampling from the runoff was carried out at the end of each sub-reach every minute. Samples were transported to the laboratory and there sediment concentration was calculated in gram per liter. Runoff flow velocity in different treatments was measured using an electromagnetic flow meter.

Results: Sediment concentration and runoff velocity in treatments of riprap, grass cover by Festuca, cotton geotextile, picket and wattle by local slash was significantly lower than that of control. Increasing flow rate from 5 L S^{-1} to 10 L S^{-1} caused no significant change in sediment concentration (except for control and riprap treatments) and runoff velocity (except for control and cotton textile treatments). Sediment yield from riprap and control treatments under the flow rate of 10 L S^{-1} was significantly higher than that of 5 L S^{-1}. Moreover, runoff velocity from cotton textile and control treatments under the flow rate of 10 L S^{-1} was significantly higher than that of 5 L S^{-1}.

Conclusion: Treatments of picket and wattle, riprap, grass cover by Festuca and cotton geotextile in ditch with low flow rates (5 L S^{-1}) and treatments of cotton geotextile, picket and wattle with local slash in high flow rate (10 L S^{-1}) can be used for a forest road with dimension 30 × 50 cm, slope 5%, clay soil with porosity 57% because of their high efficiency in reducing sediment yield and runoff velocity.

Keywords: Ditch, Flow velocity, Protective treatments, Runoff simulation, Sediment concentration

* Corresponding Author; Email: parsakhoo@gau.ac.ir

www.SID.ir

www.SID.ir