



دانشگاه گوارز و منابع طبیعی

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<sup>۱</sup>، \*آیدین پارساخو<sup>۲</sup>، واحدبردی شیخ<sup>۳</sup> و علی‌اکبر محمدعلی پورملکشاه<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آستادپار گروه جنگل‌داری،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup>دانشیار گروه آب‌خیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۳</sup>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 چپرندگی 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](mailto:parsakhoo@gau.ac.ir)

باعث تغییر معنی دار در غلظت رسوب (به جز تیمار شاهد و پوشش لاشه سنگ) و سرعت رواناب (به جز تیمار شاهد و زمین پارچه کنفی) نشد. تیمار شاهد و تیمار پوشش لاشه سنگ به طور معنی داری میزان رسوب دهی بیش تری در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه داشتند. در تیمار شاهد و زمین پارچه کنفی سرعت رواناب در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به طور معنی داری بیش تر از شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه بود.

**نتیجه گیری:** در شدت جریان کم (۵ لیتر در ثانیه) تیمارهای پیکه کوبی و چپر بندی، پوشش لاشه سنگ، پوشش علفی فستوکا و زمین پارچه کنفی و در شدت جریان زیاد (۱۰ لیتر در ثانیه) تیمارهای زمین پارچه کنفی و پیکه کوبی و چپر بندی با سرشاخه های محلی به دلیل عملکرد بهتر در کاهش رسوب دهی و سرعت رواناب می توانند جهت تثبیت بستر جوی کناری جاده های جنگلی با ابعاد  $50 \times 30$  سانتی متر، شیب ۵ درصد، بافت خاک رسی با تخلخل حدود ۵۷ درصد مورد استفاده قرار گیرند.

**واژه های کلیدی:** تیمارهای حفاظتی، جوی کناری، سرعت جریان، شبیه سازی رواناب، غلظت رسوب

#### مقدمه

جاده های جنگلی باعث دسترسی آسان و سریع به مناطق جنگلی به منظور بهره برداری از فرآورده های چوبی و غیر چوبی، حفاظت از جنگل، تفریح و تفرج، جنگل داری و آموزش می شوند (۶). از طرفی این جاده ها با توجه به هزینه زیاد ساخت و نگهداری، از مهم ترین عوامل هزینه ساز در مدیریت جنگل و در عین حال بزرگ ترین مداخله بشر در بوم سازگان زنده و پویای جنگل محسوب شده و با تغییر شکل طبیعی دامنه ها، قطع جریان سطحی و زیر سطحی، کاهش پوشش گیاهی و در نهایت ایجاد فشردگی خاک به ویژه در سطح جاده باعث افزایش سرعت رواناب، تشدید فرسایش و تولید رسوب در جوی کناری می شوند (۱۳ و ۱۹). میزان رسوب دهی جوی کناری جاده متأثر از جنس خاک، سرعت و تنش برشی رواناب، شکل هندسی جوی، شیب، مصالح به کار رفته و نحوه طراحی شبکه جاده می باشد (۲). در پژوهش حاضر به جز سرعت و تنش برشی سایر موارد برای کل تیمارها ثابت می باشد. تثبیت موقتی و یا دائمی خاک جوی کناری جاده با بهره گیری از فنون

زیست- پایه و یا عملیات مکانیکی می تواند در کاهش تحویل رسوب از سوی جاده به آبراه ها و رودخانه ها مفید واقع شود. در تکنیک های موقتی حفاظت از طریق استقرار پوشش گیاهی، نصب زمین پارچه های حصیری، کنفی و غیره، مالچ کاه و چوب میسر می شود که معمولاً پس از گذشت چند سال زوال می یابند. در تکنیک های دائمی حفاظت از جوی با استقرار پوشش های سخت مانند بتن و لاشه سنگ و پوشش های انعطاف پذیر مانند چمن کاری فصلی انجام می گیرد (۱۵).

برودا و همکاران (۲۰۱۶) از زمین پارچه های پشمی، پشمی- کنفی و فیبرهای بازیافتی به ترتیب با ضخامت های  $5/8$ ، ۳ و ۳ میلی متر و جرم  $406$ ،  $512$  و  $265$  گرم در مترمربع برای تثبیت جوی کناری جاده های جنگلی بهره گرفتند. نتایج نشان داد که ظرفیت جذب آب زمین پارچه پشمی بیش تر از زمین پارچه پشمی- کنفی و فیبرهای بازیافتی بود (۳). جوادی و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی تأثیر پوشش لاشه سنگ بر میزان غلظت رسوب تحت آزمایش های شبیه سازی باران در آزمایشگاه فرسایش خاک مؤسسه

جنگلی می‌باشد (۲۱). از سال ۱۹۶۵ تاکنون، چندین آزمایش برای بررسی اثر رواناب بر فرسایش خاک صورت گرفته است. لیل و اسمردن (۱۹۶۵) 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 (۱۴). کاو و همکاران (۲۰۰۹) در ایستگاه پژوهشی حفاظت آب و خاک کشور چین به مطالعه پدیده رسوب‌دهی بستر جاده‌های خاکی تحت تأثیر 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، ۱۷/۶، ۲۶/۸، ۳۶/۴ و ۴۶/۶ 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 (۴). 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.

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).

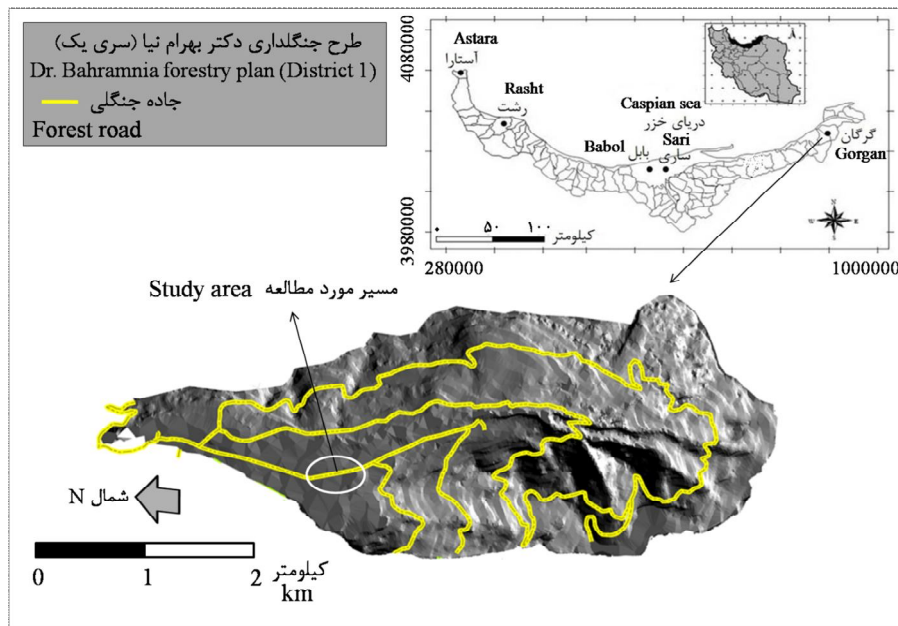
افضلی‌مهر و دی (۲۰۰۹) گزارش کردند که لاشه‌سنگ و پوشش گیاهی موجب کاهش سرعت و در نتیجه قدرت فرساینده‌گی رواناب می‌شود (۱). ونگ و همکاران (۲۰۱۲) ۴۰ درصد از بستر یک جوی آب را با لاشه‌سنگ پوشانده و سپس اثر این کار را روی مشخصات سرعت رواناب، نرخ نفوذ و رسوب‌دهی تحت سه شدت باران شبیه‌سازی شده (۵۷، ۹۱ و ۱۲۲ 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 حالی که 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 (۱۶) و نمونه‌گیری از جوی‌ها (۱۱) تحت بارندگی‌های طبیعی و باران شبیه‌سازی شده 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

### مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا با وسعتی برابر ۱۷۱۳/۳ هکتار و مساحت قابل بهره‌برداری، ۱۶۳۱/۵ هکتار در جنوب‌غربی شهرستان گرگان در استان گلستان قرار گرفته است. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا به ترتیب ۲۱۰ و ۹۹۵ متر می‌باشد. این عرصه بین ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه و ۶ ثانیه و ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه عرض جغرافیایی و ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ۲۶ ثانیه و ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه و ۵۷ ثانیه طول جغرافیایی قرار دارد. تیپ غالب این رویشگاه راش - ممرزستان (*Carpinus betulus* L.) و *Fagus orientalis* Lipsky، متوسط شیب زمین ۲۵ درصد، طول کل جاده‌های جنگلی طرح ۳۰/۳

کیلومتر و میزان تراکم طولی برابر با ۱۷/۶۸ متر در هکتار است. قسمت‌هایی از جوی کناری جاده‌ها تحت تنش برشی رواناب فصلی قرار داشته و به شدت نیاز به عملیات حفاظت و نگهداری دارد. بنابراین در این مناطق، بازه‌ای به طول ۵۰ 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 ۵ درصد، وزن مخصوص ظاهری خاک بستر جوی ۱/۱۲ گرم در سانتی‌متر مکعب، تخلخل ۵۶/۹۲ درصد، رطوبت وزنی خاک ۲۷ درصد و بافت خاک رسی (۲۸ درصد شن، ۴۴ درصد رس و ۲۸ درصد سیلت) بود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Study area.

به طول ۱۰ متر و با فاصله دو متر از یکدیگر پشت سرهم در بستر جوی طرح‌ریزی و برپا شدند. جوی تقریباً دوزنقه‌ای شکل با عرض کف ۳۰ سانتی‌متر و عرض فوقانی ۵۰ سانتی‌متر بود. برای استقرار پوشش

آماده‌سازی تیمارها و جمع‌آوری داده: تیمارهای پوشش لاشه‌سنگ، منسوجات گیاهی (نوع اول شامل زمین‌پارچه کنفی و نوع دوم شامل پیکه‌کوبی و چپ‌بندی با سرشاخه‌های محلی) و چمن‌کاری هر یک

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 به مدت ۲۴ ساعت به کمک ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. برای محاسبه غلظت رسوب از رابطه ۱ استفاده شد:

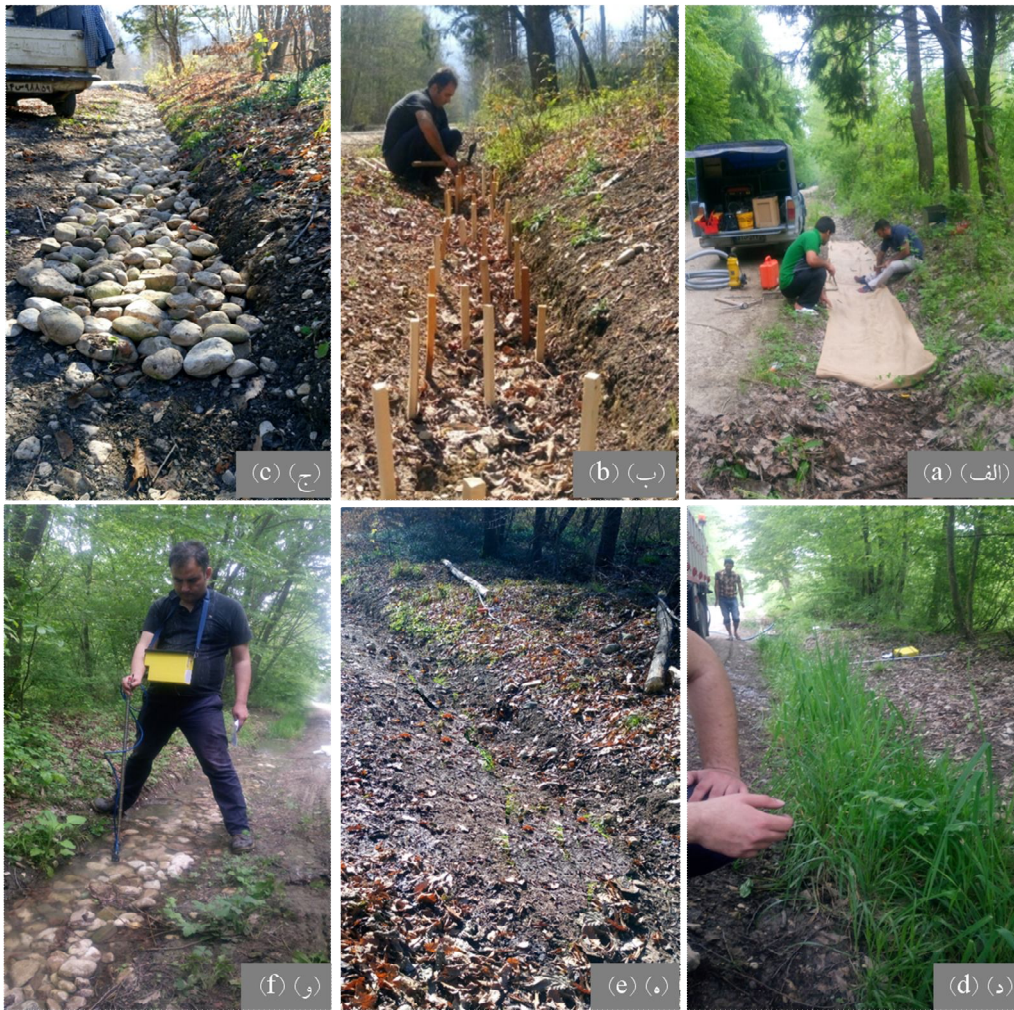
$$SC = \frac{SY}{RV} \quad (1)$$

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 چپ‌بندی 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) به اجرا 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.

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. علاوه بر 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 به مدت 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 آشفستگی 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



شکل ۲- تیمارهای حفاظتی جوی کناری شامل (الف) زمین‌پارچه کنفی، (ب) پیکه‌کوبی و چپر بندی با سرشاخه‌های محلی، (ج) پوشش لاشه‌سنگ، (د) چمن کاری 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

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 (۲۰۱۶) مطابقت ندارد. در حقیقت این پژوهشگران به‌منظور حفاظت از جوی کناری جاده جنگلی ۵ تیمار شامل تیمار شاهد (خاک بدون حفاظت)، چمن کاری، چمن کاری روی زمین‌پارچه کنفی، آب‌بندهای سنگ‌چین و پوشش لاشه‌سنگ را به اجرا درآوردند. نتایج نشان داد که کم‌ترین مقدار

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 (۰/۴۳ گرم در لیتر) بودند. در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه

از تیمارهای زمین‌پارچه کفنی و پیکه‌کوبی و چپر بندی بود (از نظر آماری این تفاوت معنی‌دار نبود) که دلیل این موضوع را می‌توان آشفته‌گی خاک ناشی از عملیات نشاء دانست. عملیات نشاء هزینه چمن‌کاری را نیز افزایش داد. در پژوهش حاضر کم‌ترین میزان رسوب‌دهی در تیمار زمین‌پارچه کفنی به ثبت رسید، که دلیل آن پوشش سرتاسری جوی توسط این تیمار بود. تیمار پیکه‌کوبی و چپر بندی با سرشاخه‌های محلی نیز با ایجاد موانع متعدد در مقابل نیروی تشی 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 نشاء ( $P > 0.05$ ) 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 ۴) 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 (۱۹۶۵) 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.

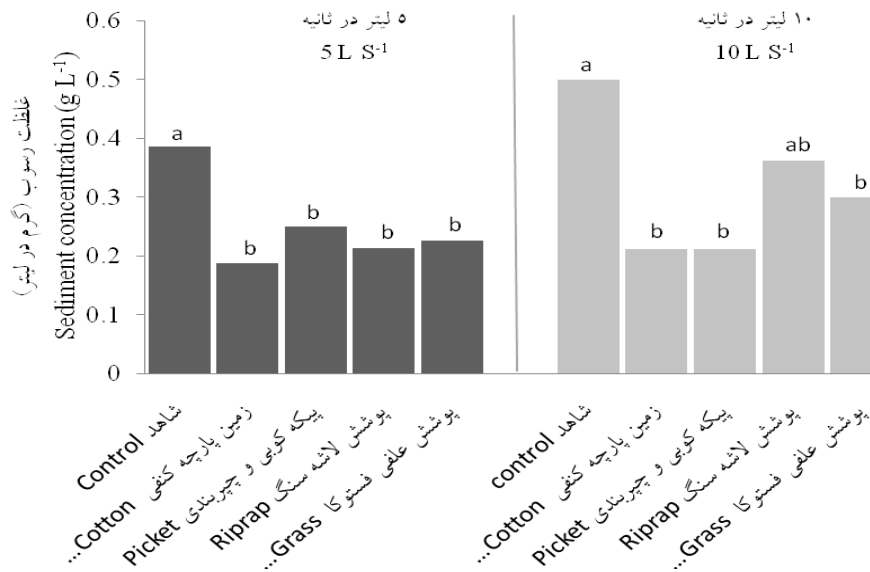
رسوب‌دهی جوی کناری به‌ترتیب مربوط به تیمارهای پوشش لاشه‌سنگ، چمن‌کاری و چمن‌کاری روی زمین‌پارچه کفنی بود (۱۰). دلیل اصلی این موضوع تفاوت دانه‌بندی پوشش لاشه‌سنگ به‌کار رفته در دو پژوهش است. وجود ریزدانه‌ها در مصالح رودخانه‌ای پژوهش حاضر منجر به تولید رسوب بیش‌تری شده است، به‌طوری‌که در بین تیمارهای حفاظتی، 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 (۲۰۱۶) مصالح به‌کار رفته فاقد ریزدانه بوده‌اند. جوادی و همکاران (۱۳۸۴) 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 (۲۰۱۶) 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 شانگوان (۲۰۰۷) اثر ریشه و ساقه علف گندم (*Lolium perenne* L.) بر مقدار رواناب و غلظت رسوب را تحت آزمایش‌های شبیه‌سازی باران در منطقه یانگ‌لینگ 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

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

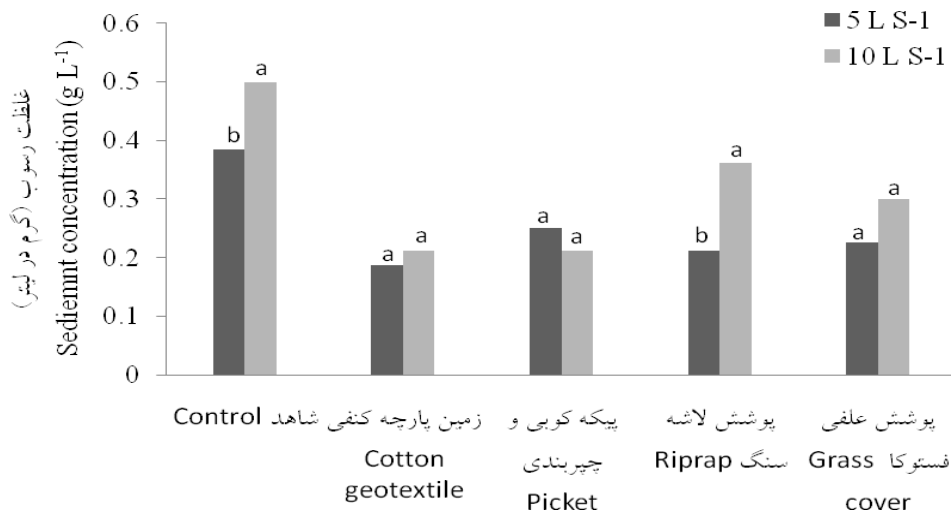
Table 1. Analysis of variance for the effect of protective cover and flow rate treatments on sediment concentration.

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 ۴- مقایسه غلظت رسوب بین تیمارهای مختلف شدت جریان.

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



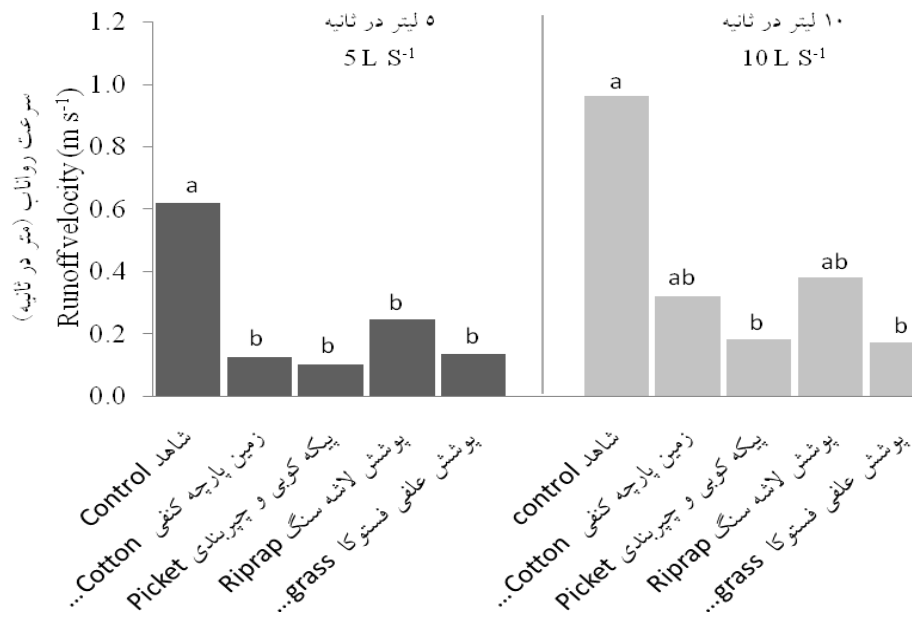
تیمارهای شاهد و زمین پارچه کنفی، تبدیل شدت جریان از ۵ لیتر در ثانیه به ۱۰ لیتر در ثانیه باعث تغییر معنی دار در سرعت رواناب نشد ( $P > 0/05$ ). در تیمار شاهد و زمین پارچه کنفی سرعت رواناب در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به طور معنی داری بیش تر از شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه بود (شکل ۶). در پژوهش حاضر براساس برآوردهای صورت گرفته هزینه هر مترمربع تهیه و نصب زمین پارچه کنفی، پیکه کوبی و چپر بندی با سرشاخه های محلی، پوشش لاشه سنگ و چمن کاری با گونه فستوکا به ترتیب ۵۰۰۰۰، ۶۰۰۰۰، ۷۰۰۰۰ و ۹۰۰۰۰ ریال بود. لانگ و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارشی از هزینه های عملیات حفاظتی در جوی کناری جاده ها ارائه دادند که بر اساس آن هزینه پیاده سازی تیمارهای چمن کاری، چمن کاری روی زمین پارچه کنفی، آب بندهای سنگی و پوشش لاشه سنگ به ترتیب ۶/۱۰، ۲۱/۳۳، ۷۱/۴۳ و ۱۴۱/۰۸ دلار در هر ۱۵ متر برآورد شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای حفاظتی در سطح یک درصد و شدت جریان در سطح ۵ درصد بر متغیر سرعت رواناب اثر معنی دار داشتند (جدول ۲). به طوری که تحت شدت جریان ۵ لیتر در ثانیه میزان سرعت رواناب برای تیمارهای پیکه کوبی و چپر بندی، زمین پارچه کنفی، پوشش علفی فستوکا و پوشش لاشه سنگ به ترتیب ۰/۱۰۱، ۰/۱۲۵، ۰/۱۳۵ و ۰/۲۴۷ متر در ثانیه به ثبت رسید که به طور معنی داری کم تر از تیمار شاهد (۰/۶۱۹ متر در ثانیه) بودند. در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه کم ترین میزان سرعت رواناب به ترتیب برای تیمارهای پوشش علفی فستوکا (۰/۱۷۴ متر در ثانیه) و پیکه کوبی و چپر بندی (۰/۱۸۴ متر در ثانیه) و بیش ترین سرعت رواناب در تیمارهای پوشش لاشه سنگ و زمین پارچه کنفی مشاهده شد. سرعت رواناب در تیمارهای حفاظتی و در شدت جریان ۱۰ لیتر در ثانیه به طور معنی داری کم تر از تیمار شاهد (۰/۹۶۲ متر در ثانیه) بود (شکل ۵). به جز برای

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

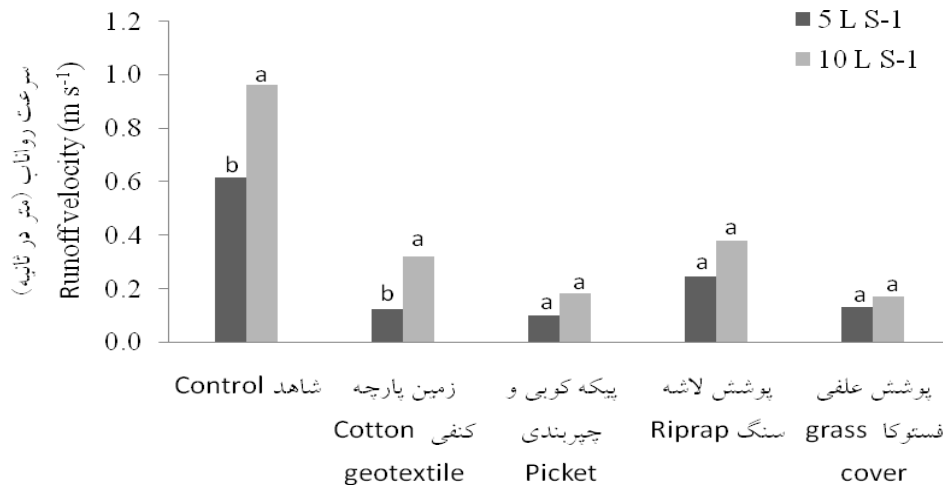
Table 2. Analysis of variance for the effect of protective cover and flow rate treatments on runoff velocity.

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



شکل ۵- مقایسه سرعت رواناب بین تیمارهای مختلف حفاظتی.

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



شکل ۶- مقایسه سرعت رواناب بین تیمارهای مختلف شدت جریان.

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

ثانیه) تیمارهای زمین‌پارچه کنفی و پیکه‌کوبی و چپر بندی به دلیل 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

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در شدت جریان کم (۵ لیتر در ثانیه) تیمارهای پیکه‌کوبی و چپر بندی، پوشش لاشه‌سنگ، پوشش علفی فستوکا و زمین‌پارچه کنفی و در شدت جریان بالا (۱۰ لیتر در

رواناب به‌طور معنی‌داری بار رسوب کم‌تری داشت. ضمن آن‌که تیمار زمین‌پارچه کنفی از نظر اقتصادی و سهولت اجرا بهتر از سایر تیمارها بود.

رواناب در تیمار زمین‌پارچه کنفی همانند تیمار پوشش لاشه‌سنگ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود اما برخلاف تیمار پوشش لاشه‌سنگ این

#### 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 reservoirs sedimentation 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.

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.



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<sup>1</sup>, \*A. Parsakhoo<sup>2</sup>, V.B. Sheikh<sup>3</sup>  
and A.A. Mohammad Ali Pourmalekshah<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>3</sup>Associate Prof., Dept. of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>4</sup>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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> to 10 L S<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> was significantly higher than that of 5 L S<sup>-1</sup>. Moreover, runoff velocity from cotton textile and control treatments under the flow rate of 10 L S<sup>-1</sup> was significantly higher than that of 5 L S<sup>-1</sup>.

**Conclusion:** Treatments of picket and wattle, riprap, grass cover by Festuca and cotton geotextile in ditch with low flow rates (5 L S<sup>-1</sup>) and treatments of cotton geotextile, picket and wattle with local slash in high flow rate (10 L S<sup>-1</sup>) 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](mailto:parsakhoo@gau.ac.ir)

